

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/competenze_trasversali_1920.pdf

Le “Attività Didattiche Trasversali” organizzate dall’**Università di Pisa** sono elencate al seguente indirizzo:

(<http://dottorato.unipi.it/index.php/it/dottorandi/item/493-attivita-didattiche-trasversali-per-i-dottorandi-dell-universita-di-pisa-anno-accademico-2019-20.html>) e i programmi al

seguente link:

http://dottorato.unipi.it/index.php/it/dottorandi/item/download/475_c50a110c9ffe8169c6edc73dc956d4ca.html

Tra le “Attività Didattiche Trasversali” organizzate dall’Università di Pisa sono stati selezionati per il Dottorato Regionale in Scienze della Terra, i corsi sotto elencati.

Moduli "altamente consigliati":

- 1) ENGLISH FOR RESEARCH PUBLICATION AND PRESENTATION PURPOSES (CLI):
“Introduction to English for Research Publication and Presentation Purposes (B2)” e/o
“English for Research Publication and Presentation Purposes (C1)”
- 2) BLOCCO II: LA RICERCA STATISTICA – Modulo “Il ruolo della statistica nella ricerca”
- 3) BLOCCO III: Strumenti informatici per la ricerca dottorale

Moduli suggeriti:

- 1) BLOCCO III - SOFT SKILLS – Modulo “Promuovere I Prodotti Della Ricerca”
- 2) BLOCCO III - SOFT SKILLS – Modulo “Strumenti Informatici Per La Ricerca Dottorale”
- 3) BLOCCO III - SOFT SKILLS - Modulo “Gender Issues and University. Research, Education and Institutional Engagement”

Le “Attività Didattiche Trasversali” organizzate dall’**Università di Siena** sono disponibili al seguente link:

<https://www.unisi.it/ricerca/dottorati-di-ricerca/corsi-trasversali>

CORSI INTERNI PROPOSTI PER IL 2020

I Dipartimenti delle Università di Firenze, Pisa e Siena e gli enti di ricerca partner del nostro Dottorato (CNR-IGG, INGV) offrono dei corsi interni per la formazione degli 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).

Si prega di avvisare via email il docente di riferimento del proprio interesse a frequentare il corso e/o di organizzarsi tramite i rappresentanti dei dottorandi.

Alcuni corsi saranno attivati solo se otterranno un numero minimo di iscrizioni (numero minimo concordato con il docente di riferimento).

Qui di seguito troverete l'elenco completo dei corsi proposti.

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).

(seconda metà di Giugno 2020)

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)

(1,2 Luglio 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 e FABIANO GAMBERI¹ (*adele.bertini@unifi.it*)

¹ ISMAR-CNR sede di Bologna

Stratigrafia sequenziale: principi ed applicazioni tramite analisi sismo-stratigrafiche e palinologiche (8 ore, 1 CFU)

(Novembre 2020)

Introduzione alla stratigrafia sequenziale. Processi di controllo della sedimentazione e delle sequenze stratigrafiche. Tendenze della linea di costa. Sismica e superfici

della stratigrafia sequenziale. System tracts. Sequenza deposizionale IV. Facies sismica e analisi paleoambientali. Ricostruzioni paleoambientali dei system tracts al ciglio della piattaforma. Ricostruzioni paleoambientali dei system tracts nella scarpata continentale. Ricostruzioni paleoambientali dei system tracts in mare profondo. Palinofacies e associazioni a palinomorfi (polline, spore, dinocisti e altri Palinomorfi Non Pollinici-NPP) come elementi di interpretazione degli ambienti e sequenze deposizionali. Descrizione dei principali gruppi palinologici utili per deduzioni sulle fluttuazioni del livello del mare e dei cambiamenti negli ambienti di deposizione (marini, costieri, ...). Il trasporto dei palinomorfi in ambiente marino. Esempi di distribuzione delle associazioni palinologiche secondo transetti onshore – offshore e loro relazione con i cicli della stratigrafia sequenziale. Casi di studio.

ADELE BERTINI, N. COMBOURIEU-NEBOUT¹, Y. MIRAS¹ and O. PEYRON²

(adele.bertini@unifi.it) ¹Histoire Naturelle de l'Homme Préhistorique, UMR 7194, CNRS, Paris ; ²Institut des Sciences de l'Evolution, ISEM, UMR 5554, Montpellier

Quaternary paleoenvironments and paleoclimate in the Mediterranean area

(24 ore; 3 CFU)

(7-10th December 2020, 3-4 days of lessons, with theoretical and practical contents)

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. Mediterranean records bring a wealth of informations to: (i) reconstruct the response of vegetation to various climatic stresses; and (ii) assess the likely future behaviour of plants. Furthermore, the Mediterranean's rich geological and stratigraphical records makes it (iii) a significant source of information on the history of European environments.

This course focuses on understanding the:

1. 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;
2. Driving and environmental context of the phases of migration and successive colonization of hominins;
3. Interglacial features from 2.6 Ma for a better evaluation of the future and length of the Holocene.
4. Impact of human practices in the Mediterranean environments through palynological tools such as: Pollen, Non Pollen Palynomorphs (NPP), palynofacies, charcoal, ...
5. Inputs of multi-method climate reconstructions from pollen data (e.g. "Modern Analogues Technique" and the "Weighted Averaging Partial Least-Squares Regression") in the Mediterranean and comparison with other proxy-inferred climate reconstructions.

SILVIA BIANCHINI (silvia.bianchini@unifi.it)

Tecniche di detection and mapping da dati radar interferometrici satellitari applicate all'instabilità del terreno e dei manufatti (16 ore, 2 CFU)

(20,21 e 27,28 Aprile 2020, orario 9:00-13:00 c/o Sede di Arcetri, Largo Fermi 2, Firenze)

Il corso consiste in lezioni frontali ed esercitazioni pratiche e si pone l'obiettivo di fornire conoscenze sui seguenti argomenti: cenni teorici di base di interferometria radar satellitare differenziale e multi-temporale PSI (Persistent Scatterers Interferometry); realizzazione di mappe di visibilità e applicabilità dei dati PSI sul territorio in base al rilievo topografico; tecniche di post-processing e proiezione dei dati satellitari interferometrici PSI per l'identificazione, mappatura e caratterizzazione di spostamenti del terreno a scala regionale e locale; analisi del cedimento differenziale di edifici tramite dati radar interferometrici satellitari; metodi manuali e automatici di clusterizzazione spaziale e temporale di dati radar satellitari interferometrici PSI; Utilizzo di piattaforme open source e software liberi per l'elaborazione di dati satellitari radar e ottici.

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

Introduzione alla cristallografia aperiodica (6 ore, 1 CFU)

(22,23 Giugno 2020, orario 10:00-13:00)

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)

(22,23 Giugno 2020, orario 14:30-17:30)

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).

ANTONELLA BUCCIANTI (*antonella.buccianti@unifi.it*)

Dynamics of environmental complex systems (8 ore, 1 CFU)

(3,4 Giugno 2020)

The study of complex systems in a unified framework has become recognized in recent years as a new scientific discipline, the ultimate of interdisciplinary fields. Complex systems are often subject to multiple environmental drivers. For a system with alternative stable states pressure on an environmental driver pushes the system closer to a tipping point. Once the driver crosses a certain threshold the system goes through a critical transition and shifts to a different state, thus modifying its behavior. The aim of the course is to provide the basic knowledge and tools to investigate the

dynamic of complex environmental systems between stability, resilience and variability.

The course is organized in 2 lessons of 4 hours each and will be held at the Department of Earth Science of the University of Florence.

Lesson 1: An Introduction to the dynamics of complex systems: What are complex systems and what properties characterize them. Central properties of complex systems. Emergence: from elements and parts to complex systems. Relationships between the parts: nonlinearity, spontaneous order, self-organization, adaptation and feedback loops.

Lesson 2: Methodological tools: Mathematical, statistical and thermodynamic approaches. Environmental changes at the boundary between Euclidean and fractal geometries. The role of CoDA (Compositional Data Analysis) theory in the analysis of environmental matrices.

ELENA DELLA SCHIAVA (elenadellaschiava@libero.it)

Indagini sui beni culturali durante il restauro: le terre di fusione di alcune sculture bronzee di Donatello e di altri autori del Rinascimento fiorentino (6 ore, 1 CFU)

(26,27 Maggio 2020, 3 ore al giorno)

- Introduzione
(spiegazione dei lavori eseguiti, foto, esempi di alcune indagini su varie opere, obiettivi raggiunti)
- Cosa sono le terre di fusione nello specifico; le tecniche di fusione
(foto, esempi, campioni di terre, opere, realizzazione di una scultura)
- Le tecniche analitiche per caratterizzare le terre
- Lo stato dell'arte sulle terre di fusione delle sculture
(articoli di restauro, scientifici, bibliografie e letteratura)
- Considerazioni tecnologiche
(il contributo alle indagini tecnologiche dei bronzi dato dagli studi sulle terre)
- Problematiche di conservazione delle terre in situ nelle statue
(svuotamento?, fenomeni di interfaccia metallo/anima)
- Come campionare le terre di fusione per ottimizzare i risultati analitici
- Campioni di terre: carrellata di esempi pratici di opere d'arte con visione di campioni prelevati
- Le terre di fusione del San Giovanni Battista (1571) di Vincenzo Danti
(campionamento, indagini, obiettivi, risultati)
- Le terre di fusione di alcune sculture donatelliane realizzate fra gli anni '20 e '60 del XV secolo (campionamento, indagini, obiettivi, risultati)
- Conclusioni.

CHIARA DEL VENTISETTE (chiara.delventisette@unifi.it)

Salt Tectonics(16 ore, 2 CFU)

(21-24 September 2020, registration deadline: 1st September 2020)

The aim of this course is to provide the basic knowledge on the geologic deformation involving evaporites. Indeed, salt tectonic produces complex and extremely variable structures. The Knowledge of evaporitic structures is very important also for industry. The prime interest in salt tectonics comes by oil industries (many hydrocarbon provinces are located in salt basin). Nowadays understand salt structure is very important also for waste storage and CO2 storage.

The course (16 ore; 2 CFU) is organized in 4 days of lesson:

Lesson 1 (3h) Physics of evaporite systems: rheology of evaporites and deformation mechanism.

Lesson 2 (5h) Principal salt structures: salt pillow, salt stocks and salt wall, salt diapirs (reactive, active and passive diapirs), salt sheets and salt canopies, , salt welds, minibasin.

Lesson 3 (6h) Salt-tectonic systems: compressional salt tectonic (thin-skinned and thick-skinned tectonics), extensional salt tectonic (basement-detached and basement involvement extension, passive margin, rift zone), stike-slip salt tectonic (thick-skinned strike-slip and thin-skinned strike slip).

Lesson 4 (2h) Practical application of salt tectonics : seismic interpretation of salt structure, oil and gas associations, evaporites as mineral resources.

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

Introduzione ai metodi spettroscopici applicati alla Mineralogia (8 ore, 1 CFU)
(24 Febbraio, 2,23 Marzo 2020, orario 9:00-13:00 c/o DST-Fi e Polo Scientifico a Sesto Fiorentino)

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 e visita al laboratorio DRS .

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

Class lectures and visit to the DRS laboratory

Introduzione alla spettroscopia EPR e ESE applicate alla Mineralogia

(8 ore, 1 CFU)

(9,16,23 Marzo 2020, orario 9:00-13:00 c/o DST-Fi e Polo Scientifico a Sesto Fiorentino)

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

Il corso prevede lezioni frontali ed esercitazioni 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 and exercises including visit to the EPR laboratory

Introduzione alla spettroscopie XAS e Mößbauer applicate alla Mineralogia

(6 ore, 1 CFU)

(30 Marzo, 6 Aprile 2020, orario 9:00-13:00 c/o DST-Fi)

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

Il corso prevede lezioni frontali ed esercitazioni.

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

Class lectures and exercises

Introduzione alla spettroscopia IR applicata alla Mineralogia (6 ore, 1 CFU)

(13,20 Aprile 2020, orario 9:00-13:00 c/o DST-Fi)

Introduzione alla spettroscopia IR; applicazioni alla mineralogia.

Il corso prevede lezioni frontali e esercitazioni in laboratorio IR.

Introduction to the IR spectroscopy; examples in mineralogy.

Class lectures and exercises in the IR laboratory.

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

Instabilità degli edifici vulcanici: meccanismi, monitoraggio e modelli

(24 ore, 3 CFU)

Lezione 1 (6 ore) (3 Giugno 2020, orario 10:00-13:00, 14:00-17:00)

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

Lezione 2 (6 ore) (10 Giugno 2020, orario 10:00-13:00, 14:00-17:00)

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

Lezione 3 (6 ore) (17 Giugno 2020, orario 10:00-13:00, 14:00-17:00)

- 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 (6 ore) (24 Giugno 2020, orario 10:00-13:00, 14:00-17:00)

- 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.

WILLIAM FRODELLA (*william.frodella@gmail.com*)

Termografia a infrarossi applicata alla caratterizzazione dei fenomeni franosi e alla protezione dei beni culturali sottoposti a rischio idrogeologico

(16 ore, 2 CFU)

(Settembre-Novembre 2020 presso i locali del Centro di Protezione Civile di Ateneo, Largo Fermi, 1, Firenze)

Il corso si pone come obiettivo fornire le conoscenze teoriche e pratiche di base sulla termografia a infrarossi applicata alla caratterizzazione dei fenomeni franosi e alla protezione dei beni culturali sottoposti a rischio idrogeologico.

Il corso è articolato in lezioni frontali incentrate su cenni teorici di base, sensori e termocamere a infrarossi, utilizzo del software di analisi termografica FLIR Tools+, applicazioni e illustrazione di casi di studio, pianificazione di un rilievo termografico. Una parte rilevante del corso sarà dedicata a esercitazioni pratiche articolate in rilievi termografici, analisi ed interpretazione dei termogrammi, organizzazione e stesura di un report termografico.

CATERINA GOZZI (1) (*caterina.gozzi@unifi.it*)

Introduction & Basics of R (8 ore, 1CFU)

(29,30 Giugno 2020)

R is both a programming language and an interactive environment for statistics with an extensive catalog of statistical and graphical methods. Its flexibility, power, sophistication, have made it an invaluable tool for scientists around the world. The aim of the course is to provide the basics to start using the R software. The course is organized in 2 lessons of 4 hours each and will be held at the Department of Earth Science of the University of Florence.

Lesson 1: An Introduction to R: How to install R and RStudio, launching RStudio, overview of the key components and features available, commands, operators and functions, help window.

Lesson 2: R applications to Earth Sciences: practical exercises in R using a geochemical dataset: reading data into the software, basics of research statistics, exploratory data analysis and production of different types of plots in ggplot2 and plotly packages (e.g. histograms, box-plots, bubble plots and correlations matrices)

CATERINA GOZZI (2) (*caterina.gozzi@unifi.it*)

Writing the PhD Thesis in LaTeX (4 ore, 0.5 CFU)

(27,28 Maggio 2020)

LaTeX is a powerful document preparation system for high-quality typesetting. It is most often used for medium-to-large technical or scientific documents but it can be used for almost any form of publishing. It was created by scientists for scientists and it has a large and active community of users. The aim of the course is to provide the basic knowledge to start typesetting a PhD thesis using LaTeX. The course is organized in 2 lessons of 2 hours each and will be held at the Department of Earth Science of the University of Florence.

Lesson 1: An Introduction to LaTeX: The advantages of using LaTeX, typesetting text, font types, LaTeX environments, packages and templates.

Lesson 2: How to Write the Thesis in LaTeX: basic structure, sectioning, cross-references, tables and figures, bibliography generation with Bibdesk.

EMANUELE INTRIERI (*emanuele.intrieri@unifi.it*)

Previsione e allertamento di frane a scala di versante mediante monitoraggio degli spostamenti (16 ore, 2 CFU)

(Aprile-Giugno 2020, 4 lezioni da 4 ore ciascuna)

I principali argomenti trattati saranno i seguenti:

- progettazione di un sistema di allertamento per frana a scala di versante: definizioni, tipologie di sistemi di allertamento, criteri di progettazione, esercitazione pratica mediante simulazione di un sistema di allertamento, casi di studio, sistemi di monitoraggio vari, diagramma di flusso;
- monitoraggio: tecniche di monitoraggio finalizzate all'allertamento, trasmissione big data, radar interferometrico basato a terra;
- metodi di previsione dell'istante di collasso: descrizione dei metodi esistenti, limiti di utilizzo, metodi per la previsione spaziale, casi di studio;
- comunicazione: ruolo della comunicazione per la riduzione del rischio da frana, linee guida per la comunicazione del rischio, piani di protezione civile.

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

Infrasound array analysis of gravity currents (16 ore, 2 CFU)

(25,26 Giugno 2020, orario 9:00-13:00, 14:30-18:30)

- Introduction to time series analysis (spectral analysis, filtering, coherence and crosscorrelation)
- Infrasound acoustics, source mechanisms and array analysis.
- Source mechanisms of different gravity currents, (snow avalanches, debris flows, calving events, PDC)
- Fluid dynamics modeling of pressure waveforms.
- Real-time application for event detection, identification and notification.
- Implication for research and monitoring.

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

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

(*da concordare con i/le dottorandi/e*)

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.

FEDERICO RASPINI (*federico.raspini@unifi.it*)

Analisi ed interpretazione di serie temporali per la caratterizzazione di frane e subsidenza (16 ore, 2 CFU)

(*30,31 Marzo, 1,2 Aprile 2020, orario 9:00-13:00*)

Il corso ha lo scopo di fornire allo studente, mediante lezioni frontali ed esercitazioni pratiche, competenze avanzate sui seguenti argomenti: i) applicabilità degli strumenti di monitoraggio in diversi contesti geologici e geomorfologici; ii) progettazione di un sistema di monitoraggio; iii) analisi ed interpretazione dei dati raccolti da un sistema di monitoraggio; iv) sintesi e diffusione dei dati raccolti da un sistema di monitoraggio.

Programma del corso: analisi delle serie temporali di spostamento di aree in frana e in subsidenza, da remoto e con sensori basati a terra. Caratterizzazione dei pattern di deformazione. Applicazione di modelli di failure prediction e stima dell'istante di innesco della frana. Progettazione e implementazione di sistemi di monitoraggio: sensori a terra e dati acquisiti da remoto, acquisizione ed elaborazione dati, soglie di movimento e livelli di allerta. Frane superficiali e frane profonde: correlazione tra movimenti del terreno, piogge e piezometrie. Diffusione e accesso ai dati di monitoraggio: metodi e problematiche connesse.

LORENZO ROOK e docenti a invito: LUCA PANDOLFI, SAVERIO BARTOLINI LUCENTI (*lorenzo.rook@unifi.it*)

Seminari di Paleontologia dei Vertebrati

nell'ambito dell'offerta formativa per il Dottorato, il Laboratorio di Paleontologia dei Vertebrati (Paleo[Fab]Lab) del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze propone il "corso avanzato in Paleontologia dei vertebrati"

Applicative methods and analytic tools in Vertebrate Paleontology (4 CFU)

(3-7 Febbraio 2020, orario 10:00-14:00, Aula C del Dipartimento di Scienze della Terra di Firenze)

About the course:

The course (4 CFU) is organized in five lesson-days, with theoretical and practical contents (4 hours/day) and individual work by the students. The course provides an overview on the discipline of Vertebrate Paleontology, in particular on the investigation of Neogene and Quaternary mammals by means of different new approaches.

Fossil mammals provide insightful data on evolutionary patterns, adaptations and environmental changes as well as on the origin of extant taxa. Classical morphological and morphometric comparisons have been extensively applied in several studies on fossil species. In recent times, researchers are investigating morphological changes and evolution by means of additional new methodologies and analytical tools.

Students will be introduced to a general framework on classical and advanced methods to investigate evolution and morphological changes in mammals and to apply comprehensive analyses in the study of fossil vertebrates. Case-studies on the use of different methods to analyze evolutionary patterns in Eurasian and African fossil mammals will be presented.

About the teachers:

- > Dr. Luca Pandolfi is a Research Fellow at the University of Florence. He is responsible of the project Ecomorphology of fossil and extant Hippopotamids and Rhinocerotids.
- > Dr. Saverio Bartolini Lucenti just concluded his third year PhD in Earth Sciences at the University of Pisa. He is an expert in the use of surface scanners and other analyses in the frame of virtual paleontology approach.

The number of participants is limited to 10. The course is primarily addressed to doctoral and master students of Tuscan universities. Doctoral and master students from other universities are also welcomed, and will be admitted following the order in which applications are received (until the maximum number has been reached)

- - - registration deadline: January 20, 2020 - - -

For queries and info please contact Prof. Lorenzo Rook (lorenzo.rook@unifi.it)

FEDERICO SANI (federico.sani@unifi.it)

Corso di Interpretazione geologico-strutturale di profili sismici a riflessione

(24 ore, 3 CFU)

(7-11 Settembre 2020)

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per l'interpretazione di profili sismici a riflessione.

Dopo una breve introduzione alle modalità di acquisizione ed elaborazione del dato sismico, finalizzata soprattutto alle implicazioni per l'interpretazione, verranno richiamati alcuni aspetti generali delle strutture, con particolare riguardo ai rapporti tra tettonica e sedimentazione. Verranno studiate sezioni in vari ambienti geodinamici, dai rift continentali alle catene collisionali, oltre alla tettonica salina e d'inversione.

Saranno affrontati problemi relativi all'individuazione delle principali strutture, alle relazioni stratigrafiche tra i vari corpi sedimentari, alla conversione tra tempi e profondità e alla correlazione con pozzi eventualmente disponibili. Infine per ogni sezione analizzata e interpretata sarà proposta una ricostruzione evolutiva dell'area analizzata.

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)

(Giugno-Luglio o Settembre-Ottobre 2020)

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'innescamento 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)

(Giugno-Luglio o Settembre-Ottobre 2020)

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'innescamento di frane
- Modelli empirici basati su soglie pluviometriche
- Modelli e mappe di suscettibilità
- Dalla previsione operativa all'allertamento

FRANCO TASSI (*franco.tassi@unifi.it*)

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

(8 ore, 1 CFU)

(*da concordare con i/le dottorandi/e*)

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)

(19-21 Febbraio 2020)

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 (Petroni et al., 2016), EC-AFC (Bohrson et al., 2014)

(CORSO DA CONFERMARE)

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

The Seven Seas: tectonics and geodynamics of oceans

(40 ore, 5 CFU).

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

(CORSO DA CONFERMARE).

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

Earthquake Geology

(40 ore, 5 CFU)

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)

(8-9 settembre 2020, orario 11:00-13:00 e 14:00-16:00)

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.

DUCCIO BERTONI (*duccio.bertoni@unipi.it*)

Tecniche di analisi del trasporto sedimentario (8 ore, 1 CFU)

(24,25 Giugno 2020, orario da concordare con il docente)

lezione 1 - Teoria del trasporto sedimentario

lezione 2 - Tecniche di analisi dei sedimenti fini

lezione 3 - Tecniche di analisi dei sedimenti grossolani

lezione 4 - Applicazioni scientifiche delle analisi granulometriche e morfometriche

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 (16 ore, 2 CFU)

(Settembre-Ottobre 2020, orario da concordare con il docente)

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 Avanzarco 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, 0.5 CFU)

(nessun limite di numero, 14 Maggio 2020, orario 11:00-13:00, 14:00-16:00)

In breve: Guidelines for:

- Geowriting: Presenting Your Geological Work
- PhD Thesis
- Scientific manuscripts (research articles, letters, reviews, commentaries)
- Oral presentations
- Poster presentations
- Reviewing manuscripts

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

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

(fine febbraio 2020, data da concordare con il docente)

Lesson 1, 2h: Deformation mechanisms (dislocation and diffusion creep) and related microstructures in quartz, feldspar, phyllosilicates, calcite and feldspar.

Lesson 2, 2h: 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, 2h: The use of the universal stage to measure the quartz c-axis orientation.

Lesson 4, 2h: Laboratory (use of the U-stage)

MATTEO MASOTTA (*matteo.masotta@unipi.it*)

Tecniche sperimentali ed analitiche per le Scienze della Terra (8 ore, 1 CFU)

(Aprile-Maggio 2020, data da concordare con il docente)

Il corso offre una panoramica delle principali tecniche sperimentali ed analitiche utilizzate nei vari ambiti delle Scienze della Terra e delle loro principali applicazioni scientifiche e tecnologiche, dallo studio dell'interno della Terra e dei corpi planetari, all'analisi dei processi naturali e industriali.

Lezione 1 (2h): Tecniche sperimentali e applicazioni tecnico-scientifiche

Lezione 2 (2h): Tecniche analitiche e applicazioni tecnico-scientifiche

Lezione 3 (2h): Riproduzione in laboratorio di processi naturali ed industriali

Lezione 4 (2h): Analisi di immagine di prodotti naturali e sperimentali

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

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

(Giugno-Luglio 2020, date da concordare con il docente)

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.

E' consigliabile l'utilizzo del vostro computer portatile (possibilmente munito di mouse); qualora non fosse possibile, sarà possibile usare i computer a disposizione nell'aula previa richiesta.

Software necessari: Qgis (versioni attualmente disponibili 3.10.1 e 3.4.14 LTR. Per evitare di rincorrere le versioni, potete installare la versione col suffisso LTR). Inkscape versione 0.92.4

MARCO PASERO e CRISTIAN BIAGIONI

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

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

(Settembre-Ottobre 2020, data da concordare con i docenti)

Lezione 2h su "Teoria della diffrazione X"

Esercitazione 1, 3h 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 diffrattogramma di polvere (spessartina). Montaggio camera Gandolfi (spessartina)

Esercitazione 2, 3h 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)

Esercitazione 3, 2h Laboratorio raggi X: Lettura e interpretazione del diffrattogramma 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, 4-6 ore lezione frontale, 2-4 ore laboratorio/lezione fuori sede)

(Ottobre 2020, data da concordare con il docente – numero minimo di partecipanti 8)

- Basics of Ground Penetrating Radar method.
- Electric and magnetic properties 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

GIOVANNI SARTI (giovanni.sarti@unipi.it)

Stratigrafia sequenziale (4 ore, 0.5 CFU)

(data da concordare con il docente)

Il corso-breve di 4 ore è focalizzato sull'importanza della stratigrafia sequenziale e del suo approccio multidisciplinare nella ricerca ed individuazione di reservoir di fluidi. Concepita alla fine degli anni '80 dai geologi della compagnia petrolifera Exxon si è progressivamente affermata come filosofia di indagine dominante nella comunità scientifica geologica mondiale. Anche se da molti considerata come una vera e propria rivoluzione del pensiero geologico, non può essere paragonata al "salto di paradigma" avvenuto negli anni '60 con le prime evidenze sperimentali dell'espansione dei fondali oceanici che fiorirono, da lì a poco, nella teoria della tettonica a placche con il definitivo abbandono del "paradigma fissista". Tuttavia, la stratigrafia sequenziale ha avuto ed ha un duplice indubbio merito: quello di applicare in forma rigorosa la "vecchia" legge delle facies di Walther, attraverso il principio dell'attualismo e quella di essere connaturata ad un approccio metodologico sempre più multidisciplinare e, cioè, moderno. Nelle 4 ore di corso, oltre a illustrarne i principi di base, saranno anche descritti esempi di ricostruzione dell'architettura deposizionale di successioni sedimentarie sia di sottosuolo (sondaggi e profili sismici) sia affioranti.

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

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

(fine Maggio, data da concordare con il docente)

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: 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.

L'ortorettificazione

Pratica: Utilizzo di software GIS (ArcGis, QGis, Ilwis), georeferenziazione di documenti cartografici e aereofotografici, ortorettificazione di fotogrammi aerei.

EUSEBIO STUCCHI (eusebio.stucchi@unipi.it)

Introduzione all'uso di MATLAB con applicazioni nelle Geoscienze

(18 ore, 3 CFU)

(seconda metà di Giugno, data da concordare con il docente - 6 ore al giorno a partire dalle 9:00, laboratorio geofisica 3° piano)

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.

CORSI PROPOSTI DAL CNR-IGG

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

La modellizzazione tettonica sperimentale e le sue applicazioni geologiche

(8 ore, 1CFU)

(1 Luglio 2020, orario 9:00-13:00, 14:00-18:00)

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. Apparati 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.provenzale@cnr.it*)

Introduzione alla modellistica fluidodinamica per le Geoscienze

(3-moduli di 8 ore, 3 CFU)

(fine maggio-inizio giugno 2020)

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)

(in due giorni fra 31 Agosto-15 Settembre, in funzione disponibilità aula microscopi)

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 H₂O-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 H₂O-NaCl-KCl e H₂O-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)

(18,20,25,27 Febbraio 2020, orario: 3 ore mattina e pomeriggio. E' richiesta la presenza almeno al 75% delle lezioni per ottenere i crediti associati al corso).

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) (9 Giugno 2020, orario 9:30-13:30, 14:30-18:30)

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 geochimica 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)

(5-6 Marzo 2020, orario 9:30-13:30)

Numero minimo partecipanti: 4 (altrimenti il corso verrà spostato a Ottobre-Novembre 2020) Numero massimo partecipanti: 10

Sede del corso:

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, via Cesare Battisti, 53 – 56125, Pisa

Iscrizione al corso:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScKI9o1sNYNeOmmMvY6Y_yKortUfbD2r-GS_gGXDZo2MMXlcw/viewform?usp=sf_link

Contatti: alessandro.fornaciai@ingv.it

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 to 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 fields of application, which include 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)

(*periodo di svolgimento del corso: settembre/ottobre 2020*)

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)

(*fra 23 Marzo e 3 Aprile: 2 lezioni a settimana per le due settimane presso INGV Pisa*)

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) (2,3 Aprile 2020).

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 (BIOR1)	PIERLORENZO BRIGNOLI	8
	Biorisanamento acque superficiali e sotterranee (BIOR2)	PIERLORENZO BRIGNOLI	8
	Decontaminazione, valorizzazione matrici organiche e trattamento aria (BIOR3)	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 (PDISC1)	STEFANO VEGGI	24
	Aspetti gestionali delle discariche (PDISC2)	MANLIO PACITTI	8
	Esercitazioni e visita presso impianto di selezione e smaltimento (PDISC3)	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 geingegneria (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 sottoterraneo. 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 sottoterraneo 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

(CORSO DA CONFERMARE).

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

(CORSO DA CONFERMARE).

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:	Ch. 1		Brittle Fracture. Milestones in continuum mechanics, concepts of

The Mechanics of Earthquakes and Faulting, C. H. Scholz, 2002.			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.	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.

Scholz, 2002.		
---------------	--	--

10 October	Thu	10.00 - 12.00	13 – Episodic tremor and slip 14 – Earthquake quantification (M_L , M_s , M_w , M_o) 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. $f^{-\omega}$ 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.