



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Dipartimento di
Scienze della Terra
Eccellenza 2023-2027

**Courses, Seminars, Laboratories Activities and Soft-Skills
for the Ph.D. in
EARTH AND PLANETARY SCIENCES
XLI Cycle
2025-2028**



Laboratorial activities and soft skills courses

Metodi analitici avanzati in paleontologia dei vertebrati

Advanced analytic methods in Vertebrate Paleontology

24h, 4 CFU

Docente: Dr. SAVERIO BARTOLINI LUCENTI - saverio.bartolinilucenti@unifi.it

Descrizione breve: Il corso si svolgerà in due lezioni a settimana per 5 settimane ed ha come obiettivo di insegnare agli studenti utilizzo e applicazioni analisi di base da applicare allo studio di vertebrati fossili grazie all'uso del software R. Le informazioni di carattere teorico saranno implementate con una parte di esercitazioni in aula.

Brief description: The course will be held in two lessons per week for 5 weeks and aims to teach students the use and applications of basic analysis to be applied to the study of fossil vertebrates thanks to the use of the R software. The theoretical information will be implemented with a part of classroom exercises.

The course (4 CFU) is organized in lesson days, with theoretical and practical contents and individual work by the students. The course provides an overview on the discipline of Virtual 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.

Programma esteso: Il corso (4 CFU) è organizzato in giornate di lezione, con contenuti teorici e pratici e lavori individuali da parte degli studenti. Il corso offre una panoramica sulla disciplina della Paleontologia Virtuale, in particolare sullo studio dei mammiferi del Neogene e del Quaternario attraverso diversi nuovi approcci. I mammiferi fossili forniscono dati approfonditi sui modelli evolutivi, gli adattamenti e i cambiamenti ambientali, nonché sull'origine dei taxa attuali. I confronti morfologici e morfometrici classici sono stati ampiamente applicati in diversi studi sulle specie fossili. Recentemente, i ricercatori stanno studiando i cambiamenti morfologici e l'evoluzione attraverso nuove metodologie e strumenti analitici aggiuntivi. Gli studenti saranno introdotti a un quadro generale sui metodi classici e avanzati per studiare l'evoluzione e i cambiamenti morfologici nei mammiferi e per applicare analisi complete nello studio dei vertebrati fossili. Saranno presentati casi di studio sull'uso di diversi metodi per analizzare i modelli evolutivi nei taxa fossili.

Extended programme: The course (4 CFU) is organized in lesson days, with theoretical and practical contents and individual work by the students. The course provides an overview on the discipline of



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Dipartimento di
Scienze della Terra
Eccellenza 2023-2027

Virtual 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 fossil taxa will be presented.

Periodo didattico: fine febbraio-marzo

Teaching period: end of February-march



Tecniche di Indagine sui beni culturali durante il restauro

le terre di fusione di alcune sculture bronzee di Donatello e di altri autori del Rinascimento fiorentino

Methods of Study during restoration of cultural heritage

the casting cores ("terre di fusione") of some sculptures bronze by Donatello and other authors of the Florentine Renaissance

6h, 1 CFU

Docente: Dr. Jr ELENA DELLA SCHIAVA - elenadellaschiava@libero.it

Descrizione breve: Studio delle terre di fusione di alcune sculture di bronzo del Rinascimento fiorentino.

Brief description: The casting cores of some sculptures bronze during the Florentine Renaissance.

Programma esteso: - 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.

Extended programme: - Introduction (explanation of the works carried out, photos, examples of some investigations on various works, objectives achieved);

- Casting cores; casting techniques (photos, examples, earth samples, works, creation of a sculpture);
- Analytical techniques for characterizing casting cores;
- The state of the art on casting cores (restoration and scientific articles, bibliographies and literature);
- Technological considerations (the contribution to the technological investigations of the bronze sculptures):



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Dipartimento di
Scienze della Terra

Eccellenza 2023-2027

- Conservation problems of the earth in situ in statues (emptying, metal/core interface phenomena);
- How to sample casting cores to optimize analytical results;
- Casting cores samples;
- The casting cores of San Giovanni Battista (1571) by Vincenzo Danti (sampling, investigations, objectives, results);
- The casting cores of some Donatello sculptures created between the 1920s and 1960s 15th century (sampling, investigations, objectives, results);
- Conclusions.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Introduzione e Fondamenti di R Introduction & Basics of R

6h, 1 CFU

Docente: Dr. CATERINA GOZZI - caterina.gozzi@unifi.it

Descrizione breve: Il corso introduce all'uso del software R e della sua interfaccia RStudio per l'analisi statistica esplorativa dei dati. I partecipanti acquisiranno le competenze di base per gestire e analizzare database ambientali, nonché per costruire grafici in R. Il corso include esercitazioni pratiche.

Brief description: The course introduces the use of R software and its interface RStudio for exploratory statistical data analysis. Participants will acquire basic skills to manage and analyze environmental datasets, as well as to create plots in R. The course includes practical exercises.

Programma esteso: Il corso fornisce le conoscenze di base per iniziare a utilizzare R, linguaggio di programmazione e ambiente interattivo per l'analisi statistica dei dati, dotato di un ampio catalogo di strumenti grafici e analitici. Il corso si svolge a distanza ed è strutturato in due lezioni da tre ore ciascuna. Durante la prima lezione, i partecipanti impareranno a installare R e a utilizzare l'interfaccia RStudio, con particolare attenzione all'esecuzione dei comandi, all'uso di operatori e funzioni e alla consultazione della documentazione. La seconda lezione sarà dedicata all'importazione dei dati, ai fondamenti dell'analisi statistica esplorativa e alla creazione e visualizzazione di grafici (ad es. istogrammi, curve cumulative, boxplot, matrici di correlazione). Sono previste anche esercitazioni pratiche con un database geochimico. Il corso fornisce competenze operative di base per l'analisi statistica, l'esplorazione grafica dei dati e la gestione di dataset ambientali in R.

Extended programme: The course provides the foundational knowledge needed to start using R, a programming language and interactive environment for statistical data analysis, equipped with a wide range of graphical and analytical tools. The course is held online and is structured into two three-hour lessons. During the first lesson, participants will learn how to install R and use the RStudio interface, with a focus on running commands, using operators and functions, and consulting the documentation. The second lesson will cover data import, the fundamentals of exploratory statistical analysis, and the creation and visualization of plots (e.g., histograms, cumulative curves, boxplots, correlation matrices). The course also includes practical exercises using a geochemical database. It provides basic operational skills for statistical analysis, graphical data exploration, and the management of environmental datasets in R.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Come Scrivere una Tesi di Dottorato in LaTeX

Writing a PhD Thesis in LaTeX

6h, 1 CFU

Docente: Dr. CATERINA GOZZI - caterina.gozzi@unifi.it

Descrizione breve: Il corso offre un'introduzione all'uso del software LaTeX per la redazione di testi scientifici. I partecipanti apprenderanno come strutturare una tesi di dottorato, organizzare l'indice e formattare tabelle, figure e bibliografia. Sono previste esercitazioni pratiche utilizzando il modello classicthesis.

Brief description: The course offers an introduction to the use of LaTeX software for writing scientific texts. Participants will learn how to structure a PhD thesis, organize the table of contents, and format tables, figures, and the bibliography. Practical exercises using the classicthesis template are included.

Programma esteso: Il corso fornisce le conoscenze di base per iniziare a scrivere una tesi di dottorato in LaTeX, un software avanzato per la scrittura di testi ideato per la produzione di documenti scientifici di alta qualità. Il corso si svolge a distanza ed è strutturato in due lezioni da tre ore ciascuna. Durante la prima lezione verranno introdotti i vantaggi dell'uso di LaTeX e le nozioni fondamentali per iniziare a comporre testi: scelta dei caratteri, ambienti, pacchetti e modelli. La seconda lezione sarà dedicata alla strutturazione della tesi: suddivisione in sezioni, gestione dei riferimenti, formattazione di tabelle e figure e creazione della bibliografia con BibDesk. Saranno inoltre svolte esercitazioni pratiche utilizzando il modello classicthesis. Il corso fornisce competenze operative di base per la formattazione di testi scientifici, con particolare attenzione alla strutturazione della tesi di dottorato.

Extended programme: The course provides the foundational knowledge needed to begin writing a PhD thesis in LaTeX, an advanced typesetting system designed to produce high-quality scientific documents. The course is held online and is structured into two three-hour sessions. The first lesson introduces the advantages of using LaTeX and covers the essential concepts for getting started with writing: font selection, environments, packages, and templates. The second lesson focuses on thesis structure, including the division into sections, reference management, formatting of tables and figures, and bibliography creation using BibDesk. Practical exercises will be carried out using the classicthesis template. The course provides participants with basic operational skills for formatting scientific texts, with particular emphasis on the structure and organization of a PhD thesis.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Tecniche strumentali per analisi composizionali e isotopiche di acque e gas

Instrumental techniques for chemical and isotopic analyses of water and gas

6h, 1 CFU

Docente: Prof. FRANCO TASSI - franco.tassi@unifi.it

Descrizione breve: Il corso si svolgerà in due lezioni ed ha come obiettivo di insegnare agli studenti utilizzo e applicazioni di strumenti analitici del laboratorio di geochimica dei fluidi del DST-UNIFI. Le informazioni di carattere teorico saranno implementate con una parte di esercitazioni in laboratorio con utilizzo dei suddetti strumenti.

Brief description: The course consists of 2 sessions with the aim of teaching use and applications of analytical instruments of the fluid geochemistry laboratory of DST-UNIFI. Theoretical information will be implemented with practical use of the instruments.

Programma esteso: Verranno trattate in forma teorica e pratica tecniche cromatografiche con strumenti Erreci S1130 (IC) e Agilent 8860 (GC), spettrofotometria (Agilent Cary 60 UV-vis) e spettroscopia *cavity ring-down* (Picarro G2201-i, Picarro L2130-i, Picarro Caddy A2100), illustrando le applicazioni dei dati analitici in campo ambientale, della sorveglianza vulcanica e della prospezione geotermica, con esempi derivanti da studi effettuati su sistemi affetti da pressione antropica e attività geotermica e vulcanica. Il corso sarà effettuato in presenza nel laboratorio di geochimica dei fluidi.

Extended programme: Theoretical and practical issues of analyses carried out by chromatographic (Erreci S1130, IC; Agilent 8860, GC), spectrophotometry (Agilent Cary 60 UV-vis), and cavity ring down spectroscopy (Picarro G2201-i, Picarro L2130-i, Picarro Caddy A2100) will be shown and discussed. Applications of analytical data for environmental, volcanic surveillance and geothermal prospection will be described, with examples from studies on systems affected by anthropogenic pressure, geothermal and volcanic activity. The course will be held in presence in the laboratory of fluid geochemistry.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Introduzione alla microscopia ottica in luce riflessa

Introduction to reflected-light microscopy ("ore microscopy")

18h, 3 CFU

Docente: Prof. VALENTINA RIMONDI - valentina.rimondi@unifi.it

Descrizione breve: Il corso fornisce un'introduzione teorico-pratica alla microscopia metallografica (o in luce riflessa). La tecnica permette lo studio dei minerali opachi e trova applicazione nei campi della mineralogia e geologia economica, della lavorazione dei minerali, della metallurgia e nello studio delle rocce ignee, metamorfiche e sedimentarie che contengono minerali opachi.

Brief description: This course is designed to be an introduction to Ore microscopy, which is the traditional name for the study of opaque minerals by reflected light microscopy. It has applications in the fields of mineralogy, economic geology, mineral dressing, metallurgy and in the study of igneous, metamorphic and sedimentary rocks containing opaque minerals.

Programma esteso: Il Corso si articolerà in 5 lezioni teorico-pratiche come da programma:

Lezione 1 (3h): breve introduzione teorica alla microscopia ottica in luce riflessa e alle proprietà ottiche dei minerali opachi. Lezione erogata in modalità online e/o in presenza.

Lezione 2, 3 e 4 (5h/una; totale 15h): esercitazioni pratiche degli studenti finalizzate all'esame delle caratteristiche ottiche dei principali minerali opachi e alle loro relazioni tessiturali. Le esercitazioni saranno condotte in presenza presso l'aula D del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze su sezioni fornite dal docente mediante l'impiego di microscopi in luce riflessa.

Al termine del corso gli studenti saranno in grado di identificare, tramite impiego di microscopi in luce riflessa, i principali minerali metallici (solfuri e ossidi), con focus sui minerali "di importanza economica", ovvero gli "ore minerals".

Extended programme: The Course is organized in 5 theoretical-practical lectures as follows:

Lecture 1 (3h): brief theoretical introduction to reflected light optical microscopy and optical properties of opaque minerals (3h). Lecture delivered online and/or in-person.

Lecture 2, 3, and 4 (5h/each for a total of 15h): class exercises aimed at examining the optical properties of the major opaque minerals and their textural relationships. The exercises will be conducted in-person at Classroom D of the Department of Earth Sciences, University of Florence on sections provided by the instructor using reflected-light microscopes.

At the end of the course, students will be able to employ reflected-light microscopy to recognize the main metallic minerals (sulfides and oxides), with a focus on minerals "of economic importance" or "ore minerals".

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Courses and Seminars

Measurements of isotope ratios through TIMS and MC-ICPMS and applications to Geosciences

6h, 1 CFU

Docente: Prof. RICCARDO AVANZINELLI - riccardo.avanzinelli@unifi.it

Descrizione breve: Il Corso fornisce agli studenti le conoscenze di base relative alle procedure analitiche per la misura di rapporti isotopici attraverso spettrometria di massa multi-collettore con sorgente termica (TIMS) o al plasma (MC-ICPMS). Il corso include esercitazioni pratiche al TIMS.

Brief description: 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, including a practical experience on the TIMS.

Programma esteso: Il corso consiste in una lezione frontale (3 ore) e un'esperienza di laboratorio (3 ore) presso il Laboratorio di Geochimica degli Isotopi Radiogenici dell'Università degli Studi di Firenze.

Lezione 1 (3 ore: in presenza o da remoto tramite Google Meet): breve introduzione agli isotopi; metodi chimici per la purificazione del campione mediante cromatografia a scambio ionico; descrizione delle differenze tra TIMS e MC-ICPMS. Correzioni e problematiche relative alle misure dei rapporti isotopici (e.g., Frazionamento isotopico strumentale e relativa correzione). Misure statiche vs. multidinamiche. Misure in diluizione isotopica. Descrizione della procedura analitica completa per sistematiche isotopiche selezionate (ad esempio, Sr, Pb, U-Th).

Esperienza di laboratorio (3 ore): visita al Laboratorio di Geochimica degli Isotopi Radiogenici dell'Università degli Studi di Firenze con esperienza pratica nell'utilizzo di uno strumento TIMS per le misure dei rapporti isotopici.

Extended programme: The course consists of a one lessons (3 hours) and a laboratory experience (3 hours) at the Radiogenic Isotope Geochemistry Laboratory of the Università degli Studi di Firenze. Lesson 1 (3 hours: in presence or remotely by Google Meet): brief introduction to isotopes; chemical methods for sample purification through ion exchange chromatography; description of TIMS and MCICPMS and differences. 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 (3 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.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with the lecturer



L'impronta umana in un clima che cambia - Un viaggio dalle Alpi al mare sulla strada verso la sostenibilità

The human footprint in a changing climate - A journey from the Alps to the sea and the road to sustainability

6h, 1 CFU

Docenti: Dr. FEDERICA BADINO - federica.badino@unifi.it
Prof. ADELE BERTINI - adele.bertini@unifi.it
Dr. GABRIELE NICCOLINI - gabriele.niccolini@unifi.it

Descrizione breve: Il corso introduce le sfide della sostenibilità e i possibili scenari futuri. Dalle Alpi al mare, la paleoecologia ricostruisce la risposta degli ecosistemi ai cambiamenti climatici e antropici del passato, offrendo strumenti utili per orientare le strategie ambientali e la conservazione della biodiversità.

Brief description: The course introduces sustainability challenges and future scenarios. From the Alps to the sea, palaeoecology reveals how ecosystems responded to past changes, offering key insights to guide today's environmental strategies, from climate resilience to biodiversity conservation.

Programma esteso: Il seminario introduce ai concetti di base della sostenibilità. Saranno presentati brevemente gli scenari futuri delineati dalla comunità scientifica internazionale e le strategie trasformative per uno sviluppo sostenibile. Particolare rilievo sarà dato al valore delle "lezioni dal passato", ovvero alla comprensione dei cambiamenti climatici e ambientali avvenuti nei tempi geologici e storici, essenziali per orientare le azioni del presente e costruire un futuro resiliente. Il seminario approfondirà l'uso di diversi proxy, come polline, palinomorfi non pollinici, materia organica palinologica, macroresti vegetali e ricostruzioni climatiche. I temi principali includono: i. archivi continentali e marini; ii. variabilità climatica su scala lunga e breve; iii. impatti del clima e pressioni antropiche sugli ecosistemi; iv. vulnerabilità di ecotoni alpini e mediterranei. Il corso combina lezioni online e attività pratiche in presenza (Lab. di Palinologia, UNIFI-DST).

Il corso compreso il workshop saranno svolti in presenza. Le 4 lezioni frontali saranno fruibili anche online; il workshop e l'attività in laboratorio saranno esclusivamente in presenza (a numero chiuso).

Extended programme: The seminar introduces the basic concepts of sustainability. Future scenarios outlined by the international scientific community and transformative strategies for sustainable development will be briefly presented. Particular emphasis will be placed on the value of 'lessons from the past', i.e. the understanding of climate and environmental changes that have taken place over geological and historical timescales, which are fundamental to more consciously guiding actions in the present and building a resilient future. The seminar will explore the use of different proxies, such as pollen, non-pollen palynomorphs, palynological organic matter, plant macroremains and climate reconstructions. Main topics include: i. continental and marine archives; ii. long and short scale climate variability; iii. impacts of climate and anthropogenic pressures on ecosystems; iv. vulnerability of alpine and Mediterranean ecotones. The course combines online lectures with in-person practical sessions (Lab. of Palynology, UNIFI-DST).

Periodo didattico: 10-11 dicembre 2025, 2026, 2027



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Dipartimento di
Scienze della Terra
Eccellenza 2023-2027

Teaching period: 10-11 December 2025, 2026, 2027



introduzione alla fotogrammetria *close-range* per la paleontologia e il patrimonio museale: dalle foto ai modelli 3D

Introduction to Close-range photogrammetry for Paleontology and Museum heritage: from pictures to 3D models

12h, 2 CFU

Docente: Prof. MATTEO BELVEDERE - matteo.belvedere@unifi.it

Descrizione breve: Il corso si propone di dare le basi teoriche e pratiche di fotogrammetria close-range attraverso l'uso dei principali software commerciali e di attività pratiche con campioni selezionati dal docente ed altri portati dagli studenti.

Brief description: The course aims to provide the theoretical and practical bases of close-range photogrammetry through the use of the main commercial software and practical activities with samples selected by the teacher and others brought by the students.

Programma esteso: La produzione e la visualizzazione di dati 3D sono diventate parte integrante degli studi paleontologici e stanno aumentando la loro importanza nella conservazione del patrimonio museale. La fotogrammetria close-range è uno dei metodi più utilizzati, relativamente economici e versatili per la digitalizzazione delle superfici. Il corso si propone di insegnare le basi della fotogrammetria per la paleontologia e i beni museali.

Parte 1: conoscenze teoriche di base sulla fotogrammetria Structure-from-Motion e su come scattare foto.

Parte 2: flusso di lavoro e confronto tra i software più comunemente utilizzati. Utilizzeremo i software commerciali Agisoft Metashape e Reality Capture;

Parte 3: Valutazione della qualità. Che cosa un modello 3D mi piace bene? Cosa c'è di buono? Questa parte esplorerà la valutazione della qualità e come produrla

Pratico: prove con campioni portati dai partecipanti.

Il numero di partecipanti è limitato a 10-15 (a seconda delle regole di distanziamento del prossimo anno); Il corso si rivolge principalmente a dottorandi e studenti di master; Anche gli altri partecipanti sono i benvenuti, anche se verrà data priorità alle categorie precedenti. In base alla nazionalità dei partecipanti, il corso può essere tenuto in italiano o in inglese.

Extended programme: 3D data production and visualization have become an integral part of paleontological studies and is increasing its importance in museum heritage conservation. Close-range photogrammetry is one of the most used, relatively cheap, and versatile method used for surface digitization. This course will teach the basics of photogrammetry for paleontology and museum heritage.

Part 1: theoretical basic knowledge of Structure-from-Motion photogrammetry and how to take pictures.

Part 2: workflow and comparison of the most commonly used software. We'll use the commercial software Agisoft Metashape and Reality Capture;

Part 3: Quality assessment. When a 3D model is made is good? What is good? This part will explore quality assessment and how to produce them

Practical: tests with samples brought by participants.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Dipartimento di
Scienze della Terra
Eccellenza 2023-2027

Participant number is limited to 10-15 (depending on next year's distancing rules); the course is primarily addressed to doctoral and master students; other participants are also welcome, although priority will be given to the previous categories. On the base of the nationality of participants, the course can be held in Italian or English.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with the lecturer



Dai giacimenti ai metalli: una storia lunga millenni

From deposits to metals: a thousand-year history

6h, 1 CFU

Docente: Prof. MARCO BENVENUTI (GEOS 01-D) - m.benvenuti@unifi.it

Descrizione breve: I minerali metalliferi ed il loro sfruttamento dal tardo Neolitico all'epoca pre-Moderna, con particolare riferimento a rame e ferro (e loro leghe). Traccianti di provenienza e di processo.

Brief description: The Extraction and Use of Ore Minerals from the Late Neolithic to the Pre-Modern Era. Tracing Provenance and Production of Copper, Iron, and Their Alloys.

Programma esteso: La distribuzione ed abbondanza naturale dei metalli. Concetto di "minerale metallifero". Fattori di controllo per lo sfruttamento dei minerali metalliferi in epoca antica: disponibilità geologica e tecnologica. Il processo metallurgico: aspetti generali. Le scorie metallurgiche. Combustibili, fondenti, sorgenti di energia per il processo metallurgico. Tipi di reattori (crogiuoli, forni).

Cenni sull'evoluzione storica della metallurgia in epoca pre-Industriale, con particolare riferimento alla produzione di rame/bronzo e ferro/acciaio.

Uso di elementi in tracce e isotopi (del piombo) per studi di provenienza e/o tecnologie di produzione di manufatti metallurgici antichi.

COMPETENZE ACQUISITE: visione diacronica dello sviluppo delle conoscenze sullo sfruttamento dei metalli da parte delle società pre-moderne.

EROGAZIONE: preferibilmente in presenza (in aula), a meno di richiesta diversa da parte degli interessati.

Extended programme: Distribution and Natural Abundance of Metals. The concept of "metalliferous minerals". Factors Influencing the Exploitation of Metalliferous Minerals in Ancient Times: Geological availability and Technological constraints

The Metallurgical Process: General Aspects: Metallurgical slags. Fuels, fluxes, and energy sources for metallurgical processes. Types of reactors (crucibles, furnaces).

Historical Evolution of Pre-Industrial Metallurgy. Focus on copper/bronze and iron/steel production. Trace Elements and (Lead) Isotopes in Archaeometallurgy. Applications in provenance studies. Insights into ancient metal production technologies.

ACQUIRED SKILLS

A diachronic perspective on the development of metal exploitation knowledge in pre-modern societies.

TEACHING DELIVERY METHODS

Preferably in-person (classroom-based), unless otherwise requested by participants.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Dinocisti e ricostruzioni paleoceanografiche nel Quaternario: metodi e applicazioni

Dinocysts and paleoceanographical reconstructions in the Quaternary: methods and applications

18h, 3 CFU

Docenti: Prof. ADELE BERTINI - adele.bertini@unifi.it
Prof. FABIENNE MARRET - F.Marret@liverpool.ac.uk

Descrizione breve: Il corso introduce all'uso delle dinocisti negli studi paleoceanografici e paleoclimatici, con focus sul Quaternario, attraverso lezioni, un workshop sulle ricostruzioni quantitative e un'attività di laboratorio.

Brief description: The course introduces the use of dinocysts in paleoceanographical and paleoclimatic studies, focusing on the Quaternary, through lectures, a workshop on quantitative reconstructions, and practical lab activity.

Programma esteso: Il corso si articola in quattro lezioni frontali (10 ore) dedicate al ruolo delle dinocisti e degli altri palinomorfi negli studi oceanografici e paleoclimatici, con particolare riferimento al Quaternario. Verranno presentate le basi metodologiche per l'analisi delle dinocisti a parete organica, con cenni alla preparazione dei campioni, tassonomia, biogeografia, ecologia e gestione dei dati. Il workshop (5 ore) sarà focalizzato sulle tecniche di ricostruzione quantitativa dei parametri delle acque di superficie (temperatura, salinità e copertura di ghiaccio delle acque di superficie) a partire dalle associazioni di cisti di dinoflagellati, con introduzione agli approcci statistici (PAST, MAT tramite piattaforma R). Il corso si concluderà con un'attività di laboratorio (3 ore) presso il Laboratorio di Palinologia del Dipartimento di Scienze della Terra (DST), comprendente una sintesi metodologica sulla preparazione dei campioni e l'osservazione microscopica di associazioni a dinocisti.

Il corso compreso il workshop saranno svolti in presenza. Le 4 lezioni frontali saranno fruibili anche online; il workshop e l'attività in laboratorio saranno esclusivamente in presenza (a numero chiuso).

Extended programme: The course includes four frontal lessons (10 hours) focusing on the role of dinocysts and other palynomorphs in oceanographic and paleoclimatic studies, with particular emphasis on the Quaternary. The methodology for organic-walled dinocyst analysis will be introduced, including an overview of sample preparation, taxonomy, biogeography, ecology and data handling. The workshop (5 hours) will focus on quantitative reconstructions of sea-surface parameters (e.g., temperature, salinity, sea-ice cover) using dinoflagellate cyst assemblages and introducing statistical approaches (PAST, MAT using the R platform). The course includes a lab session at the Palynology Laboratory of the Department of Earth Sciences (DST), involving sample preparation and microscopic observation (3 hours).

The course will be delivered in person, with classroom lectures (10 hours) also available online, and in-person workshop and laboratory activities (with limited attendance).

Periodo didattico: 12-21 novembre 2025



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Dipartimento di
Scienze della Terra
Eccellenza 2023-2027

Teaching period: 12-21 November 2025



**Tecniche di detection and mapping da dati radar interferometrici
satellitari applicate all'instabilità del terreno e dei manufatti**

**Detection and mapping techniques from satellite interferometric radar
data applied to ground and artifact instability**

6h, 1 CFU

Docente: Prof. SILVIA BIANCHINI (silvia.bianchini@unifi.it)

Descrizione breve: Il corso consiste in lezioni frontali ed esercitazioni di uso di GIS per effettuare procedure di analisi di dati radar satellitari interferometrici multi-temporali. Vengono fornite informazioni teoriche sull' interferometria radar satellitare e nozioni pratiche di radar-interpretazione.

Brief description: The course consists of lectures and exercises on the use of GIS to perform procedures for analyzing multi-temporal interferometric satellite radar data. Theoretical information on satellite radar interferometry and practical notions of radar-interpretation are provided.

Programma esteso: Il corso si tiene in lingua italiana. Il corso è articolato in due mattinate e si pone l'obiettivo di fornire conoscenze sui seguenti argomenti: 1) Cenni teorici di base di interferometria radar satellitare differenziale e multi-temporale PSI (Persistent Scatterers Interferometry); 2) Tecniche di radar-interpretazione di dati radar interferometrici satellitari PSI per l'identificazione, mappatura e caratterizzazione di spostamenti del terreno a scala regionale e a scala locale su edifici: in particolare, saranno affrontate procedure di clusterizzazione manuale e semi-automatica dei dati, omogenizzazione di dati derivanti da orbite di acquisizione diverse. Al punto 2) il programma può subire variazioni specifiche, adattandosi alle richieste e al livello di preparazione degli studenti iscritti. È richiesto il proprio computer portatile con già installato software GIS (ArcGIS PRO o ArcMAP o QGIS) su cui effettuare step-by-step le procedure indicate, con dati di prova forniti dalla docente.

Extended programme: The course (in Italian) consists of two mornings and aims to provide knowledge on the following topics: 1) Basic theoretical outlines of differential and multi-temporal PSI (Persistent Scatterers Interferometry) satellite radar interferometry; 2) Radar-interpretation techniques of PSI satellite radar interferometric data for the identification, mapping and characterization of ground displacements at regional and local scales on buildings: in particular, manual and semi-automatic data clustering procedures, homogenization of data derived from different acquisition orbits will be addressed. Under 2) the program may be subject to specific variations, adapting to the requirements and level of preparation of the enrolled students. Own laptop computer with already installed GIS software (ArcGIS PRO or ArcMAP or QGIS) on which to perform step-by-step the indicated procedures, with test-data provided by the lecturer, is required.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



**Ricostruzione 3D delle superfici vulcaniche e loro utilizzo per la
valutazione del rischio e della pericolosità vulcanica**

**3D Reconstruction of the Volcanic Surfaces and their Use for
Volcanic Hazard and Risk assessment**

12h, 2 CFU

Docenti: Dr. MARINA BISSON (INGV- sezione di Pisa) - marina.bisson@ingv.it
Dr. ALESSANDRO TADINI (INGV- sezione di Pisa)- alessandro.tadini@ingv.it

Descrizione breve: Il corso tratterà i modelli digitali del terreno (DEM) e il loro utilizzo per valutare la pericolosità vulcanica. Verranno illustrati: i) le principali tecniche e i dati utilizzati per ricostruire il DEM delle aree vulcaniche attive, evidenziandone vantaggi e svantaggi; ii) come i DEM possano contribuire alla valutazione della pericolosità e del rischio vulcanico, quantificando i cambiamenti morfologici e il loro impatto nelle aree abitate.

Brief description: The course will deal with digital elevation models (DEM) and their use in volcanic hazard assessment. It will illustrate: i) the main techniques and data used to reconstruct the DEM of the active volcanic areas highlighting the pros and cons; ii) how DEM can help in the volcanic hazards and risks assessment, quantifying morphological changes and its impact in inhabited areas

Programma esteso: Parte I (6h): - Introduzione sui Modelli Digitali del Terreno (DEM, DSM, DTM); - Tecniche di acquisizione dati (Airborne Laser Scanning, Satellite Remote Sensing, UAVs); - Metodi di interpolazioni spaziale per la creazione dei Modelli Digitali del Terreno e principali mappe derivabili. Parte II (6h): - Le mappe di pericolosità in vulcanologia e il concetto di rischio; - Cenni sulla modellistica numerica legati alla produzione di mappe di pericolosità probabilistiche; - Panoramica su alcune tipologie di mappe di pericolosità in vulcanologia (apertura bocche, ricaduta cenere, flussi piroclastici, tsunami di origine vulcanica). Competenze acquisite: - Panoramica sulle principali tecniche di acquisizione ed elaborazione dei dati per la ricostruzione di superfici topografiche, in particolare vulcaniche; - Panoramica su alcuni metodi per l'elaborazione di mappe di pericolosità vulcanica e per la valutazione del rischio.

Extended programme: Part I (6h): - Introduction to Digital Elevation Models (DEM, DSM, DTM); - Data acquisition techniques (Airborne Laser Scanning, Satellite Remote Sensing, UAVs); - Spatial interpolation methods for the creation of Digital Elevation Models and main derived maps. Part II (6h): - Hazard maps in volcanology and the concept of risk; - Overview of numerical modeling related to the production of probabilistic hazard maps; - Overview of different types of hazard maps in volcanology (vent opening, ash fall, pyroclastic flows, volcano-generated tsunamis); Introduction to methodologies for transitioning from hazard to risk. Acquired skills: - Overview on the main techniques to acquire and elaborate data for the reconstruction of topographic surfaces, in particular volcanic ones; - Overview on some methods for developing volcanic hazard maps and for risk assessment.

Periodo didattico: Giugno - da definire con il docente

Teaching period: June - to be defined with the lecturer



I volatili nei Magmi: dai principi termodinamici alla dinamica delle bolle

Volatiles in Magmas: from thermodynamical principles to bubble dynamics

12h, 2 CFU

Docenti: Dr. SIMONE COLUCCI (INGV- sezione di Pisa) – simone.colucci@ingv.it

Dr. CHIARA P. MONTAGNA (INGV- sezione di Pisa) – chiara.montagna@ingv.it

Descrizione breve: L'interazione chimica e fisica tra fase liquida e gassosa è cruciale nel determinare l'evoluzione dei sistemi di alimentazione vulcanici. Partiremo dallo studio dei principi termodinamici che governano gli equilibri di fase nei magmi, per poi proseguire con lo studio delle dinamiche di nucleazione, crescita e colaescenza delle bolle di gas

Brief description: The chemical and physical interaction between the liquid and gas phases is crucial in determining the evolution of volcanic feeding systems. We will begin by studying the thermodynamic principles that govern phase equilibria in magmas, and then proceed to the study of the dynamics of gas bubble nucleation, growth, and coalescence.

Programma esteso: Introduzione: importanza dell'interazione melt-volatili nei sistemi di alimentazione magmatici; - Termodinamica classica: le grandezze ed i principi della termodinamica classica, potenziali ed energie libere, equilibri termodinamici; - Termodinamica delle miscele: definizione di miscela, miscele ideali e miscele reali, energie e potenziali in eccesso, equilibrio, fugacità ed attività, legge di Henry; - Applicazione alle miscele magmatiche: modellizzazione degli equilibri liquido silicatico-volatili e loro implicazioni per le dinamiche dei sistemi vulcanici; esempi di utilizzo di software dedicato (solwcad); - Dinamica delle bolle di gas: teoria classica della nucleazione, crescita di volume e di massa, meccanismi di coalescenza; - Esperimenti ad alta pressione e temperatura per lo studio dei processi di vescicolazione magmatica; - Modello di crescita per popolazioni monodisperse con utilizzo di software dedicato; modelli polidispersi e coalescenza. Competenze acquisite: - Comprensione dei principi termodinamici ed applicazioni alle miscele magmatiche; - Comprensione del concetto di disequilibrio termodinamico nei magmi; - Utilizzo di software per modellazione termodinamica; - Conoscenza dei processi di formazione ed evoluzione di bolle di gas; - Utilizzo di modelli di crescita di bolle di gas nei magmi.

Extended programme: Introduction: importance of melt-volatile interaction in magmatic plumbing systems; - Classical thermodynamics: fundamental quantities and principles of classical thermodynamics; thermodynamic potentials and free energies; thermodynamic equilibria; - Thermodynamics of mixtures: definition of mixtures; ideal and real mixtures; excess energies and potentials; equilibrium, fugacity and activity; Henry's law; - Application to magmatic mixtures: modeling of silicate melt-volatile phase equilibria and their implications for volcanic system dynamics; examples using dedicated software (solwcad); - Gas bubble dynamics: classical nucleation theory; volume and mass growth; coalescence mechanisms; - High-pressure and high-temperature experiments for the study of magmatic vesiculation processes; - Bubble growth modeling:



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Dipartimento di
Scienze della Terra
Eccellenza 2023-2027

monodisperse population growth using dedicated software; polydisperse models and coalescence.
Acquired skills: - Understanding of thermodynamic disequilibrium in multiphase magmas; - Understanding of thermodynamic principles and their application to magmatic mixtures; - Use of software for thermodynamic modeling; - Knowledge of gas bubble formation and evolution processes; - Application of bubble growth models in magmatic systems.

Periodo didattico: Settembre - da definire con il docente

Teaching period: September - to be defined with the lecturer



Implicazioni Geopolitiche della ricerca e coltivazioni dei Giacimenti Minerari

Geopolitical implication of the survey and exploiting of the Ore Deposits

6h, 1 CFU

Docente: Prof. PILARIO COSTAGLIOLA - pilario.costagliola@unifi.it

Descrizione breve: Il corso introduce i concetti base della geologia economica per comprendere l'impatto dell'attività mineraria sulla società, sull'ambiente e nel contesto della transizione energetica. Tra i temi trattati: storia e ruolo dell'attività estrattiva, pressioni sociali, ricadute economiche e ambientali. Il corso è aperto a tutti i dottorandi di UNIFI.

Brief description: This course, aimed at PhD students at the University of Florence, introduces economic geology, focusing on the societal and environmental impacts of mining, especially during the energy transition. Topics include mining history, social pressures, economic and environmental effects, and rare earth elements in Ukraine.

Programma esteso: Il corso di Elementi di Giacimenti Minerari, rivolto ai dottorandi dell'Università di Firenze, si propone di fornire una base introduttiva di geologia economica, con l'obiettivo di comprendere come e in che misura l'attività estrattiva possa influenzare la nostra società, presente e futura. Il taglio del corso privilegia un approccio generale, evitando un'eccessiva specializzazione in aspetti puramente geologici. Il programma affronta tematiche quali:

- la storia e il ruolo dell'attività mineraria,
- le pressioni sociali che essa può generare,
- la ricchezza economica che può produrre,
- le conseguenze ambientali associate.

Tutti gli argomenti saranno analizzati nel contesto della transizione energetica in atto. Una parte del corso sarà inoltre dedicata alle terre rare presenti in Ucraina, tema di particolare attualità.

Il corso è potenzialmente aperto anche studenti di altre scuole di dottorato di UNIFI, al personale e a chiunque sia interessato a queste tematiche. Non è prevista una fase di lavoro sul campo, ma, qualora vi fosse interesse da parte degli studenti, sarà possibile organizzare visite a giacimenti dismessi presenti sul territorio toscano.

Extended programme: The Elements of Mineral Deposits course, intended for PhD students at the University of Florence, aims to provide an introductory foundation in economic geology. The objective is to understand how and to what extent mining activities can influence our society, both now and in the future. The course adopts a general and accessible approach, deliberately avoiding excessive focus on strictly geological details. The program covers key topics such as:

- the history and role of mining activities,
- the potential social pressures generated by mining,
- the economic wealth it can produce,
- the associated environmental impacts.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Dipartimento di
Scienze della Terra
Eccellenza 2023-2027

All topics will be explored within the broader framework of the ongoing energy transition. A specific section of the course will also focus on rare earth elements in Ukraine, due to the current relevance of the issue.

The course is potentially open not only to PhD students, but also to other students, UNIFI staff, and anyone with an interest in these subjects. Although fieldwork is not initially planned, visits to decommissioned mining sites in Tuscany may be organized if there is sufficient interest from participants.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Origine e destino della materia organica dalla terraferma agli oceani

Origin and fate of organic matter from land to oceans

12h, 2 CFU

Docente: Dr. GABRIELE GAMBACORTA - gabriele.gambacorta@unifi.it

Descrizione breve: Il corso è volto a fornire ai partecipanti conoscenze di base sull'origine, le caratteristiche, il trasporto e la deposizione dei sedimenti fini e dei black shale. Il corso si articola in lezioni frontali ed esercitazioni in aula che permetteranno ai partecipanti di comprendere meglio quanto spiegato a lezione.

Brief description: The course is aimed to provide participants with basic knowledge about fine-grained sediments and black shales origin, characteristics, transport, and deposition. The course consists of frontal lessons and classroom exercises that will allow the participants to better understand what explained during the class.

Programma esteso: Lezione frontale 1 (6 ore):

- Introduzione alle facies organiche e ai black shale; processi responsabili dell'erosione, trasporto e deposizione di peliti e black shale; proprietà fisiche e chimiche delle peliti e delle rocce madri; eterogeneità laterale e verticale delle peliti e delle rocce madri su scala dalla sezione sottile, carota, log e sismica.
- Produzione di materia organica: tipo, quantità, variazione da ambienti prossimali a distali, processi nella colonna d'acqua.
- Processi di preservazione: degradazione della materia organica nella colonna d'acqua e all'interfaccia acqua-sedimento, tasso di accumulo del carbonio organico, efficienza di seppellimento, fattore di conservazione.

Lezione frontale 2 (6 ore):

- Diluizione della materia organica: apporto sedimentario, distribuzione della materia organica nei diversi ambienti deposizionali, impatto del tasso di sedimentazione detritico sulla diluizione e conservazione della materia organica; principi di stratigrafia sequenziale applicata alle rocce madri.
- Ambienti deposizionali di rocce madri attuali e antiche, da contesti marini a continentali.
- Seppellimento e diagenesi dei sedimenti fini e dei black shale. Panoramica sulle applicazioni attuali e future.

Extended programme: Frontal lesson 1 (6 hrs):

- Introduction to organic facies and black shales; processes responsible for mudrocks and black shale erosion, transport and deposition; physical and chemical properties of mudrocks and source rocks; mudrocks and source rocks lateral and vertical heterogeneity from thin-section-, core-, log-, to seismic-scale.
- Organic matter production: type, amount, variation from proximal to distal settings, water column processes.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Dipartimento di
Scienze della Terra
Eccellenza 2023-2027

- Preservation processes: organic-matter degradation along the water column and at the sediment-water interface, organic carbon accumulation rate, burial efficiency, preservation factor.

Frontal lesson 2 (6 hrs):

- Organic matter dilution: sediment supply, distribution of organic matter in the different depositional environments, detrital sedimentation rate impact on dilution and preservation of organic matter; principles of source rock sequence stratigraphy.
- Modern and ancient source rock depositional environments from marine to continental settings.
- Fine-grained sediments and black shales burial and diagenesis. An overview on present and future applications.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



**Introduzione pratica alla spettroscopia di assorbimento di raggi-X (XAS)
con applicazioni alla mineralogia e all'ambiente**

**Practical introduction to X-ray absorption spectroscopy (XAS) with
applications to Mineralogical and Environmental Sciences**

12h, 2 CFU

Docente: Dr. GIOVANNI ORAZIO LEPORE - giovanniorazio.lepore@unifi.it

Descrizione breve:

- Introduzione alle sorgenti di luce di sincrotrone e alla spettroscopia di assorbimento di raggi X
- Tutorial sull'analisi dati
- Applicazioni alla mineralogia e alle scienze ambientali

Brief description:

- Introduction to synchrotron light sources and X-ray Absorption Spectroscopy
- XAS data analysis tutorial
- Applications for mineralogical/environmental sciences

Programma esteso: Il corso prevede lezioni frontali ed esercitazioni e si svolgerà in due parti, entrambe in presenza. Nella prima parte, prettamente teorica, affronteremo i principi fisici alla base della XAS e delle due principali tecniche in cui si distingue: XANES (X-ray Absorption Near Edge Structure) e EXAFS (Extended X-ray Absorption Fine Structure). La seconda parte prevede invece un'attività pratica attraverso esercitazioni mirate all'apprendimento delle metodologie fondamentali per l'analisi degli spettri di assorbimento di raggi X con esempi di materiali contestualizzati in chiave mineralogico-ambientale.

Extended programme: The course includes lectures and practical exercises and will be divided into two parts, both held in person. The first, mainly theoretical, will cover the physical principles underlying XAS and its two main techniques: XANES (X-ray Absorption Near Edge Structure) and EXAFS (Extended X-ray Absorption Fine Structure). The second will involve practical activities through exercises aimed at learning the fundamental methodologies for analyzing X-ray absorption spectra, with examples of materials studied in a mineralogical-environmental context.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Modellizzazione analogica di processi vulcano-tettonici: dalla natura al laboratorio

Analogue modelling of volcano-tectonic processes: from nature to lab

12h, 2 CFU

Docente: Dr. DANIELE MAESTRELLI - daniele.maestrelli@igg.cnr.it

Descrizione breve: Il corso si pone l'obiettivo di introdurre gli studenti di dottorato allo studio dei processi vulcano-tettonici (ad es., rifting, messa in posto di magmi, collassi calderici ecc.) osservati dal punto di vista del modellizzatore analogico, affiancando alla parte teorica l'attività sperimentale di laboratorio.

Brief description: The aim of the course is to introduce students to the study of volcano-tectonic processes (e.g., rifting, magma emplacement, caldera collapse, etc.) seen from the perspective of the analogue modeller, combining theoretical lessons with experimental laboratory activities.

Programma esteso: L'obiettivo del corso è fornire agli studenti di dottorato un'introduzione allo studio dei processi vulcano-tettonici in diversi contesti tettonici, dalla scala locale a quella regionale, attraverso l'uso di tecniche avanzate di modellazione analogica e analisi dedicate. Argomenti principali:

- **Giorno 1-Teoria/aula, 6h:** introduzione alle tecniche di modellazione analogica applicate allo studio dei processi vulcano-tettonici. I processi vulcano-tettonici e le deformazioni legate alla migrazione del magma visti attraverso modelli analogici: casi di studio e implicazioni pratiche. Dalla migrazione del magma alla sua messa in posto/eruzione e alle deformazioni associate: il magma nei processi di rifting (rifting assistito da magma); messa in posto del magma in contesti compressivi e trascorrenti; il controllo strutturale della tettonica locale e regionale sulla formazione ed evoluzione di caldere collassate ed edifici vulcanici; deformazioni degli edifici vulcanici e delle caldere post-collasso, deformazioni associate alla risorgenza calderica.
- **Giorno 2-Pratica/laboratorio, 6h:** esercitazione pratica di modellazione dei processi vulcano-tettonici in laboratorio; esercizi di laboratorio e analisi del modello prodotto.

Extended programme: The aim of the course is to provide PhD students with an introduction to the study of volcano-tectonic processes in various tectonic contexts, from local- to regional-scale, through the use of advanced analogue modelling techniques and dedicated analyses. Main topics:

- **Day 1-Theory/class, 6h:** Introduction to analogue modelling techniques applied to the study of volcano-tectonic processes. The volcano-tectonic processes and magma-related deformations seen through analogue models: case studies and practical implications. From magma migration to magma emplacement/eruption and associated deformations: magma versus rifting (magma assisted rifting); magma emplacement in compressive and transcurrent settings; the structural control of local- to regional- scale tectonics on the formation and evolution of collapsed calderas and volcanic edifices; volcanic edifices and post collapse calderas deformation, caldera resurgence-associated deformation.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Dipartimento di
Scienze della Terra
Eccellenza 2023-2027

- Day 2-Practice/laboratory, 6h: modelling volcano-tectonic processes in the laboratory; exercises and analyses of the realized model.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Ostracodi del Quaternario: Metodi e Applicazioni Paleoambientali

Quaternary Ostracods: Methods and Palaeoenvironmental Applications

18h, 3 CFU

Docente: Dr. ILARIA MAZZINI – ilaria.mazzini@igag.cnr.it

Descrizione breve: Il corso fornisce una panoramica approfondita sugli Ostracodi, microcrostacei marini e continentali di notevole interesse per analisi paleoecologiche, stratigrafiche e paleoambientali. L'insegnamento copre aspetti tassonomici, morfologici, ecologici e applicativi, con approcci teorici, pratici e di laboratorio.

Brief description: This course provides an in-depth overview of Ostracods, marine and continental microcrustaceans of significant interest for paleoecological, stratigraphic, and paleoenvironmental analyses. The program covers taxonomic, morphological, ecological, and applied aspects through theoretical, practical, and laboratory-based approaches.

Programma esteso:

Obiettivi formativi -

- Comprendere la sistematica e morfologia degli Ostracodi.
- Apprendere tecniche di campionamento sul campo e analisi delle parti molli.
- Applicare metodi di analisi statistica e isotopica a fini paleoambientali.
- Analizzare il ruolo degli Ostracodi in diversi contesti Quaternari.
- Esaminare casi studio di applicazione in micropaleontologia industriale e geoarcheologia.

Modulo 1 – Fondamenti Generali (3 ore): Introduzione alla biologia e sistematica degli Ostracodi; Morfologia e ontogenesi; Tassonomia e classificazioni; Esempi.

Modulo 2 – Campionamento e trattamenti di laboratorio (3 ore): Documentazione scientifica e gestione delle collezioni; Distribuzione e metodi di campionamento; Illustrazione ai fini tassonomici; Esempi.

Modulo 3 - Ostracodi del Quaternario (4 ore): Ricostruzioni paleoambientali quaternarie; Statistica multivariata e funzioni di trasferimento; Analisi isotopiche e degli elementi in traccia; Ostracodi come indicatori di impatti antropici; Esempi di siti italiani e stranieri.

Modulo 4 – Applicazioni (4 ore): Storia della micropaleontologia applicata; Geoarcheologia e ambienti umani passati; Esempi ed esercitazione; Discussione interdisciplinare e conclusioni

Modulo 5 – Esercitazioni (4 ore): Pratica per l'analisi del residuo; Casi di studio (con materiale preparato); Discussione interdisciplinare e conclusioni.

Metodologia didattica: Lezioni online con supporti multimediali; Seminari tematici e contributi da esperti; Distribuzione di materiale didattico.

Extended programme: Learning Objectives -

- Understand the systematics and morphology of Ostracods.
- Learn field sampling techniques and soft-part analysis.
- Apply statistical and isotopic analysis methods for paleoenvironmental reconstruction.
- Analyze the role of Ostracods in various Quaternary contexts.
- Examine case studies on applications in industrial micropalaeontology and geoarchaeology.



Module 1 – Introduction and general foundations (3 hours): Introduction to Ostracod biology and systematics; Morphology and ontogeny; Taxonomy and classification; Case examples.

Module 2 – Sampling and Laboratory Treatments (3 hours): Scientific documentation and collection management; Distribution and sampling methods; Taxonomic illustration techniques; Case examples.

Module 3 – Quaternary Ostracods (4 hours): Quaternary paleoenvironmental reconstructions; Multivariate statistics and transfer functions; Stable isotope and trace element analysis; Ostracods as indicators of anthropogenic impacts; Examples from Italian and international sites.

Module 4 – Applications (4 hours): History of applied micropalaeontology; Geoarchaeology and past human environments; Examples and practical exercises; Interdisciplinary discussion and conclusions.

Module 5 – Practical Exercises (4 hours): Residue analysis practice; Case studies (with prepared material); Interdisciplinary discussion and conclusions.

Teaching Methods: Online lectures with multimedia support; Thematic seminars and guest expert contributions; Distribution of teaching materials.

Modalità di verifica dell'apprendimento: Partecipazione attiva (20%); Relazione scritta individuale su caso studio o analisi paleoambientale (30%); Prova orale finale (50%), incentrata sulla capacità di sintesi e applicazione dei concetti ad un caso di studio prescelto.

Assessment Methods: Active participation (20%); Individual written report on a case study or paleoenvironmental analysis (30%); Final oral exam (50%), focused on the ability to synthesize and apply concepts to a chosen case study.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Metodi sperimentali ad alta pressione
High-pressure experimental techniques

15h, 2,5 CFU

Docente: Dr. MARTA MORANA - marta.morana@unifi.it

Descrizione breve: Il corso tratta le principali dispositivi utilizzati negli studi ad alta pressione, *piston-cylinder*, *multianvil* e celle a incudine di diamante, e le tecniche di misura. Si discuteranno le equazioni di stato ed esempi di applicazioni nelle Scienze della Terra, con strumenti di laboratorio e grandi sorgenti, inclusa la compressione dinamica.

Brief description: The course provides an introduction to high-pressure studies, including piston-cylinder, multianvil and diamond anvil cells techniques, and measurements based on electromagnetic radiation. The determination of equations of state, dynamic compression and examples of applications in Earth and planetary sciences will be discussed.

Programma esteso: Introduzione ai metodi sperimentali ad alta pressione; dispositivi piston-cylinder e multianvil; celle a incudine di diamante; tecniche di caratterizzazione ad alta pressione: diffrazione di raggi X e spettroscopia vibrazionale; equazioni di stato e loro determinazione; compressione dinamica; applicazioni nelle scienze della Terra e planetarie, sia con strumenti di laboratorio sia con grandi sorgenti, esempi di applicazione compresa la geobarometria elastica. Il corso prevede solo lezioni frontali e può essere tenuto sia in presenza sia a distanza. Gli studenti acquisiranno un quadro completo delle principali tecniche e metodologie negli studi ad alta pressione, in particolare nel campo delle Scienze della Terra.

Extended programme: Introduction high-pressure phenomena and high-pressure experimental techniques; piston-cylinder and multianvil devices; diamond anvil cells: preparation and techniques; probing techniques based on electromagnetic radiation: X-ray diffraction, vibrational spectroscopy; equations of state and their determination; dynamic compression; high pressure studies in Earth and planetary sciences both in-house and at large scale facilities, examples of applications including elastic geobarometry. The course consists of classroom-taught lectures and can be delivered both in presence or remotely. The students will get a wide overview of different methodologies and techniques employed in high pressure studies with particular regard to applications in Earth Sciences.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Fisica del colore

Physical aspects of color

15h, 2,5 CFU

Docente: Dr. MARTA MORANA - marta.morana@unifi.it

Descrizione breve: Il corso tratta le cause fisiche del colore, con particolare attenzione ai minerali. Saranno discussi la natura della luce e i fenomeni di polarizzazione, rifrazione, dicroismo, pleocroismo e le differenti cause fisiche del colore.

Brief description: The course provides the tools to understand the physical causes of color, in particular in minerals. The main topics are light, polarization, refraction, dichroism, pleochroism. The different causes of color will be discussed and related to their physical origin.

Programma esteso: Luce e colore; polarizzazione e cristalli: rifrazione, dicroismo, pleocroismo; colore, atomi e ioni: teoria del campo cristallino; colore e impurezze; luminescenza. Il corso prevede solo lezioni frontali e può essere tenuto sia in presenza sia a distanza. Gli studenti acquisiranno le competenze per individuare le cause fisiche del colore, in particolare nei minerali e nei solidi cristallini.

Extended programme: Light and color; polarization and crystals: refraction, dichroism, pleochroism; color from atoms and ions: crystal field theory; impurity colors; luminescence and related phenomena. The course consists of classroom-taught lectures and can be delivered both in presence or remotely. The students will learn how to understand the physical causes of color, in particular in minerals and other crystalline solids.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Identificazione di tenori di fondo geogenici e anomalie di origine antropogenica in sistemi ambientali

Assessment of the natural geochemical background and of anthropogenic anomalies in environmental systems

8h, 1,33 CFU

Docente: Prof. CLAUDIO NATALI - claudio.natali@unifi.it

Descrizione breve: Il corso mira a fornire agli studenti del Corso di Dottorato gli strumenti per l'identificazione dei tenori di fondo geochimico naturale e le anomalie di origine antropica di matrici geologiche in vari sistemi ambientali attraverso un approccio integrato petrografico-mineralogico-geochimico.

Brief description: The course aims at providing to the PhD students the tools for the identification of the natural geochemical background and anthropogenic anomalies of geological matrices in different environmental systems through an integrated petrographic-mineralogical-geochemical approach.

Programma esteso: Il Corso si articola in 4 lezioni della durata di 2 ore che si svolgeranno in modalità mista (in presenza in aula e a distanza) in formato sincrono e 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-mineralogico-geochimico a tali problematiche, e si affronteranno inoltre aspetti relativi alla vigente normativa ambientale.

Extended programme: The Course is divided into 4 lessons lasting 2 hours that will be held in mixed mode (in presence in the classroom and remotely) in synchronous format and will focus on investigation methods for the study of natural variability and the identification of anthropogenic contributions in different environmental settings (soils, rivers, coastal lagoons). Various case studies will be presented in which it was possible to identify the link between the investigated matrix (water, suspended solid, bottom sediment, soil) and the rocks of the basin of origin, the preferential accumulations of some heavy metals in relation to different depositional contexts and the anthropogenic contributions. The potential of the petrographic-mineralogical-geochemical study approach to these problems will be illustrated, and aspects relating to current environmental legislation will also be addressed.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Come le tecniche geofisiche ci possono aiutare ad affrontare problemi ambientali diversi

How geophysical techniques can help to deal with different environmental problems

12h, 2 CFU

Docente: Prof. VERONICA PAZZI - veronica.pazzi@unifi.it

Descrizione breve: Il corso si propone di fornire una panoramica sulle diverse tecniche geofisiche per ricostruire modelli affidabili del sottosuolo, utili alla comprensione di diverse problematiche ambientali o alla definizione dello stato di conservazione di edifici e manufatti di interesse culturale.

Brief description: The course aims at providing an overview on the different geophysical techniques to reconstruct reliable subsoil models, that can help in understanding different environmental problems, or to define the conservation state of cultural heritage buildings and manufactured.

Programma esteso: In senso lato, la geofisica applicata può essere definita come l'acquisizione e l'interpretazione delle proprietà fisiche della Terra per determinare le condizioni del sottosuolo. Alcuni definiscono Geofisica ingegneristica l'applicazione di metodi geofisici allo studio di materiali e strutture del sottosuolo che potrebbero avere (significative) implicazioni ingegneristiche. Altri definiscono Geofisica ambientale tutte le applicazioni dedicate allo studio di fenomeni fisico-chimici prossimi alla superficie che potrebbero avere implicazioni per la gestione dell'ambiente locale. È ovvio che un'indagine su un sito specifico contenga aspetti sia di geofisica ingegneristica che ambientale, e pertanto tra le due ci sono sovrapposizioni.

Il corso si propone di fornire una panoramica sulle diverse tecniche geofisiche (ad esempio, tomografie di resistività elettrica, misure di rumore sismico, tomografie sismiche a rifrazione, georadar) per ricostruire modelli affidabili del sottosuolo, utili alla comprensione di diverse problematiche ambientali (ad esempio: flussi di acque sotterranee, instabilità del suolo, discariche, conservazione e stabilità delle dighe, conservazione degli argini in terra), o per definire lo stato di conservazione di edifici e manufatti del patrimonio culturale. Dopo un'introduzione alle principali tecniche geofisiche, ai dottorandi verrà chiesto di leggere, comprendere e presentare agli altri un articolo scientifico che tratti un'applicazione delle tecniche geofisiche.

Extended programme: In the broadest sense, applied geophysics can be defined as the acquisition and interpretation of Earth's physical properties to determine sub-surface conditions. Someone refer to the application of geophysical methods to the investigation of sub-surface materials and structures that are likely to have (significant) engineering implications as Engineering Geophysics. Some others call Environmental Geophysics all the application devoted to the investigation of near surface physico-chemical phenomena that are likely to have implications for the management of the local environment. It is obvious that a specific site investigation contains aspects of engineering as well as environmental geophysics, and there may well be considerable overlap.

The course aims at providing an overview on the different geophysical techniques (e.g., electrical resistivity tomographies, seismic noise measurements, seismic refraction tomographies, ground penetrating radar) to reconstruct reliable subsoil models, that can help in understanding different



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Dipartimento di
Scienze della Terra
Eccellenza 2023-2027

environmental problems (e.g.: ground water flows, soil instabilities, landfills, dam conservation and stability, soil levees conservation), or to define the conservation state of cultural heritage buildings and manufactured. After an introduction on the main geophysical techniques, the PhD students will be asked to read, understand, and present to the others a scientific paper that deals with an application of the geophysical techniques.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with lecturer



Approcci tradizionali e innovativi per lo studio dei beni culturali

Geosciences for Cultural Heritage: challenges and innovative methods

12h, 2 CFU

Docente: Dr. SIMONA RANERI - simona.raneri@unifi.it

Descrizione breve: Le geoscienze rivestono un ruolo fondamentale nello studio del patrimonio culturale, offrendo metodi e strategie innovative per la caratterizzazione e la conservazione dei materiali. Il corso esplora le basi metodologiche e presenta casi studio che rispondono alle più comuni questioni scientifiche di archeologi, storici dell'arte e conservatori.

Brief description: Geosciences offer innovative, non-invasive methods for studying and preserving cultural heritage. Ranging from material characterization to nanotechnologies and advanced research facilities, these techniques provide valuable solutions to critical challenges in archaeology and conservation science.

Programma esteso: Le geoscienze rivestono un ruolo sempre più cruciale nello studio del patrimonio culturale, poiché molti manufatti archeologici e artistici sono composti da geomateriali. La caratterizzazione dei materiali, la determinazione della provenienza delle materie prime, le tecnologie di produzione e le strategie di conservazione traggono notevoli benefici dalle recenti innovazioni geoscientifiche. Le metodologie non distruttive e non invasive sono particolarmente adatte per l'analisi di materiali che non possono essere campionati o spostati. Le nanotecnologie, inoltre, aprono nuove prospettive per lo sviluppo di avanzate strategie di conservazione, mentre le grandi infrastrutture di ricerca espandono le possibilità di analisi su microcampioni complessi, prelevati da oggetti di elevato valore storico-artistico. Il corso esamina le principali sfide nell'applicazione dei metodi geoscientifici al patrimonio culturale, illustrando le basi metodologiche e presentando casi studio che dimostrano come questi approcci rispondano alle esigenze di archeologi, storici dell'arte e conservatori.

Extended programme: Geosciences are increasingly relevant to studying cultural heritage, as many archaeological and artistic objects are composed of geomaterials. Characterization, provenance, technology, preservation, and conservation strategies can benefit from advances in geoscientific approaches. Non-destructive and non-invasive techniques are ideal for materials that cannot be sampled or moved from their original set. In conservation science, nanotechnologies offer new opportunities for developing innovative strategies. Large-scale facilities further expand the potential for studying complex micro-samples from valuable objects. The upstreaming and downstream challenges offered by the geosciences for cultural heritages will be discussed, with case studies illustrating how different methodological approaches can answer the most common questions posed by archaeologists, art historians and heritage conservation scientists.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be define



Radiazione di sincrotrone per i geomateriali
Synchrotron X-ray microprobes for geomaterials

18h, 3 CFU

Docente: Dr. SIMONA RANERI - simona.raneri@unifi.it

Descrizione breve: I recenti upgrade delle sorgenti di luce di sincrotrone in Europa hanno ampliato le opportunità analitiche, favorendo approcci integrati per la caratterizzazione dei geomateriali. Il corso ne illustra le potenzialità, esplorando casi studio e le opportunità offerte dalle infrastrutture di ricerca europee.

Brief description: Recent upgrades in European synchrotron radiation (SR) sources have enhanced beamlines for materials science, improving resolution and detection. The course explores synchrotron radiation's potential for geomaterial characterization, with a focus on X-ray techniques, case studies, and opportunities for synchrotron research and proposals.

Programma esteso: I recenti sviluppi delle sorgenti di radiazione a sincrotrone (SR) in Europa hanno ottimizzato le linee di luce per applicazioni nelle scienze dei materiali, migliorando inoltre aspetti quali la risoluzione spaziale e i limiti rilevabilità. Nel contesto dei geomateriali, si rendono spesso necessari approcci integrati che combinano tecniche differenti; in particolare, l'analisi combinata delle informazioni composizionali e strutturali è cruciale per una caratterizzazione approfondita dei materiali. Alcune linee di luce consentono di applicare metodologie complementari in modo contestuale e in situ, superando i limiti delle configurazioni di laboratorio tradizionali. Il corso fornirà una panoramica delle potenzialità offerte dalle sorgenti di radiazione a sincrotrone in Europa, con un focus sulle tecniche a raggi X per la caratterizzazione dei geomateriali, arricchita da esempi pratici. Saranno inoltre esplorate le opportunità offerte dalle infrastrutture di ricerca europee e dai progetti dell'Unione Europea per l'accesso simultaneo a più strutture, nonché le modalità per redigere con successo una proposta di esperimento a sincrotrone.

Extended programme: Recent upgrades of European synchrotron radiation (SR) sources have favored the construction and optimization of beamlines for materials science applications, improving setups, spatial resolution and detection limits. In the field of geomaterials, integrated approaches combining different methods are often required. In some cases, the combination of chemical and structural information can be critical for material characterization and analysis. Indeed, some beamlines at large facilities offer the possibility to perform different types of measurements at the same analysis point, going beyond the information level achievable by conventional laboratory setup. The course aims to provide an overview of the possibilities offered by synchrotron radiation sources in Europe, with a particular focus on X-ray techniques for the characterization of geomaterials, also illustrating case studies. Opportunities offered by European research infrastructures, EU projects providing simultaneous access to several facilities, and research opportunities will be presented, including how to write a successful proposal for a synchrotron experiment.

Periodo didattico: Per il 2025/2026 questo corso non è attivo

Teaching period: For 2025/2026 this course is not active



A Geological Traverse across the Central Apennines

Traversa geologica lungo l'Appennino Centrale

3Days, 3 CFU

Docente: Prof. STEFANO TAVANI – tavani.stefano73@gmail.com

Descrizione breve: Corso sul campo dedicato alla comprensione dell'architettura strutturale e dell'evoluzione tettonica dell'Appennino Centrale, attraverso l'analisi diretta di sezioni geologiche lungo una traversa dal Tirreno al Gran Sasso.

Brief description: Field-based course focused on the structural architecture and tectonic evolution of the Central Apennines, through direct observation and analysis along a geological transect from the Tyrrhenian sea to the Gran Sasso range.

Programma esteso: Il corso offre una trattazione approfondita della struttura dell'Appennino Centrale, con particolare enfasi sul sistema a thrust. L'itinerario seguirà una traversa strutturale che comprende il fronte di sovrascorrimento del Circeo, i thrust sheets dei Volsci e Simbruini, fino al sistema di sovrascorrimenti del Gran Sasso, con affioramenti di depositi sin-tettonici. Le osservazioni sul terreno saranno integrate da discussioni sull'ereditarietà strutturale e sulla sedimentazione sin-tettonica.

Sessioni serali saranno dedicate alla costruzione e bilanciamento di sezioni crostali basate sui dati raccolti in campagna. Queste attività forniranno agli studenti strumenti pratici per la ricostruzione strutturale e per il collegamento tra osservazioni geologiche e modelli quantitativi.

Extended programme: The course provides a detailed analysis of the structure of the Central Apennines, focusing on the thrust system. The itinerary includes the Circeo frontal thrust, the Volsci and Simbruini thrust sheet, and the Gran Sasso system, with exposures of syntectonic strata. Field observations will be combined with discussions on structural inheritance and syntectonic deposition.

Evening sessions will focus on building and restoring balanced crustal cross-sections based on field data, offering practical skills in structural geology and quantitative tectonic modeling.

Periodo didattico: Giugno o Settembre, da definire con il docente

Teaching period: June or September, to be defined with lecturer



**Modelli digitali di affioramenti nella geologia del paesaggio:
acquisizione, elaborazione e interpretazione geologica**

**Virtual Outcrop Models in Landscape Geology: Acquisition, Processing,
and Geological Interpretation**

18h, 3 CFU

Docente: Prof. STEFANO TAVANI – tavani.stefano73@gmail.com

Descrizione breve: Il corso fornisce agli studenti conoscenze teoriche e competenze pratiche per l'acquisizione, elaborazione e interpretazione geologica di modelli digitali 3D di affioramenti (VOM), con particolare attenzione alla geologia del paesaggio.

Brief description: The course provides PhD students with theoretical background and practical skills for the acquisition, processing, and geological interpretation of virtual outcrop models (VOMs), with specific focus on landscape geology.

Programma esteso: Il corso è articolato in tre moduli:

Modulo 1 (~3h): Fondamenti geometrici e matematici della fotogrammetria Structure-from-Motion (SfM) per la generazione di modelli digitali. Saranno trattati i principi dell'accoppiamento d'immagini, generazione di nuvole di punti e ricostruzione di superfici.

Modulo 2 (~9h): Modulo pratico incentrato sull'intero workflow per la generazione di modelli 3D da immagini terrestri e da drone, utilizzando un affioramento reale selezionato.

Modulo 3 (~6h): Interpretazione geologica dei modelli. Gli studenti apprenderanno a mappare elementi strutturali e stratigrafici, ed estrarre dati geometrici (piani di strato, faglie, assi di piega) dai modelli 3D.

Extended programme: The course is divided into three modules:

Module 1 (~3h): Geometrical and mathematical foundations of Structure-from-Motion (SfM) photogrammetry for 3D model creation, including image matching, point cloud generation, and surface reconstruction.

Module 2 (~9h): Hands-on practical module guiding students through the full workflow of VOM generation using real-world imagery from terrestrial and drone sources.

Module 3 (~7h): Geological interpretation of the virtual landscapes. Students will learn how to extract and interpret structural and stratigraphic features, including bedding, faults, and fold axes from 3D models.

Periodo didattico: Da definire con il docente

Teaching period: To be defined with lecturer



Analisi di dati sismo-acustici per il monitoraggio vulcanico.

Seismo-acoustic data analysis for volcano monitoring.

6h, 1 CFU

Docente: Dr. LUCIANO ZUCCARELLO (INGV- sezione di Pisa) - luciano.zuccarello@ingv.it

Descrizione breve: Il corso agli studenti le conoscenze necessarie per l'analisi dei segnali sismici e acustici registrati sui vulcani e il loro utilizzo per il monitoraggio dell'attività sismica e eruttiva

Brief description: The course provides students with the knowledge necessary for the analysis of seismic and acoustic signals recorded on volcanoes and their use for monitoring seismic and eruptive activity.

Programma esteso: Il corso è organizzato in tre unità didattiche di 2 ore ciascuna (1 CFU). Ogni unità introdurrà i metodi per l'analisi dei segnali sismici e acustici registrati sui vulcani e il loro utilizzo per il monitoraggio dell'attività sismica e eruttiva: 1. Introduzione ai dati e ai metadati sismici e infrasonici, e agli strumenti per il monitoraggio sismico e infrasonico in tempo reale e quasi reale. 2. Tecniche di localizzazione delle sorgenti sismo-acustiche. Tecniche di array e tecniche basate sulla distribuzione delle ampiezze spettrali per la localizzazione delle sorgenti del tremore vulcanico. 3. Monitoraggio delle emissioni del plume vulcanico mediante l'analisi dei dati infrasonici

Extended programme: The course is organized into three, 2-hour, teaching units (1 CFU). Each unit will introduce methods for the analysis of seismic and acoustic signals recorded on volcanoes, and their use for monitoring unrest and eruptive activity: 1. An introduction to seismic and infrasonic data and metadata, and tools for seismic and infrasound real-time and quasi real-time monitoring. 2. Seismo-acoustic source(s) location techniques. Array- and amplitude-based earthquakes and volcanic tremor source location. 3. Monitoring of volcano plume emissions using infrasound data.

Periodo didattico: da definire con il docente

Teaching period: to be defined with the lecturer