



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIPARTIMENTO  
DI  
SCIENZE DELLA TERRA E DELL'AMBIENTE

CORSO  
DI  
**LAUREA MAGISTRALE**

IN  
**SCIENZE GEOLOGICHE APPLICATE**  
*APPLIED GEOLOGICAL SCIENCES*  
(CLASSE LM-74)

(A.A. 2016/17)

**GUIDA DELLO STUDENTE**

---

## INDICE

UNA FORMAZIONE SPECIFICA.....	3
OBIETTIVI FORMATIVI E CAMPI DI OCCUPAZIONE .....	4
ELENCO DEI CORSI PROGRAMMATI .....	5
ATTIVITA' A SCELTA .....	6
INFORMAZIONI GENERALI.....	7
IMMATRICOLAZIONE .....	8
MOBILITÀ INTERNAZIONALE .....	9
ESCURSIONI DIDATTICHE .....	11
SPAZI E SERVIZI AGLI STUDENTI.....	13
DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE DELLA TERRA E DELL'AMBIENTE .....	14
APPENDICE: LINEAMENTI DEGLI INSEGNAMENTI .....	15

---

## UNA FORMAZIONE SPECIFICA

La Laurea Magistrale in Scienze Geologiche Applicate (Applied Geological Sciences - classe LM-74) nasce per formare studiosi di Scienze della Terra in grado di inserirsi agevolmente nel mondo del lavoro e di soddisfare i bisogni della società civile.

Recentemente il corso di Laurea Magistrale si è completamente rinnovato, per avvicinarsi maggiormente al mercato del lavoro internazionale e intensificare le relazioni con gli *stakeholder* italiani.

Gli insegnamenti vengono erogati in italiano e in inglese, in un impianto didattico studiato per offrire la massima flessibilità e per adattarsi agli interessi scientifici dei nostri studenti.

La durata del corso di studio è di due anni. Le attività formative del corso di Laurea Magistrale corrispondono a un totale di 120 CFU.

In base al regolamento del corso di studio, 1 CFU (che corrisponde a 25 ore di lavoro dello studente) è costituito da 8 ore di lezione frontale, 12 ore di esercitazioni pratiche in sede; 16 ore di lavoro di campo (escursioni e campagne geologiche).

Per conseguire la Laurea Magistrale in Scienze Geologiche Applicate lo studente dovrà aver maturato nel suo percorso complessivo di studi almeno 300 CFU, 180 dei quali devono di norma essere stati acquisiti nel corso di studio di primo livello.

Il secondo semestre del secondo anno è dedicato principalmente alla preparazione della Tesi di Laurea, cui è attribuito un peso di 24 CFU. Inoltre 5 CFU sono attribuiti a uno stage presso una ditta/ente esterno o all'internato presso un laboratorio del Dipartimento.

### **Tirocinio curricolare**

Come accennato sopra, nel piano di studio è previsto un tirocinio curricolare di 5 CFU teso a favorire la conoscenza e l'ingresso nel mondo del lavoro.

Tale tirocinio è parte integrante del percorso formativo e contribuisce al raggiungimento degli obiettivi formativi del corso di Laurea Magistrale ed è svolto presso enti/aziende con cui l'Università di Pavia ha una convenzione.

Per l'elenco delle convenzioni attive è possibile consultare il

link: <http://cor.unipv.it/aziende/newserchpost2013/Convenzionilist.asp>

È possibile anche attivare nuove convenzioni tra Università di Pavia e l'ente/azienda ospitante. Il tirocinio didattico curricolare può essere anche svolto presso i laboratori del Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente dell'Università di Pavia.

Per qualsiasi informazione e/o chiarimento è possibile rivolgersi alla docente responsabile delle attività di tirocinio:

Prof. Claudia Meisina

Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente

Via Ferrata 1

27100 Pavia

Tel 0382985831

e-mail [claudia.meisina@unipv.it](mailto:claudia.meisina@unipv.it)

---

## **OBIETTIVI FORMATIVI E CAMPI DI OCCUPAZIONE**

### **(Corso di Laurea Magistrale in Scienze Geologiche Applicate)**

#### **Obiettivi formativi del corso di studio**

Il corso di Laurea Magistrale in Scienze Geologiche Applicate è finalizzato alla formazione di laureati specialisti in possesso di un profilo culturale che unisca basi adeguate di cultura scientifica e solide conoscenze specifiche nei principali campi di applicazione delle Scienze della Terra.

A tal fine la Laurea Magistrale prevede un percorso formativo molto flessibile, con lo scopo di fornire ai laureati le competenze necessarie per trovare uno sbocco occupazionale nei principali campi di applicazione delle Scienze Geologiche, con particolare riferimento a:

- Geologia applicata all'ingegneria civile;
- Geologia ambientale e gestione del territorio;
- Ricerca e sfruttamento di georisorse;
- Ricerca scientifica e tecnologica.

#### **Campi di occupazione**

I laureati nel corso di Laurea Magistrale in Scienze Geologiche Applicate potranno esercitare attività nei campi della:

programmazione, progettazione ed attuazione di interventi geologici a salvaguardia del territorio;

- cartografia geologica di base e tematica, inclusa la cartografia informatica ed i sistemi informativi territoriali;
- analisi e modellazione di processi geologici in atto e previsione del loro sviluppo futuro;
- prospezione geologica del sottosuolo per il reperimento, lo sfruttamento e la protezione di risorse geologiche energetiche (es. idrocarburi) e non energetiche (es. acqua);
- ricerca, caratterizzazione e restauro di geomateriali di interesse industriale e commerciale;
- valutazione di impatto ambientale e recupero di siti estrattivi dismessi;
- indagini geologiche e prospezioni geognostiche applicate alla progettazione ed esecuzione di opere ingegneristiche;
- indagini per la valutazione e prevenzione del degrado dei beni culturali e ambientali e per la loro conservazione e valorizzazione;
- ricerca scientifica.

Tali professionalità potranno trovare applicazione in aziende, società e studi professionali impegnati in campo ambientale, ingegneristico e nella ricerca di georisorse, in enti locali (Comuni, Province, Regioni, Comunità Montane), nazionali (Ministeri) e internazionali (UNESCO, FAO etc.), oltre ad Istituti di ricerca pubblici e privati (Università, CNR, INGV, Protezione Civile etc.).

## ELENCO DEGLI INSEGNAMENTI

### CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE GEOLOGICHE APPLICATE (Classe LM-74, Scienze e tecnologie geologiche) Coorte 2016/2017

<b>Attività formative caratterizzanti: ambito geologico-paleontologico (18 CFU)</b>	<b>anno</b>	<b>semestre</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>
Micropaleontologia applicata	1	1	6	GEO/01
Geologia strutturale	1	1	6	GEO/03
<i>Basin analysis and petroleum geology</i>	1	1 e 2	12	GEO/02
Geomeccanica	2	1	6	GEO/03
<b>Attività formative caratterizzanti: ambito geomorfologico-geologico applicativo (24 CFU)</b>				
Geomorfologia applicata e impatti geoambientali	1	1	6	GEO/04
Laboratorio di GIS	1	2	6	GEO/04
Geologia applicata ai rischi geologici e alle acque sotterranee	1	1 e 2	12	GEO/05
Telerilevamento e analisi spaziale	2	1	6	GEO/04
<i>Geopedology</i>	2	1	6	GEO/04
<b>Attività formative caratterizzanti: ambito mineralogico-petrografico-geochimico (18 CFU)</b>				
Composizione della litosfera e prospezioni geochimiche	1	1 e 2	12	GEO/07
Applicazioni mineralogiche e petrografiche per i Beni Culturali	1	2	6	GEO/09
<i>Environmental geochemistry</i>	2	1	6	GEO/08
Petrografia applicata	2	1	6	GEO/09
<b>Attività formative affini e integrative</b>				
Tre insegnamenti tra i seguenti:				
<i>Analytical methodologies applied to geosciences</i>	1	1	6	GEO/06
Cristallografia	1	1	6	GEO/06
Geotecnica	1	2	6	ICAR/07
Gemmologia	1	2	6	GEO/06
<i>Applied geophysics and underground surveys</i>	1	2	6	GEO/11
Paleoclimatologia e cambiamento climatico globale	2	1	6	GEO/01

Per le attività formative caratterizzanti, gli studenti devono conseguire nei due anni di corso:

- 18 CFU nelle discipline di ambito geologico-paleontologico (SSD GEO/01, GEO/02 e GEO/03);
- 24 CFU nelle discipline di ambito geomorfologico-geologico applicativo (SSD GEO/04 e GEO/05);
- 18 CFU nelle discipline di ambito mineralogico-petrografico-geochimico (SSD GEO/06, GEO/07, GEO/08 e GEO/09).

Nel complesso gli esami delle attività caratterizzanti possono essere sette o otto.

Il curriculum prevede inoltre che lo studente acquisisca almeno:

- 18 CFU nell'ambito delle attività formative affini e integrative, corrispondenti a tre insegnamenti da 6 CFU;
- 12 CFU di attività formative a libera scelta.

Il secondo semestre del secondo anno è principalmente dedicato alla preparazione della Prova finale e al Tirocinio formativo, cui sono rispettivamente attribuiti un peso di 24 e 5 CFU. Il Tirocinio formativo può essere abbinato alla Prova finale. Inoltre, verrà riconosciuto 1 CFU per Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro agli studenti che avranno frequentato attività di didattica integrativa.

Il numero di CFU totali nel biennio è di 120.

## ATTIVITA' A SCELTA

Nel due anni di corso, gli studenti devono conseguire **12 CFU di attività formative a libera scelta**.

Tali attività possono essere selezionate tra gli insegnamenti attivi dall'intera offerta di Ateneo, **compresi quelli di ambito geologico** non selezionati nell'ambito delle attività caratterizzanti e affini/integrative.

Nella tabella sono riportati alcuni esempi di insegnamenti eleggibili in questa categoria:

<b>Insegnamenti attivati dal Corso di Laurea Magistrale in Scienze della Natura</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>
Gestione del patrimonio geologico	6	GEO/02
Metodi di indagine paleontologica per la ricerca e la museologia scientifica	6	GEO/01
<b>Insegnamenti attivati dal Corso di Laurea in Scienze Geologiche*</b>		
Geomateriali: genesi, depositi e applicazioni	6	GEO/09
Elementi di Geologia dell'Italia Settentrionale	6	GEO/02
Vulcanologia	6	GEO/08
<b>Insegnamenti attivati dal Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie per la Natura</b>		
Mineralogia sistematica	6	GEO/06
<b>Insegnamenti attivati dal Corso di Laurea in Management</b>		
Governo e valorizzazione delle risorse naturali	6	GEO/09

\* *Lo studente non potrà scegliere insegnamenti già sostenuti durante precedenti frequenze universitarie.*

---

## INFORMAZIONI GENERALI

### **Il Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente**

Il corso di Laurea Magistrale in Scienze Geologiche Applicate afferisce al Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente. Il Dipartimento organizza e gestisce le attività didattiche attraverso il Consiglio Didattico di Scienze Geologiche. Il Dipartimento coordina anche i corsi di Laurea triennale in Scienze Geologiche e Scienze e Tecnologie per la Natura e il corso di Laurea Magistrale in Scienze della Natura.

### **Consiglio Didattico di Scienze Geologiche (CD)**

Il Consiglio didattico assicura il coordinamento didattico ed organizzativo delle attività del Corso di Laurea di primo livello e della Laurea Magistrale che ad esso fanno capo. Tra i compiti del CD rientrano anche l'esame e la valutazione dei piani di studio seguiti dagli studenti, il coordinamento delle attività d'insegnamento, la richiesta al Consiglio di Dipartimento di attivazione d'insegnamenti e di copertura di insegnamenti tramite professori a contratto, la valutazione periodica dell'organizzazione e dei risultati della didattica, la proposta al Dipartimento di azioni di miglioramento suggerite dall'attività di valutazione. Il Consiglio Didattico è costituito da tutti i docenti incaricati dello svolgimento degli insegnamenti attivati nell'ambito delle classi L-34 (Scienze Geologiche, Laurea triennale) e LM-74 (Scienze e Tecnologie Geologiche, Laurea Magistrale).

### **Presidenza del Consiglio Didattico di Scienze Geologiche (triennio 2013-2016)**

Presidente eletto del Consiglio Didattico: Prof. Riccardo Tribuzio  
Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, via Ferrata 1  
e-mail: [presidente.geologia@unipv.it](mailto:presidente.geologia@unipv.it)

### **Segreteria Didattica via Ferrata, 1 – 27100 Pavia**

Tel 0382.985021 – 985244 - 985379

e-mail: [didattica@dsta.unipv.it](mailto:didattica@dsta.unipv.it)

dal lunedì al venerdì dalle ore 9 alle ore 12

### **Commissione Paritetica del Dipartimento**

La Commissione è nominata dal Dipartimento e si occupa principalmente di esaminare le schede di valutazione degli insegnamenti redatte dagli studenti e di selezionare il personale per il conferimento di assegni per collaborazioni di tutorato.

### **Calendario delle lezioni**

Gli insegnamenti hanno tutti un'organizzazione semestrale. Generalmente le lezioni del primo semestre si svolgono dall'inizio di ottobre a metà gennaio, mentre quelle del secondo semestre si svolgono dall'inizio di marzo alla metà di giugno di ciascun anno accademico.

Tutte le lezioni si svolgono presso il Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Sezione di Scienze della Terra, via Ferrata 1.

L'orario è disponibile sul sito del Dipartimento (<http://dst.unipv.it>), alla voce Didattica, Orari e Aule dei Corsi di Laurea.

Molti insegnamenti prevedono esercitazioni pratiche in sede che si svolgono presso aule o laboratori del Dipartimento oltre a escursioni didattiche ed esercitazioni sul terreno.

## IMMATRICOLAZIONE

### Regole per l'accesso al corso di studio

Per l'immatricolazione occorre soddisfare almeno una delle seguenti condizioni:

- a) il titolo di laurea conseguito nella classe L-34 (Scienze Geologiche) ex D.M. 270/04 e nella classe 16 (Scienze della Terra), istituita secondo il precedente ordinamento didattico ex D.M. 509/99, ovvero in altra classe il cui percorso formativo preveda non meno di 72 crediti formativi universitari in settori scientifico-disciplinari dell'area GEO/\*;
- b) conoscenza della lingua inglese, che può essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea certificazione (livello B2 del Quadro Comune Europeo di riferimento delle lingue stabilito dal Consiglio d'Europa). In mancanza di certificazione, la conoscenza della lingua è verificata attraverso il colloquio preliminare;
- c) possedere un altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo dal Consiglio didattico.

### Colloquio di ammissione

Il possesso dei requisiti e l'adeguatezza della preparazione di cui al comma precedente vengono verificati attraverso un colloquio dello studente con una commissione all'uopo designata dal Consiglio Didattico.

La verifica avrà luogo il giorno 30 settembre 2016 alle ore 14.30 presso l'aula D7 del Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente sezione di Scienze della Terra, Via Ferrata 1, Pavia.

La domanda d'iscrizione alla Prova di Ammissione dovrà essere inoltrata esclusivamente per via telematica, nel periodo **dal 13 luglio al 19 settembre 2016** (entro le H. 12,00), collegandosi al sito <http://www.unipv.eu/site/home.html>, accedendo al banner AREA RISERVATA, dovrà per prima cosa REGISTRARSI. Con il Nome Utente e la Password ottenuta a seguito della registrazione si effettuerà un login per entrare nella propria Area Riservata; il candidato dovrà, quindi, cliccare sulla voce di menù SEGRETERIA ed accedere alla voce TEST DI VALUTAZIONE.

Gli studenti già registrati dovranno solamente effettuare la login con le credenziali di cui sono già in possesso e procedere all'iscrizione alla Prova di ammissione.

Si rimanda al bando, pubblicato sul sito [www.unipv.eu](http://www.unipv.eu), per ogni ulteriore informazione.

### Immatricolazione sotto condizione

Coloro che non sono ancora laureati entro la scadenza della data per l'immatricolazione (circa metà ottobre) possono, entro tale data, iscriversi sotto condizione al corso di laurea magistrale in Scienze Geologiche Applicate. Si ricorda che per essere ammessi al sostenimento del colloquio di ammissione è necessario che, all'atto della scadenza per la presentazione della domanda, siano in difetto di non più di trenta CFU (comprensivi di quelli riguardanti la prova finale).

L'immatricolazione diventerà effettiva se entro il 1° marzo lo studente conseguirà il titolo. Diversamente decadrà a tutti gli effetti dall'immatricolazione alla laurea magistrale e gli sarà rimborsata d'ufficio la tassa d'immatricolazione.

## MOBILITÀ INTERNAZIONALE

Nel 2014 è stato varato un nuovo programma d'azione comunitaria nel campo dell'apprendimento permanente, Erasmus+, che riunisce al suo interno tutte le iniziative di cooperazione europea nell'ambito dell'istruzione, della formazione, della gioventù e dello sport. Per gli studenti universitari, il programma propone diverse attività di durata normalmente compresa fra 3 e 12 mesi, tramite borse di studio che intendono contribuire in parte alle spese aggiuntive sostenute per la mobilità. La novità più importante è che gli studenti possono beneficiare più volte di questi contributi per la mobilità, sia per studio che per tirocinio, purché il periodo all'estero non superi i 12 mesi per ciclo di studi (Triennale, Magistrale e Dottorato).

### Attività previste

**Erasmus studio:** Il programma Erasmus prevede la concessione di borse di studio a studenti che intendono svolgere parte della propria attività formativa in un'altra università europea con il pieno riconoscimento preventivo degli studi e di altre attività formative da parte dell'Università di provenienza. Gli studenti possono quindi seguire gli insegnamenti e sostenere **esami** nelle università straniere per le quali esistono accordi stipulati, seguendo un piano di studi approvato preventivamente che stabilisce la corrispondenza tra insegnamenti seguiti all'estero e insegnamenti previsti dal piano di studio italiano. Inoltre, nell'ambito del programma Erasmus possono essere svolte e riconosciute anche attività connesse con il **tirocinio** o con la **tesi di laurea**.



Le sedi consorziate con il nostro Corso di Laurea sono attualmente: Liegi (Belgio), Freiberg (Germania), Barcellona, Bilbao, Granada, Girona, Madrid e Zaragoza (Spagna), Grenoble e Parigi 11 (Francia), Cluj-Napoca (Romania), Evora (Portogallo), Trabzon (Turchia); altre sedi aggiuntive potranno diventare disponibili per il prossimo anno accademico. Ogni anno partono circa 4 studenti dei nostri Corsi di Laurea Triennale o Magistrale per svolgere periodi di studio in queste sedi.

Per maggiori informazioni sulle modalità di partecipazione al progetto, consultare il sito <http://www.unipv.eu/site/home/internazionalizzazione/erasmus/studenti-in-uscita-per-studio.html>

**Erasmus Traineeship:** studenti, dottorandi e masterizzandi di tutti i corsi di studio hanno la possibilità di svolgere un **tirocinio** all'estero per un periodo compreso tra 2 e 12 mesi, anche dopo la laurea. Il tirocinio può essere svolto presso Aziende, Centri di formazione e di ricerca, Organizzazioni pubbliche, private e del terzo settore, Università, Istituti di Istruzione Superiore (es.: Laboratori, Biblioteche, Uffici Relazioni Internazionali, etc.), ONLUS ed altri organizzazioni nazionali ed internazionali. (es. ONU, UNESCO e altri Organismi specializzati delle Nazioni Unite). Erasmus Traineeship può essere svolto nei 28 Paesi UE, e in Islanda, Liechtenstein, Norvegia e Turchia. E' previsto un allargamento anche ai Paesi dei Balcani Occidentali. E' compito dello

studente trovare un'impresa che sia disposta ad ospitarlo, contattandola autonomamente o attraverso una serie di strumenti messi a disposizione dall'ufficio della Mobilità Internazionale. Una volta trovata la sede ospitante, il candidato dovrà solo far compilare all'azienda la lettera di accettazione. Per maggiori informazioni consultare il sito

<http://www.unipv.eu/site/home/internazionalizzazione/erasmus/studenti-in-uscita-per-tirocinio.html>

**Erasmus Overseas:** il progetto offre borse di studio per candidati dai paesi extra-europei verso l'Europa, ma anche per candidati europei verso i paesi **extra-europei**, per un periodo di **studio** o **ricerca** presso una Università ospitante. Nell'ambito del programma, sono attivati ogni anno un numero determinato di progetti per la cooperazione e la mobilità interuniversitaria in specifiche zone geografiche del mondo. Erasmus Overseas permette agli studenti di dare alla propria formazione un particolare "valore aggiunto" che si basa sulla possibilità di frequentare un corso di qualità certificata in un ambiente internazionale d'eccellenza e studiare in un Paese terzo, vivendo insieme a studenti europei ed extra-europei. A titolo esemplificativo, nell'A.A. 2015/2016 gli studenti dell'Università di Pavia potevano presentare domanda per un periodo di mobilità presso una delle università partner nelle seguenti aree geografiche: Israele, Giordania, Palestina e Russia. Per maggiori informazioni consultare il sito

<http://www.unipv.eu/site/home/internazionalizzazione/erasmus-overseas.html>

Il delegato Erasmus per i corsi di Laurea in Scienze Geologiche e di Laurea Magistrale in Scienze Geologiche Applicate è:  
Prof.ssa Elisa Sacchi - Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, tel.: 0382-985880, fax 0382-985890 e-mail: [elisa.sacchi@unipv.it](mailto:elisa.sacchi@unipv.it)

## ESCURSIONI DIDATTICHE

Le lezioni frontali del corso di Laurea Magistrale vengono arricchite da numerose escursioni sul campo: in questo modo il geologo acquisisce solide competenze pratiche e impara ad applicare ciò che ha appreso in aula.

L'Ateneo riconosce l'importanza delle attività di terreno per i nostri studenti, sostenendo con risorse economiche adeguate l'attività didattica dei nostri corsi di studio.

Nel 2016/17 gran parte delle spese sostenute dagli studenti in escursione saranno rimborsate.

È di seguito riportato a titolo di esempio il programma delle escursioni didattiche 2015/16. È possibile che nel 2016/17 le mete delle escursioni subiscano variazioni.

### Primo anno

<p><i>La diga del Molato e problemi geomorfologici connessi. Gli effetti dell'evento alluvionale del 14-15 settembre in Val Trebbia, Aveto e Nure</i> Val Tidone, Trebbia, Aveto e Nure</p> <p><b>Geomorfologia applicata e impatti geoambientali</b></p>
<p><i>Rilevamento geomorfologico di un alveo fluviale</i> Valle Staffora</p> <p><b>Geomorfologia applicata e impatti geoambientali</b></p>
<p><i>Patrimonio geo(morfo)logico: valutazione di geomorfositi e impatto dell'attività antropica</i> Sesia-Val Grande Geopark, Mergozzo (VB)</p> <p><b>Geomorfologia applicata e impatti geoambientali</b></p>
<p><i>Geositi e geoturismo: valutazione di geomorfositi e progettazione di un itinerario geoturistico</i> Val Grande Geopark, Mergozzo (VB)</p> <p><b>Geomorfologia applicata e impatti geoambientali</b></p>
<p><i>Le ofioliti Giurassiche delle unità Liguri Interne</i> Bonassola, Passo del Bracco (La Spezia)</p> <p><b>Composizione della litosfera</b></p>
<p><i>Le ofioliti e le rocce di crosta continentale della Corsica centrale e settentrionale</i></p> <p><b>Composizione della litosfera</b></p>
<p><i>L'associazione tra sequenze di mantello e materiale di crosta continentale nei mélanges sedimentari delle unità Liguri Esterne</i> Val Perino (Piacenza)</p> <p><b>Composizione della litosfera</b></p>
<p><i>Il massiccio peridotitico di Lanzo</i> Caselette (Torino)</p> <p><b>Composizione della litosfera</b></p>
<p><i>Le sequenze di crosta continentale inferiore lungo il fiume Sesia (Zona di Ivrea)</i> Val Sesia (Vercelli)</p> <p><b>Composizione della litosfera</b></p>
<p><i>La transizione tra crosta continentale e mantello nel complesso di Finero (Zona di Ivrea)</i> Malesco (Verbano Cusio Ossola)</p> <p><b>Composizione della litosfera.</b></p>
<p><i>Resistivity and Electromagnetic Geophysical Surveys</i> Santa Giuletta (Pavia)</p> <p><b>Applied Geophysics and Underground Surveys</b> <b>(Geofisica applicata e indagini geognostiche).</b></p>
<p><i>Visita alle Terme e allo stabilimento Boario Terme - rilievi idrogeologici</i> Val Camonica (Brescia)</p> <p><b>Idrogeologia applicata.</b></p>
<p><i>Bacini triassici delle Dolomiti</i> Val di Fassa</p> <p><b>Basin Analysis and sequence stratigraphy</b> <b>(Analisi di Bacino e Stratigrafia Sequenziale)</b></p>

---

**Secondo anno**

<i>Rilevamento geomeccanico</i> Alta Valle Staffora <b>Geologia applicata alla pianificazione territoriale</b>
<i>Visita alla stazione di depurazione delle acque reflue urbane di ASM Pavia</i> Pavia <b>Geochimica Ambientale</b>
<i>Visita al reattore nucleare LENA</i> Pavia <b>Geochimica Ambientale</b>
<i>Monitoraggio di un versante in frana</i> Oltrepò Pavese <b>Geologia applicata alla pianificazione territoriale</b>

---

## SPAZI E SERVIZI AGLI STUDENTI

Tutte le lezioni ed esercitazioni in laboratorio previste dai Corsi di Laurea in Scienze Geologiche (Laurea Triennale) e Scienze Geologiche Applicate (Laurea Magistrale) si svolgono presso la sezione di Scienze della Terra del Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, in via Ferrata 1. Si tratta di un'ampia e moderna struttura dotata di numerose aule, laboratori e spazi destinati allo studio degli studenti. Maggiori informazioni sulla struttura, sulle attività che vi si svolgono e sul suo personale sono disponibili al sito: <http://dsta.unipv.it>.

### Aule studio

Presso il Dipartimento sono disponibili aule di studio, aule informatizzate e laboratori per esercitazioni; a ciascun laureando è messo a disposizione uno spazio per la preparazione delle tesi di laurea.

### Biblioteca

Il Dipartimento è associato alla Biblioteca della Scienza e della Tecnica che raccoglie materiale di ambito scientifico-tecnologico con particolare riferimento ai settori dell'ingegneria, dell'architettura, della matematica e delle scienze naturali. Complessivamente vanta un patrimonio di circa 150mila monografie (di cui oltre 2000 antiche), 100mila annate di periodici e alcune centinaia di risorse su supporti digitali e magnetici, in buona parte già inserito nel **catalogo in rete**. La sede centrale del Tamburo ospita principalmente i manuali e i testi utili alla preparazione degli esami di ingegneria, scienze geologiche, matematica e altre materie scientifiche.

### COR – Centro per l'Orientamento

Il Centro Orientamento (<http://cor.unipv.eu>) è un centro di servizi di Ateneo che ha lo scopo di attuare tutte le iniziative occorrenti per garantire un **processo di orientamento** continuativo e dinamico degli studenti che inizia dal terzultimo anno di scuola secondaria e continua per tutto il periodo di iscrizione ai corsi universitari, con particolare attenzione alle fasi di ingresso nell'Università e di uscita verso il mondo del lavoro. Inoltre promuove, su proposta dei Dipartimenti e delle Facoltà, iniziative di sostegno didattico e tutorato.

Il Centro svolge attività di informazione, di formazione e di valutazione, in collegamento con le strutture didattiche e amministrative interessate, mediante la razionalizzazione dei servizi rivolti agli studenti in modo da prevenire o ridurre il fenomeno dei fuori corso e degli abbandoni; cura le attività promozionali di relazioni con il territorio e la comunicazione sia interna che esterna, nell'ambito delle finalità del centro; collabora con l'ente per il diritto allo studio EDiSU e progetta le proprie attività in accordo con le realtà del territorio: Comune di Pavia, Provincia, Unione degli Industriali della Provincia di Pavia, Camera di Commercio, Ufficio Scolastico Regionale, Centri Servizi Amministrativi Provinciali (gli ex Uffici Scolastici o Provveditorati) di Pavia, Lodi, Cremona.

L'attività del Centro è articolata in tre settori che riguardano:

- la scelta del corso di studio (orientamento pre);
- il supporto allo studente nel percorso universitario (orientamento intra);
- l'accompagnamento al mondo del lavoro (orientamento post).

### Centro Linguistico d'Ateneo

Il Centro Linguistico d'Ateneo (<http://cla.unipv.it>) dell'Università di Pavia offre una serie di servizi connessi all'insegnamento e all'apprendimento delle **lingue**. Tali servizi sono rivolti agli studenti, al personale docente, al personale tecnico-amministrativo dell'Ateneo pavese e a chiunque voglia apprendere o perfezionare la conoscenza delle lingue straniere.

---

## **DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE DELLA TERRA E DELL'AMBIENTE**

Il Dottorato di ricerca permette al laureato di perfezionare la sua preparazione nel campo della ricerca scientifica e di acquisire il titolo di Dottore di Ricerca. Il corso di dottorato ha durata triennale e si completa con la tesi di dottorato.

Dal 1991 presso l'Università di Pavia è stato attivato un Dottorato di Ricerca in "Scienze della Terra", confluito dal 2013 nel Dottorato di Ricerca in "Scienze della Terra e dell'Ambiente". Il Dottorato in Scienze della Terra e dell'Ambiente si articola in due percorsi denominati "Terra" e "Ambiente". All'interno del percorso Terra, sono attivi i *curricula* "Geologia e Paleontologia", "Scienze della Terra applicate" e "Chimica Fisica del sistema Terra". All'interno di tali *curricula* vengono poi sviluppati specifici temi di ricerca. Per maggiori informazioni su di essi si rimanda al sito del dottorato: <http://phdst.unipv.eu/site/home.html>.

Gli allievi ammessi alla scuola di dottorato sono tenuti a presentare un programma di ricerca per i 3 anni. Annualmente sono chiamati a fare una relazione al collegio dei docenti dell'attività svolta nell'anno in corso e sul programma per l'anno successivo. Alla conclusione del triennio gli allievi devono preparare un elaborato scritto (**Tesi di Dottorato**) che viene dapprima discusso di fronte al Collegio dei docenti e successivamente davanti ad una commissione nazionale che rilascia il **titolo di Dottore di Ricerca**.

---

## APPENDICE: LINEAMENTI DEGLI INSEGNAMENTI

### I ANNO, I SEMESTRE

#### Nome dell'insegnamento: MICROPALAEONTOLOGIA APPLICATA (6 CFU)

##### Obiettivi formativi

Conoscere il ruolo, i metodi, le tecniche e le applicazioni dei microfossili negli studi geologici e industriali.

Riconoscere i principali gruppi di Protisti fossili usati nella ricerca di base e in campo petrolifero con particolare riguardo al loro significato stratigrafico e paleoambientale.

Datate e interpretare dal punto di vista paleobatimetrico rocce di età mesozoica-cenozoica.

##### Programma

Il corso prevede sia una parte teorica che una pratica, fornendo agli studenti gli elementi essenziali per l'uso dei microfossili sia in ambito accademico che industriale. Tutto il materiale del corso, i riferimenti bibliografici e i testi suggeriti sono in inglese. È possibile sostenere l'esame in lingua inglese.

La trattazione sistematica dei principali gruppi di Protisti attuali e fossili (nanofossili calcarei, calpionellidi, radiolari, diatomee, silicoflagellati e cenni su conodonti e palinomorfi) con particolare enfasi per i loro campi di applicazione (e.g. studio dei depositi di *blackshale*; maturità finestre olio-gas; *timing spreading* oceanico; reazione ad inquinanti naturali e di origine antropica); l'approfondimento dei principali metodi tempo-diagnostici, la loro correlazione per la realizzazione di *age-model multiproxy* e il calcolo e la valutazione delle variazioni dei tassi di sedimentazione.

Un approfondimento teorico e pratico riguardo lo studio sistematico dei microforaminiferi bentonici e planctonici e dei macroforaminiferi bentonici meso-cenozoici, attraverso l'analisi di residui di lavato e di sezioni sottili. L'uso integrato dei foraminiferi planctonici e bentonici sarà finalizzato alle applicazioni in campo paleoambientale e paleoecologico, con particolare riguardo al loro utilizzo nell'esplorazione petrolifera (datazioni e ricostruzione dell'evoluzione batimetrica di un bacino) e nel monitoraggio ambientale. L'ampio spazio lasciato all'esercitazioni individuali consentirà allo studente di sviluppare una buona conoscenza dei principali marker stratigrafici e l'abilità di datare un campione in una quindicina di minuti oltre a sviluppare in autonomia una buona capacità di analisi integrata dei campioni di roccia.

#### Nome dell'insegnamento: GEOLOGIA STRUTTURALE (6 CFU)

##### Obiettivi formativi

Capire i meccanismi di deformazione e il comportamento reologico delle rocce. Apprendere le tecniche analitiche della geologia strutturale, con particolare riferimento alle loro applicazioni pratiche: caratterizzazione meccanica degli ammassi rocciosi; geologia dei terremoti; esplorazione mineraria e delle risorse naturali. Acquisire metodi e strumenti per descrivere quantitativamente la deformazione nelle rocce (stress e strain). Imparare a riconoscere, le strutture tettoniche micro- e mesoscopiche e ad interpretarle in chiave meccanica e cinematica. Conoscere le principali tecniche di modellazione numerica ed analogica con le loro applicazioni pratiche.

##### Programma

Le tecniche della Geologia Strutturale e della Tettonica. Tecniche geofisiche: la sismica a riflessione, il meccanismo focale dei terremoti. Il comportamento reologico delle rocce: modelli reologici. I meccanismi di deformazione. Deformazione in laboratorio: prove di trazione e di compressione; criteri di rottura. Sforzo e deformazione (stress e strain): approfondimenti. Gli sforzi su un piano e in tre dimensioni. L'ellissoide degli sforzi. Il tensore degli sforzi. L'ellissoide della deformazione. Il cerchio di Mohr degli sforzi e della deformazione.

I regimi tettonici. Il regime tettonico estensionale: sistemi di faglie normali ed associazioni strutturali, faglie di crescita, geometrie in tre dimensioni, cinematica. Ambienti tettonici estensionali. Il regime tettonico compressivo: meccanica dei sovrascorrimenti. Il regime tettonico trascorrente: caratteristiche delle faglie trascorrenti, associazioni strutturali, transtensione, transpressione. La tettonica di inversione. La tettonica del sale. La neotettonica.

Faglie, fratture e giunti: classificazione e criteri di riconoscimento, geometria in tre dimensioni, rapporti con altre strutture, proprietà meccaniche. La caratterizzazione strutturale e geotecnica degli ammassi rocciosi.

I sistemi di sovrascorrimento: geometrie di scollamenti e rampe (frontali laterali e oblique), retro-scorrimenti e pop-up. Sistemi di faglie inverse: duplex e horses, sistemi imbricati, sovrascorrimenti in sequenza e fuori sequenza, cinematica.

Le sezioni geologiche bilanciate. Le tecniche per vincolare geometricamente le interpretazioni di aree deformate; ricostruzione delle pieghe con metodo di Busk e dei kink. Esempi di realizzazione delle sezioni geologiche bilanciate con particolare riferimento alle aree soggette a regimi tettonici compressivi.

Modellazione e riproduzione in scala di processi strutturali. Modelli numerici. Codici di calcolo per rappresentazioni grafiche 2D e 3D. Modelli analogici: la geologia strutturale in laboratorio. Applicazioni a supporto dell'esplorazione petrolifera e della valutazione della pericolosità sismica.

### **Nome dell'insegnamento: GEOMORFOLOGIA APPLICATA E IMPATTI GEOAMBIENTALI (6 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

L'insegnamento ha come obiettivi la conoscenza delle principali pericolosità geomorfologiche in funzione della gestione e tutela del territorio antropizzato. La capacità di analizzare il territorio sia in termini qualitativi che quantitativi. La capacità di interagire con altre discipline per contribuire alla conoscenza del territorio e della sua gestione. La capacità di riconoscere sul terreno i processi e gli elementi del paesaggio e di redigere carte geomorfologiche e geoambientali. Conoscenza delle normative sugli impatti geoambientali. Conoscenza del territorio italiano nei suoi vari contesti idrogeomorfologici in rapporto all'azione antropica progettata.

#### **Programma**

I fattori geologici delle forme del rilievo: geomorfologia delle regioni a strati orizzontali, a strati monoclinali, a pieghe, a faglie, a strutture complesse. Morfotettonica e morfoneotettonica. Le condizioni climatiche e le relazioni tra cambiamenti climatici e dinamiche geomorfologiche. I concetti di pericolosità geomorfologica, vulnerabilità e rischio; i processi superficiali di pericolosità in ambiente montano, fluviale, costiero. La cartografia geomorfologica tradizionale e a vocazione applicativa. Principi e metodi del rilevamento e cartografia geomorfologici; problemi di interpretazione dei processi morfogenetici e delle forme. Morfodinamica: stato e tipo di attività dei processi. La componente geomorfologica nel patrimonio culturale. Il patrimonio geologico. Aspetti legislativi, valutazione, descrizione, rilevamento e cartografia dei beni geomorfologici. Salvaguardia e conservazione del paesaggio. I piani paesaggistici.

Le normative nazionali e regionali nel campo di procedimenti di: Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.) e Studi di Impatto Ambientale (S.I.A.); Valutazione Ambientale Strategica (V.A.S.) e i campi di applicazione; Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.) e i campi di applicazione. Gli aspetti geologici che rientrano nei S.I.A., nella V.A.S. e nell'A.I.A. Le aree protette (SIC, Parchi Nazionali, Regionali, Provinciali, Sovracomunali, PLIS, AREE natura 2000, Corridoi ecologici, ecc.) e le relative modalità per operare in tali ambiti: i compiti del geologo nella predisposizione dei vari studi di settore (analisi paesistica, analisi di incidenza, ecc.). Definizione analitica delle caratteristiche geologico-geomorfologiche di specifici ambiti territoriali ai fini geoambientali. La risposta dei sistemi naturali agli interventi antropici.

### **Nome dell'insegnamento: LABORATORIO DI GIS (6 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Il corso si propone di introdurre i concetti fondamentali dei Sistemi Geografici Informativi e di guidare lo studente nella raccolta dei dati geografici, nella loro validazione e analisi dell'incertezza, nell'analisi, progettazione e creazione un data base per la visualizzazione, la modellizzazione e per la produzione di cartografia tematica, con la prospettiva quindi di proporre e realizzare osservazioni e prodotti ottimali ai più diversi obiettivi-contesti-scenari.

#### **Programma**

Principi di cartografia e cartografia tematica

Cartografia e visualizzazione: la storia della cartografia e impatto delle trasformazioni tecnologiche.

Astrazione dei dati: classificazione, selezione e generalizzazione; le proiezioni e loro problematiche relativamente alla realizzazione cartografica. Principi della progettazione cartografica (fondamenti, concetti della simbologia, colori e visualizzazione). Tecniche della rappresentazione grafica: metodi di base della tematizzazione, display multivariabile, rappresentazioni dinamiche e interattive, rappresentazione del terreno. Web mapping e visualizzazione; visualizzazione della componente temporale di dati geografici e dell'incertezza. Usi della cartografia e sua valutazione.

Uso dei modelli per rappresentare informazioni e dati. Modelli dei dati (modelli vettoriali, modelli raster); progettazione database e strumenti di modellizzazione, modelli concettuali, modelli logici e modelli fisici. Operazioni sui dati spaziali: trasformazioni della rappresentazione: modelli dati e conversione formato, interpolazione, conversioni vector to raster e raster to vector, generalizzazione e aggregazione e scale. Classificazione e trasformazione di attributi. Operazioni di query e linguaggi dei database (teoria degli insiemi, SQL, query spaziali). Operazione sui database spaziali: misure geometriche (distanze e lunghezze, direzioni, forma, area, prossimità, adiacenza e connettività) e analitiche di base (buffer, overlay, neighborhoods e map algebra), analisi di point pattern, analisi di cluster spaziali. Analisi delle superfici: calcolo delle derivate e interpolazione di superfici. Il GIS on the field. Integrazione con sistemi di rilievo dati (sensori ambientali), GPS e dati telerilevamento.

Modelli ambientali e GIS

Modelli e loro ruolo nella simulazione di fenomeni e processi ambientali e geologici. Legami tra GIS e modelli di simulazione. Case studies, interoperabilità, qualità dei dati, validità modelli, dinamico spazio-temporale e sistemi di supporto alle decisioni.

### **Nome dell'insegnamento: TELERILEVAMENTO E ANALISI SPAZIALE (6 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Telerilevamento e Analisi Spaziale si integrano al fine di formare competenza avanzata sul dato geografico (dalla cartografia analogica ai prodotti del telerilevamento, reti di sensori, GPS, etc.), sulla sua analisi e sulla divulgazione delle informazioni derivate, in grado non solo di classificare ed estrarre informazioni dai dati geografici, ma anche di valutare le incertezze, i limiti e gli errori e quindi in grado di proporre e realizzare osservazioni e prodotti ottimali ai più diversi obiettivi-contesti-scenari.

#### **Programma**

I concetti e fondamenti del Remote Sensing: sorgenti di energia e principi della radiazione, interazione energia-atmosfera, interazione energia-superficie terrestre. L'ideale sistema di RS e caratteristiche di un sistema reale. Elementi e principi della fotogrammetria. Elementi dell'interpretazione automatica e visuale; metodi supervisionati e unsupervised. Sistemi di RS multispettrale, termico, iperspettrale, microonde e LIDAR. Sistemi di RS non convenzionale e prossimale. RS di suoli, minerali e di contesti geologici e geomorfologici, del ciclo dell'acqua e della vegetazione.

Richiami alle strutture dati e modelli 3D, spazio-temporali e incertezza. Trattamento dei dati spaziali: trasformazioni della rappresentazione: modelli dati e conversione formato, interpolazione, ricampionamenti. Generalizzazione. Classificazione avanzata. Operazione sui database spaziali: misure geometriche e analitiche di base, analisi di point pattern, analisi di cluster spaziali, modelli cartografici, valutazioni multicriterio. Analisi delle superfici: calcolo delle derivate e interpolazione di superfici. Statistica spaziale e geostatistica. Analisi delle reti: definizione, descrizioni, modelli di flusso. Il GIS on the field. Integrazione con GPS, reti di sensori distribuiti. Modellistica di processi ambientali e geologici in ambiente GIS. Il WEB GIS e le sue componenti e sviluppi.

### **Nome dell'insegnamento: ANALYTICAL METHODOLOGIES APPLIED TO GEOSCIENCES (METODOLOGIE ANALITICHE APPLICATE ALLE GEOSCIENZE - 6 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Il corso intende fornire agli studenti i principi di funzionamento di base e le potenzialità della più importanti e comuni tecniche analitiche utilizzate nelle Scienze della Terra e nelle Scienze dei Materiali, che consentono l'investigazione di materiali e processi geologici e tecnologici dalla scala microscopica a quella macroscopica.

#### **Programma**

Il corso è articolato in tre parti nelle quali verranno illustrati i principi di funzionamento, le potenzialità ed i limiti delle diverse strumentazioni e metodi comunemente impiegate nelle scienze della Terra e nelle Scienze dei Materiali. Per ogni tecnica verrà quindi fornita una descrizione della strumentazione e delle sue potenzialità analitiche.

Nella prima parte del corso verranno approfondite le tecniche che consentono di investigare la struttura cristallina attraverso la diffrazione a cristallo singolo dal punto di vista prettamente strutturale (raggi X, neutroni, sincrotrone); la diffrazione per polveri (raggi X, neutroni, sincrotrone) e la diffrazione elettronica (microscopia elettronica a trasmissione). Diffrazione a raggi X e neutroni verranno anche contestualizzate nell'ambito dell'investigazione di materiali in condizioni non ambientali (eg. Alta pressione ed alta temperatura).

Nella seconda parte del corso verranno approfondite le tecniche di analisi prettamente chimica e tessiturale (fluorescenza a raggi X, microsonda elettronica in WDS e EDS, microscopia elettronica a scansione).

Nella terza parte del corso si introdurranno le basi di alcune tecniche di spettroscopia vibrazionale (analisi delle vibrazioni molecolari all'interno di un composto tramite tecniche microRaman e infrarosso) e spettroscopia Mössbauer (tecnica per la determinazione del rapporto  $Fe^{3+}/Fe^{tot}$ ).

### **Nome dell'insegnamento: CRISTALLOGRAFIA (6 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Acquisizione dei concetti e degli strumenti necessari per la comprensione, descrizione e caratterizzazione delle sostanze cristalline.

#### **Programma**

Descrizione geometrica di molecole, cristalli e pattern simmetrici: spazi vettoriali e applicazioni lineari; spazi affini. Dai cristalli reali ai reticoli di punti. Periodicità, traslazioni e definizione di reticolo. Base reciproca: sue proprietà e uso. Piani reticolari e loro descrizione in termini della base reciproca. Indici di Miller. Matrici metriche del reticolo diretto e del reticolo reciproco. Celle elementari. Cambiamenti di base reticolare; equivalenza delle basi e volume delle celle elementari.

Introduzione alla simmetria: invarianza di un oggetto o di una proprietà fisica rispetto a date trasformazioni. Definizione di simmetria di un insieme di punti; invarianza di sistemi di punti rispetto a rotazioni e riflessioni; gruppo di simmetria di un insieme di punti. Simmetrie e isometrie. Gruppi di isometrie. Isometrie in spazi bi e tridimensionali. Simmetrie puntuali. Simmetrie puntuali su reticoli. I sistemi cristallini. Reticoli di Bravais. Classi cristalline. Rotazioni e riflessioni con scorrimento. Gruppi spaziali tridimensionali e gruppi puntuali associati. Esempi di gruppi spaziali 3D e lettura delle Tabelle Internazionali per la Cristallografia.

Introduzione alla teoria della diffrazione. Fenomeni di scattering e interferenza di onde. Equazioni di Laue e relazione tra vettori di diffrazione e vettori del reticolo reciproco. Pattern di diffrazione: aspetto geometrico e intensità relative. Fattori di scattering atomici. Il fattore di struttura. Densità elettronica. Legge di Friedel. Il "problema della fase". Metodi per la risoluzione di strutture cristalline. Metodo di Patterson. Metodi diretti. Diffrazione come trasformata di Fourier di una funzione densità. Convoluzione. Modello strutturale e suo raffinamento. Dispersione anomala e determinazione della configurazione assoluta.

Diffrazione da polveri. Reticolo reciproco associato a una polvere cristallina. Genesi di un diffrattogramma: posizione, intensità e forma dei picchi. Indicizzazione di un pattern di diffrazione. Raffinamento strutturale: Metodo di Rietveld. Dimensione dei cristalliti e relazione di Scherrer.

Utilizzo dei database cristallografici.

### **Nome dell'insegnamento: GEOTECNICA (6 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Scopo dell'insegnamento è di introdurre gli studenti alle proprietà geotecniche delle rocce, alla loro determinazione mediante prove in sito e in laboratorio e ad applicazioni- tipo nel campo dell'ingegneria civile (filtrazioni, muri di sostegno, fondazioni).

#### **Programma**

Rocce sciolte: composizione e proprietà indici. Classificazioni. Permeabilità: principi e misure. Le pressioni efficaci. Comportamento meccanico delle terre: deformabilità e resistenza a taglio. Costipamento. Indagini e prove in sito. Meccanica delle rocce lapidee (principi). Applicazioni: Filtrazione e sifonamento; muri di sostegno; fondazioni dirette (portanza e cedimenti) e indirette.

### **I ANNO, II SEMESTRE**

### **Nome dell'insegnamento: BASIN ANALYSIS AND PETROLEUM GEOLOGY (ANALISI DI BACINO E GEOLOGIA DEGLI IDROCARBURI - 12 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Conoscere i moderni approcci stratigrafici e saper leggere e costruire diagrammi lito- crono-, allo-stratigrafici. Conoscere i fattori che controllano la formazione dei bacini sedimentari, il loro riempimento e la loro storia termica, con particolare riferimento alla stratigrafia sequenziale.

Fornire allo studente una visione completa della geologia degli idrocarburi dal punto di vista sia scientifico che industriale. Alla fine del corso lo studente disporrà di strumenti scientifici, tecnici ed economici tali da permettergli di aggiungere alla visione accademica della Geologia degli Idrocarburi una visione di tipo industriale e geopolitico del sistema energetico mondiale. Potrà quindi avere una propria opinione consolidata sul futuro energetico del pianeta e sulle conseguenze connesse alle scelte energetiche passate, presenti e future.

#### **Programma**

Subsidenza e sue cause. Il concetto di bacino sedimentario e le chiavi di classificazione. Tipi base di bacini in contesti divergenti, convergenti, trascorrenti. Burialhistory, geohistory, thermalhistory dei diversi tipi di bacino e loro risvolti esplorativi. Fattori di controllo sull'organizzazione sequenziale dei riempimenti dei bacini sedimentari. Sequenze deposizionali; definizione, limiti, tipi e architettura interna in relazione alle oscillazioni del livello marino locale.

Costruzione di diagrammi lito- stratigrafici e crono-stratigrafici a partire da colonne stratigrafiche e loro correlazione. Escursioni in bacini sedimentari italiani.

Geoscienze: le attività petrolifere di esplorazione e produzione; composizione e proprietà fisiche degli idrocarburi; origine, migrazione e accumulo del petrolio; caratteristiche geologiche dei giacimenti di idrocarburi; relazioni tra bacini sedimentari e province petrolifere. Esplorazione petrolifera: programmazione

dell'attività esplorativa, prospezioni geologiche; prospezioni geofisiche; valutazione e sviluppi dell'esplorazione. Perforazione e completamento dei pozzi: impianti e tecnologie di perforazione, perforazione direzionata, misure e analisi in pozzo, perforazione in mare, completamento dei pozzi, ingegneria della perforazione. Caratteristiche dei giacimenti e relativi studi: caratteristiche petrofisiche della roccia serbatoio; proprietà dei fluidi petroliferi; meccanismi di spinta e fenomeni di spiazzamento; prove di produzione; studio statico di giacimento; studio dinamico di giacimento. Fase di sviluppo dei giacimenti petroliferi: sviluppo dei giacimenti a terra; sviluppo dei giacimenti in mare; decisione di abbandono di un giacimento. Idrocarburi da fonti fossili non convenzionali e alternative: olio da fonti non convenzionali; gas non convenzionali; idrati di gas; idrocarburi da liquefazione diretta di combustibili solidi; tecnologie emergenti per la conversione di residui; idrocarburi da gas naturale; olio da fonti non convenzionali; gas non convenzionali. Confronto fra sistemi energetici: percorsi verso un futuro energetico sostenibile. Sostenibilità: l'industria del petrolio verso l'impatto zero; sviluppo sostenibile nell'industria del petrolio e del gas; cattura e stoccaggio di CO<sub>2</sub> prodotto dai combustibili fossili.

Interpretazione di dati sismici a riflessione 2D e valorizzazione economica dei risultati. Lo scopo è di ottenere dai dati di partenza una ricostruzione attendibile dell'assetto strutturale delle formazioni geologiche che costituiscono l'obbiettivo minerario del Bacino. Per ottenere questo risultato è necessario affrontare e risolvere una serie di problemi che nel loro insieme costituiscono l'interpretazione strutturale di dati della sismica a riflessione. Allo studente è richiesto di produrre mappe strutturali in tempi doppi ed in profondità. Le esercitazioni saranno completate da un esercizio di valutazione degli idrocarburi in posto, di quelli recuperabili e del rischio geologico. Questi dati associati a dati finanziari standard come inflazione, costo del denaro e scenario futuro dei prezzi petroliferi serviranno per il calcolo del valore economico totale del progetto. Ciò ci permetterà di decidere se il progetto di fattibilità relativo allo sviluppo di un possibile giacimento evidenziato dalla interpretazione sismica ha un valore economico rispetto agli standard industriali correnti e quindi se consigliamo/sconsigliamo l'investimento dei relativi capitali di rischio.

## **Nome dell'insegnamento: GEOLOGIA APPLICATA AI RISCHI GEOLOGICI E ALLE ACQUE SOTTERRANEE (12 CFU)**

### **Obiettivi formativi**

Conoscenza dei principi base della pianificazione territoriale con specifici orientamenti ad aree ad elevata instabilità geologica, soggette a rischi idrogeologici, a subsidenza ed a significativa sismicità. Capacità di valutare le condizioni di innesco e di evoluzione dei differenti fenomeni franosi, in particolare prevedendone la pericolosità e progettandone la mitigazione. Capacità di elaborare uno studio geologico a supporto degli strumenti urbanistici.

Capacità di riconoscere i meccanismi di movimento delle acque nel sottosuolo. Capacità di effettuare una parametrizzazione quali-quantitativa dell'acquifero. Capacità di redigere una cartografia tematica. Capacità di individuare i criteri per la corretta gestione e tutela delle acque sotterranee.

### **Programma**

Pericolosità e rischio geologico. Definizione dei parametri del rischio geologico: intensità, pericolosità, elementi a rischio, vulnerabilità, rischio totale, rischio accettabile. Rischio da frana: richiami alle proprietà meccaniche dei terreni, classificazione e caratteristiche dei fenomeni gravitativi, cause predisponenti ed innescanti, metodologia di indagine ed elementi caratteristici, analisi di stabilità dei pendii in terra ed in roccia, DGPV, frane superficiali; valutazione della pericolosità e del rischio di frana; monitoraggio e mitigazione dei fenomeni franosi; tipologie di intervento. Rischio sismico: la microzonazione sismica (terremoto di riferimento, effetti locali, fenomeni cosismici). Rischio da subsidenza. Le normative statali, regionali e "speciali (autorità di bacino)" per la gestione urbanistica e la prevenzione territoriale del rischio. La pianificazione di livello 5 regionale, provinciale, comunale. Rilievi, indagini e studi di supporto alla pianificazione urbanistica e territoriale. Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici, fasi operative per giungere ad una zonazione del territorio. La pianificazione di bacino (piani di bacino e piani stralcio di bacino). La legislazione in materia di difesa del suolo. Le disposizioni in materia di protezione civile (cenni).

Esercitazioni. Escursione in aree interessate da fenomeni franosi. Esercitazioni sui metodi di verifica della stabilità dei pendii in terra e in roccia. Elaborazione di uno studio geologico a supporto degli strumenti urbanistici.

Modalità di verifica L'accertamento dei risultati di apprendimento avviene al termine del corso ed è costituita da una prova orale che verterà sugli argomenti trattati nel corso. Lo studente dovrà redigere una relazione su un'escursione o su un'esercitazione effettuata durante il corso.

Il ciclo dell'acqua, proprietà idrogeologiche delle rocce, movimenti dell'acqua nel sottosuolo, acquifero e di falda, tipi di falde, teorema di Bernoulli, legge di Darcy, trasmissività, coefficiente d'immagazzinamento, portata di una falda, velocità di filtrazione e velocità effettiva. Cartografia, rapporti acque superficiali – acque sotterranee. Cenni di Idrochimica e di idrologia isotopica. Acquiferi fratturati e carsici. Captazione delle acque sotterranee. Prove di pozzo e prove di emungimento in pozzi e in sondaggi. Migrazione e trasporto

degli inquinanti nelle acque sotterranee. Aree di salvaguardia delle opere di captazioni (pozzi e sorgenti) e metodi per la perimetrazione delle aree di salvaguardia. Principali metodologie per la valutazione della vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee.

Esercitazioni. Costruzione di carte isopiezometriche. Elaborazione di prove di portata in pozzo. Redazione di una relazione idrogeologica per la richiesta di una concessione per lo sfruttamento delle acque di falda. Realizzazione di una carta di vulnerabilità.

Modalità di verifica

L'accertamento dell'effettiva acquisizione dei risultati di apprendimento avviene attraverso una prova orale. Le domande poste sono relative sia ai fondamenti teorici del corso che agli aspetti applicativi della gestione delle acque sotterranee, in modo di accertare l'acquisizione della capacità di applicare correttamente i principi teorici a casi pratici.

### **Nome dell'insegnamento: COMPOSIZIONE DELLA LITOSFERA E PROSPEZIONI GEOCHIMICHE (12 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Comprensione delle relazioni tra processi magmatici/metamorfici e la tettonica delle placche. Capacità di analizzare e caratterizzare le rocce magmatiche, metamorfiche e di mantello alla scala dell'affioramento. Capacità di mettere in relazione i dati geologici di terreno con quelli microstrutturali e geochemici. Impiego di traccianti geochemici nell'interpretazione dei processi geologici. Conoscenza dei lineamenti geologici e petrologici dell'Appennino Settentrionale, delle Alpi Occidentali e della Corsica.

#### **Programma**

Composizione chimica ed isotopica della litosfera I principali reservoir geochemici.

La litosfera oceanica fossile (ofioliti). Geologia e petrologia delle sequenze ofiolitiche Giurassiche che saranno visitate nelle escursioni (Appennino Settentrionale, Alpi Occidentali e Corsica). Le ofioliti del sistema Alpi-Appennino con sovra-impronta tettono-metamorfica legata ad ambiente di subduzione.

Stato dell'arte sulle attuali conoscenze della composizione, struttura e architettura delle dorsali oceaniche. Modelli di fusione parziale del mantello superiore, modelli di accrescimento della crosta oceanica inferiore ed evoluzione tettono-metamorfica della crosta oceanica. Le principali tecniche per l'esplorazione oceanografica, compresi i moderni strumenti di acquisizione di dati geofisici e di campionamento diretto del fondale oceanico.

Ipotesi sulla genesi del mantello litosferico sottocontinentale e della crosta continentale, e loro evoluzione secolare. Struttura e petrologia del mantello litosferico sottocontinentale e della crosta continentale in vari ambienti geodinamici. Evoluzione Permo-Giurassica nell'areale del Mediterraneo. Evoluzione attuale della litosfera nell'areale del Mediterraneo.

Esercitazioni. Attività di terreno finalizzate allo studio delle ofioliti Giurassiche esposte lungo la catena Alpino-Appenninica e della sezione quasi completa di crosta continentale affiorante nelle Alpi Meridionali lungo la Linea Insubrica. Le esercitazioni comprendono inoltre l'analisi micro-strutturale al microscopio ottico delle rocce esaminate nel corso delle escursioni sul terreno.

### **Nome dell'insegnamento: APPLICAZIONI MINERALOGICHE E PETROGRAFICHE PER I BENI CULTURALI (6 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Conoscenza delle problematiche di salvaguardia dei beni architettonici, dei processi di degrado dei vari materiali da costruzione (pietre, malte, ceramiche e laterizi). Capacità di identificare e diagnosticare le cause del degrado, di riconoscere e classificare le forme di degrado, di campionare i prodotti di degrado in funzione dei vari tipi di materiali, di individuare le tecniche analitiche necessarie per la diagnosi dei prodotti di degrado. Capacità di redigere una relazione tecnica nella quale verranno diagnosticate le cause e i prodotti di degrado ed eventuali proposte di interventi conservativi.

#### **Programma**

I materiali naturali e artificiali, l'uso dei materiali lapidei in architettura riferiti a monumenti di grande rilevanza storico-architettonica e il loro attuale stato di conservazione. Le rocce e i loro costituenti minerali in relazione ai processi di trasformazione/alterazione. Caratterizzazione delle principali proprietà petrofisiche delle rocce come indicatori dello stato di degrado. Cause naturali del degrado: umidità, pioggia, gelo, variazione delle temperatura, vento, effetti biologici. Cause antropiche del degrado: l'inquinamento atmosferico, composizione dell'atmosfera in aree fortemente antropizzate, l'effetto delle piogge acide e degli inquinanti. Effetti del degrado: perdita di materiale, fessurazione, fessurazione, formazione di croste, sali, efflorescenze, ecc. Classificazione delle forme di degrado secondo le raccomandazioni Normal. Prelievo dei campioni e analisi chimico-fisiche invasive e non. Metodologie per la diagnosi delle "patologie" dei materiali litoidi, ceramiche, terrecotte, laterizi e malte: porosimetria, determinazione del colore, microscopia ottica,

microscopia elettronica a scansione (SEM – ESEM), diffrazione a raggi X, fluorescenza a raggi X come metodi per la diagnosi del degrado e del controllo degli interventi di restauro. Tecniche di restauro. La protezione, la pulitura, il consolidamento, la sostituzione. Le diverse tematiche saranno affrontate e discusse con l'ausilio di esempi reali di monumenti o edifici di grande importanza storico-artistica. A conclusione del corso potrà essere effettuata almeno una visita guidata ad alcuni edifici e monumenti pavesi di grande interesse storico, in questa occasione gli studenti potranno applicare le conoscenze teoriche imparando a individuare le forme di degrado e le tecniche di campionatura.

### **Nome dell'insegnamento: GEMMOLOGIA (6 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Capacità di applicare gli strumenti concettuali e sperimentali della mineralogia alla caratterizzazione di materiali di particolare interesse: scientifico, industriale e commerciale. Capacità di riconoscere i minerali "qualità gemma" attraverso metodi di analisi ottica e di caratterizzarne il giacimento di provenienza attraverso l'analisi delle inclusioni.

#### **Programma**

Definizione di gemma naturale in contrapposizione ai prodotti di sintesi. Procedimenti di sintesi: fusione alla fiamma (metodi Verneuil, Czochralski), fusione con fondente; metodo idrotermale; metodi HP HT. Materiali gemmologici artificiali. Principali trattamenti delle gemme: riscaldamento; irraggiamento; termodiffusione. Gemme idiocromatiche (tormaline, granati) e allocromatiche (diamante, berilli, corindoni). Microanalisi LA ICP MS per il dosaggio degli elementi in tracce cromofori. Genesi delle principali famiglie di gemme. Giacimenti e inclusioni microscopiche caratterizzanti. Gemme italiane. Materiali organici. Gemme poco comuni.

Utilizzo di bilancia idrostatica e liquidi pesanti per la misura del peso specifico; microscopio ad immersione per lo studio e il riconoscimento delle inclusioni; rifrattometro: misura degli indici di rifrazione; polariscopio, microscopio: riconoscimento del segno ottico e, per i minerali birifrangenti e colorati, dello schema di pleocroismo; spettroscopio. Compilazione di una scheda ottica diagnostica per il riconoscimento di gemme naturali e sintetiche. Analisi distruttive utili al riconoscimento di gemme otticamente opache: IR, spettrometria di Raman; diffrazione RX delle polveri. Esperimenti di riscaldamento su gemme di quarzo e di berillo varietà acquamarina.

### **Nome dell'insegnamento: APPLIED GEOPHYSICS AND UNDERGROUND SURVEYS (GEOFISICA APPLICATA E INDAGINI GEOGNOSTICHE - 9 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Acquisizione dei concetti e degli strumenti necessari per l'impostazione di una campagna di indagine, la progettazione delle indagini (preliminare, definitiva, esecutiva), la realizzazione delle indagini nella fase di acquisizione, elaborazione e interpretazione dati, la comprensione dei fattori che condizionano la scelta del tipo di indagine.

#### **Programma**

Obiettivi e criteri per l'impostazione di una campagna di indagine, programmazione delle indagini (preliminare, definitiva, esecutiva), fattori che condizionano la scelta del tipo di indagine, applicabilità e limitazioni delle differenti metodologie, normativa nazionale di riferimento. Perforazione a percussione, a rotazione, a roto-percussione, a trivella, tecniche di carotaggio e campionamento, classi di qualità dei campioni, procedure standard per la descrizione delle terre e delle rocce. Prove penetrometriche CPT, CPTU, DCPT, SPT. Prospezione sismica: riflessione, rifrazione, tomografia, SASW, MASW, REMI, Down Hole, VSP, Cross Hole, HVSr. Prospezione elettrica: SEV, SEO, ERT. Potenziale spontaneo, polarizzazione indotta, mise à la masse. Prospezione elettro-magnetica: GPR, CWEM, TEM, VLF, MT, CSAMT. Prospezione gravimetrica, prospezione magnetica. Log geofisici in foro: sonici, resistività, potenziali spontanei, induzione, radioattivi.

Esercitazioni. Progettazione di una campagna geofisica. Elaborazione e interpretazione di dati sismici, elettrici, elettromagnetici, gravimetrici. Esecuzione di una campagna di indagini elettriche di resistività e polarizzazione indotta e elettromagnetiche.

---

**II ANNO, I SEMESTRE****Nome dell'insegnamento: GEOPEDOLOGY (6 CFU)****Obiettivi formativi**

L'obiettivo del corso è quello di fornire le conoscenze di base sui processi di formazione ed evoluzione dei suoli, sui metodi di analisi e rilevamento, sulla cartografia pedologica e sui sistemi di classificazione.

**Programma**

Il programma prevede lezioni frontali, esercitazioni e pratica sul terreno. Gli argomenti trattati sono: Il suolo come interfaccia tra biosfera, atmosfera e litosfera; Il concetto di suolo; Il profilo del suolo e la sua differenziazione in orizzonti; Descrizione di un profilo pedologico: caratteristiche dei diversi tipi di orizzonti e la loro nomenclatura; La pedogenesi e i processi pedogenetici; I costituenti del suolo: parte inorganica e frazione organica; Le proprietà fisiche dei suoli; Le proprietà chimiche dei suoli; Il ruolo dell'acqua nel suolo; I concetti di pedon e polypedon. Rilevamento dei suoli. Descrizione del profilo del suolo sul terreno; La classificazione dei suoli: classificazioni: genetiche, gerarchiche e miste; Le principali tipologie di suolo. Perché studiare i suoli.

**Nome dell'insegnamento: GEOMECCANICA (6 CFU)**

**Obiettivi formativi:** effettuare una descrizione qualitativa e quantitativa delle rocce e degli ammassi rocciosi. Conoscenza dei metodi di indagine e di classificazione degli ammassi rocciosi. Applicazione della geomeccanica a problemi pratici (scelta e determinazione dei parametri).

**Programma:** Sforzo e deformazione nelle rocce. Meccanica della fratturazione delle rocce. Definizione di roccia ed ammasso roccioso. Il rilevamento geomeccanico con metodi tradizionali ed innovativi, descrizione qualitativa e quantitativa degli ammassi rocciosi e delle discontinuità (orientazione, spaziatura, continuità/persistenza scabrezza, resistenza di parete, apertura, riempimento, filtrazione, numero dei sistemi di discontinuità, dimensione dei blocchi). Analisi e rappresentazione dei dati: proiezioni stereografiche in geomeccanica. Principali prove geomeccaniche di laboratorio ed in situ. Caratterizzazione degli ammassi rocciosi (Indici di qualità degli ammassi, Classificazione geomeccanica degli ammassi rocciosi - Indice RMR, Indice Q, Indice SMR, Indice GSI). Impiego del rilevamento geomeccanico nello studio di problemi pratici (stabilità dei pendii, gallerie, cave).

**Nome dell'insegnamento: ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY (GEOCHIMICA AMBIENTALE - 6 CFU)****Obiettivi formativi**

Scopo dell'insegnamento è di fornire allo studente gli strumenti idonei per la comprensione e la quantificazione dei processi geochemici relativi agli inquinanti. Sono descritti i principali fenomeni di inquinamento dei diversi comparti (atmosfera, suoli, acque superficiali e sotterranee) da parte di composti organici ed inorganici, con particolare riguardo alle perturbazioni geochemiche indotte nel sistema ed ai principi geochemici sfruttati dalle più comuni tecniche di bonifica. Gli studenti vengono inoltre introdotti alla geochemica degli idrocarburi. Il corso si propone altresì di introdurre gli studenti alla conoscenza dei metodi geochemici per il monitoraggio dell'attività vulcanica e alle principali tecniche di analisi strumentale, sia bulk che in situ, per la determinazione sia di elementi maggiori e in tracce che di rapporti isotopici in materiali di interesse geologico.

**Programma**

Cicli degli elementi ed inquinamento atmosferico. Generalità: diagrammi serbatoi-flussi, stato stazionario e perturbazioni antropiche. Cicli del fosforo, carbonio, azoto, zolfo, ossigeno e metalli pesanti. Struttura e composizione dell'atmosfera, inquinamento atmosferico (gas e particolato), principali conseguenze (deposizione di inquinanti, piogge acide, effetto serra, cambiamenti climatici).

Geochemica degli idrocarburi. Ciclo del carbonio: produzione, accumulo e trasformazione della materia organica. Formazione e caratteristiche del kerogene. Caratterizzazione geochemica della roccia madre: quantità, qualità e maturità della materia organica, biomarkers, principali parametri e metodologie analitiche. Caratterizzazione degli idrocarburi: generazione di olio e gas, correlazioni olio-olio e olio-roccia madre, biogas.

Generalità sui fenomeni di inquinamento. Tipologie di inquinanti e disequilibri indotti, tipologie di sorgenti, principali inquinanti inorganici ed organici, modalità di movimento nei suoli e nelle acque, advezione e diffusione, fattore di ritardo, coefficienti di ripartizione solido-liquido-gas.

I fenomeni di inquinamento. Discariche RSU: generazione e composizione del percolato e del biogas, riflessi sulle acque sotterranee. Inquinamento dei suoli: meccanismi di ritenzione dei contaminanti, individuazione dell'apporto antropico, metalli pesanti, composti organici, principi di bonifica. Inquinamento delle acque superficiali ed eutrofizzazione. Composizione ed inquinamento dell'acqua marina. Inquinamento delle acque

sotterranee: composti inorganici ed organici, principali interventi di bonifica (barriere reattive, bioremediation). Discariche di attività estrattive ed acque acide di miniera. Inquinamento del sottosuolo e stoccaggio dei rifiuti tossico-nocivi e radioattivi. Elaborazione dei dati ambientali e modellizzazione dei fenomeni di inquinamento. Elaborazioni statistiche dei dati e geostatistica. Approfondimenti sui cicli geologici degli elementi (carbonio e fosforo). Stoccaggio geologico della CO<sub>2</sub> e problematiche connesse. Attività individuali o di gruppo di ricerca ed approfondimento delle tematiche trattate.

### **Nome dell'insegnamento: PALEOCLIMATOLOGIA E CAMBIAMENTO CLIMATICO GLOBALE (6 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Conoscere tempi e modi del cambiamento climatico nel record geologico.

Conoscere gli strumenti delle Scienze della Terra utili a determinare le variazioni climatiche del passato.

Comprendere quali siano i principali fattori che determinano i cambiamenti climatici.

Comprendere la centralità degli studi paleoclimatologici per la corretta comprensione del ruolo antropico nell'attuale cambiamento climatico.

#### **Programma**

Il corso svilupperà e approfondirà, attraverso un approccio multidisciplinare, la storia del cambiamento climatico globale grazie agli strumenti forniti dalle Scienze della Terra. Nello specifico saranno trattati i seguenti argomenti: 1) il sistema climatico (componenti, cause delle variazioni, velocità dei cambiamenti, meccanismi di risposta); 2) gli archivi, i metodi ed il trattamento dei dati in Paleoclimatologia; 3) un approfondimento sul record sedimentario marino e la ricostruzione del clima del passato attraverso i Foraminiferi; 4) l'affidabilità e criticità dell'applicazione di modelli climatici al record geologico.

Il corso prevede lo svolgimento di lezioni frontali ed esercitazioni di laboratorio con lavoro individuale e/o a piccoli gruppi su tematiche assegnate dai docenti comprendente l'analisi del contenuto in Foraminiferi bentonici e planctonici in residui di lavato e sezioni sottili. Inoltre, ricercatori ospiti svolgeranno seminari tematici.

### **Nome dell'insegnamento: PETROGRAFIA APPLICATA (6 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Fornire allo studente le basi per la comprensione dei processi industriali (ceramiche, malte ed intonaci) e preindustriali (materiali storici ed archeologici), metodologie multianalitiche e protocolli di studio e diagnostica su materiali naturali e di sintesi, leggere ed interpretare correttamente una sezione sottile di materiali naturali e di sintesi (laterizi, malte ed intonaci, materiali lapidei naturali ed artificiali) e redigere una relazione petrografica.

#### **Programma**

Le lezioni sono organizzate in tre moduli: materiali lapidei ornamentali (attuali e storici), laterizi e ceramiche tradizionali, malte e intonaci. Ciascun modulo comprende i seguenti argomenti: principi di classificazione, processi industriali e preindustriali alla base del ciclo di produzione del materiale, proprietà di utilizzo del materiale, tecniche di indagine tessiturale e compositiva, studio dei difetti tessiturali e microstrutturali, aspetti economici della produzione.

Studio di materiali lapidei naturali ed artificiali, laterizi, ceramiche, malte ed intonaci al microscopio ottico polarizzatore a luce trasmessa finalizzate alla descrizione, alla classificazione e allo studio tessiturale e delle microstrutture, al fine di definire il loro ciclo di produzione (processi, ricette di produzione, provenienza delle materie prime).

## **II ANNO, II SEMESTRE**

### **Nome dell'insegnamento: SEISMIC AND MAP INTERPRETATION FOR GEOLOGICAL MODELLING (CARTOGRAFIA ED INTERPRETAZIONE SISMICA PER I MODELLI GEOLOGICI - 6 CFU)**

#### **Obiettivi formativi**

Leggere e interpretare carte geologiche; realizzare sezioni geologiche; leggere e interpretare profili sismici a riflessione; conversione in profondità di sezioni/superfici in tempi; retrodeformazione di strutture geologiche e bilanciamento, costruzione e validazione di modelli geologici 3D; uso e valutazione critica di alcuni algoritmi di calcolo dei software comunemente utilizzati nell'industria petrolifera/mineraria.

#### **Programma**

---

Il corso affronterà due argomenti principali: i dati di superficie (quindi le carte geologiche e la loro interpretazione finalizzata alla realizzazione di sezioni geologiche) ed i dati di sottosuolo (sezioni simiche a riflessione, dati di pozzi profondi). Le carte geologiche saranno lette ed interpretate dagli studenti in piccoli gruppi sotto la guida del docente e verranno realizzate sezioni geologiche in contesti strutturali differenti e con difficoltà crescenti. Questa parte del corso porta al perfezionamento delle capacità di analisi cartografica e di rappresentazione grafica del modello geologico acquisite nei corsi di base. Relativamente ai dati di sottosuolo verranno richiamati i criteri e le conoscenze di base per l'interpretazione di profili sismici a riflessione in diversi contesti geologici (sistemi compressivi, estensionali e di tettonica salina), per la realizzazione dei modelli geologico-strutturali e per il passaggio dall'interpretazione della sismica a riflessione al modello geologico. Il corso sarà prevalentemente di tipo pratico e svolto su pc con l'ausilio dei software più comunemente utilizzati presso le industrie petrolifere e minerarie. Agli studenti verranno forniti profili sismici a riflessione e dati di sondaggi profondi con i quali tarare i dati, interpretare le linee sismiche, convertire da tempi a profondità, retrodeformare e bilanciare sezioni geologiche. Verranno illustrati, tramite esercitazioni pratiche, i criteri di modellazione 3D e di validazione del modello 3D tramite retrodeformazione e bilanciamento. Specifiche sessioni di lavoro su workstation verranno dedicate alle operazioni di decompattazione e costruzione di mappe delle isobate, mappe delle isopache e allanmaps. Partendo da esempi pratici ed esercizi/tutorials verranno valutate le funzionalità e specificità dei diversi software e degli algoritmi di calcolo utilizzati. Al termine del corso agli studenti, suddivisi in gruppi, verranno assegnati dati di pozzo e profili sismici da cui ricostruire un modello geologico 3D da commentare ed illustrare producendo un report simile a quelli utilizzati nel campo dell'esplorazione petrolifera e dell'industria mineraria.