



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati

ULTIMA REVISIONE 28 gennaio 2014

CORSO DI DOTTORATO IN SCIENZE DELLA TERRA E MECCANICA DEI FLUIDI

Avviso: questa scheda contiene solo delle informazioni parziali. Le modalità di iscrizione al concorso di ammissione e tutte le altre necessarie informazioni si trovano sul Bando all'indirizzo web: <http://www2.units.it/dottorati/> >> Ammissione al dottorato

Scadenza domanda online

12 febbraio 2014 ore 11.30

DATI IDENTIFICATIVI

AREA:

- prevalente: 04
- altre: 01; 08; 02; 09

MACROSETTORE:

- prevalente: 04/A
- altri: 08/A; 02/A; 09/A

SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI:

- prevalente: ICAR/01
- altri: GEO/02; GEO/03; GEO/04; GEO/05; GEO/06; GEO/07; GEO/08; GEO/10; GEO/11; GEO/12; ING-IND/06; MAT/05; MAT/07; MAT/08; FIS/06; GEO/01

SETTORE EUROPEAN RESEARCH COUNCIL:

- PE

SOTTOSETTORE ERC:

- prevalente: PE10
- altri: PE1; PE8

Informazioni sulle descrizioni delle codifiche all'indirizzo : <http://www.units.it> >> Ricerca >> Dottorati di Ricerca >> Ammissione al Dottorato >> Bando generale e relative integrazioni - schede presentazione Corsi - Commissioni giudicatrici - Candidati ammessi/graduatorie >> Decodifiche dati identificativi

TEMATICHE DI RICERCA:

1. Fluidodinamica ambientale, nei processi tecnologici e industriali, e nei sistemi biologici
2. Geofisica della terra solida, fluida e geologia
3. Metodi e modelli matematici in fluidodinamica e in geofisica, equazioni differenziali e problemi inversi

SEDE AMMINISTRATIVA: Trieste

- DIPARTIMENTO SEDE AMMINISTRATIVA DEL CORSO: Dip. di Matematica e Geoscienze

ALTRI DIPARTIMENTI: Dipartimento di Ingegneria e Architettura

ENTI PARTECIPANTI NON ACCREDITATI:

- Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS)

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati

- International Centre of Theoretical Physics (ICTP)

DURATA: 3 anni

LINGUA DEL CORSO: inglese

DATI CONCORSUALI

POSTI TOTALI: 1

ASSEGNO DI RICERCA:

- [cod D/8] finanziato dal Dipartimento di Ingegneria e Architettura a valere sui fondi del progetto "**SEDITRANS**" **Sediment transport in fluvial, estuarine and coastal environment** (Grant agreement no: 607394 - Call identifier: FP7-PEOPLE-2013-ITN - Implementation mode: Multi-ITN) finanziato nell'ambito del 7° Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo Tecnologico dell'Unione Europea.....1

Titolo del Progetto: Large Eddy Simulation modeling for real-scale suspended sediment transport in river and estuarine flows

Descrizione dettagliata del Progetto: The present project is focused on modelization of suspended sediment transport in Large eddy simulation of estuarine and river flows. In the project the student will implement literature models for suspended sediment transport in large eddy simulation tools available at the laboratory of Environmental and Industrial Fluid Mechanics of the University of Trieste. The models will be first tested in application at low Reynolds number, and successively further developed to operate in simulations at large values of Re, where the wall-modelling approach is used. Finally, in cooperation with the research group of EPFL, the model will be calibrated and used for the study of a specific case of relevance in river hydraulics

Settore Scientifico disciplinare del Progetto: ICAR/01

Reponsabile Scientifico/Supervisore: Prof. Vincenzo Armenio

Durata dell'assegno: 36 mesi

L'importo dell'assegno, da erogare in rate mensili, al lordo degli oneri previdenziali a carico del dottorando e comprensivo della mobility è di € 44.734,65 se il/la titolare dell'assegno è sposato/a o di € 41.513,76 nel caso sia celibe/nubile.,

NOTA: ulteriori requisiti richiesti dalla normativa europea sui finanziamenti

Marie Curie:

1 alla scadenza della presentazione della domanda di ammissione deve risultare che negli ultimi 3 anni il candidato non ha accumulato più di dodici mesi di permanenza in Italia sia in quanto residente sia per aver svolto attività lavorative o di studio;

2 deve aver svolto entro i primi 4 anni successivi al conseguimento del titolo, attività di ricerca equivalente al tempo pieno.

TITOLO DI STUDIO RICHIESTO: art. 2 – Requisiti del Bando

1 Laurea specialistica o magistrale o Laurea rilasciata ai sensi dell'ordinamento previgente al D.M. 3 novembre 1999, n. 509 modificato con D.M. 22 ottobre 2004, n. 270 nonché titoli

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

- accademici di secondo livello a essi equivalenti;
2. titolo accademico conseguito all'estero dichiarato equipollente;
 3. titolo accademico conseguito all'estero purché comparabile per durata, livello, e campo disciplinare al titolo italiano che consente l'accesso al dottorato.

TERMINE PER IL CONSEGUIMENTO DEL TITOLO: compatibile con la previsione del punto 2 della nota "ulteriori requisiti per l'accesso"

MODALITA' DI AMMISSIONE: titoli (compreso progetto)

- **VOTAZIONE FINALE IN:**.....100esimi
- VOTAZIONE FINALE MINIMO RICHiesto:**.....70/100

PESO DEI TITOLI:

(nel caso di mancata presentazione del modulo "integrazione domanda di ammissione" i titoli e le pubblicazioni NON potranno essere valutati dalla Commissione):

- a. dettagliato curriculum vitae et studiorum: 30/100
- b. copia integrale o abstract della tesi di laurea vecchio ordinamento ovvero di laurea specialistica/magistrale: 40/100
- c. progetto di ricerca utilizzando l'apposito modulo disponibile al seguente link <http://www.units.it> >> Ricerca >> Dottorati di Ricerca >> Ammissione al Dottorato >> Modulistica >> "Research Project": 30/100

La valutazione del Progetto tiene conto:

- 1 del valore del Progetto di Ricerca rispetto agli obiettivi prefissati
- 2 della qualità del Progetto di Ricerca, con particolare attenzione alla metodologia adottata e al cronoprogramma delle attività

TERMINE PERENTORIO PER LA CONSEGNA DEI TITOLI E DEL PROGETTO: ... 12.02.2014

MODALITA' DI CONSEGNA DEI TITOLI (art. 5.1.4 del Bando di ammissione):

- allegati alla domanda di ammissione online (upload)
- limitatamente alle pubblicazioni voluminose o non disponibili in formato elettronico sempreché segnalate sul modulo "Integrazione domanda di ammissione": Inviare un file zip al seguente indirizzo e-mail eifm.adm@units.it entro il 12.02.2014

NOTA: le sole lettere di presentazione devono essere inviate a mezzo email dal sottoscrittore della lettera direttamente a: eifm.adm@units.it indicando nell'oggetto: Lettera per: Cognome Nome

La mail dovrà pervenire entro le ore 24.00 (ora italiana) del giorno 12 febbraio 2014

LIVELLO QCER: B2

DATI GENERALI

COORDINATORE: Prof. Vincenzo Armenio - Dipartimento di Ingegneria civile e architettura - Università degli Studi di Trieste - tel. 040/5583472 fax 040/572082 e-mail armenio@dica.units.it

VICE: Prof. Pierpaolo Omari – Dipartimento di Matematica e Informatica – Università degli Studi di Trieste – tel. 040/5582619 - e-mail

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

omari@univ.trieste.it

SITO WEB: <http://phdfuidmechanics.appspot.com/>

OBIETTIVI FORMATIVI: Le scienze della terra e la meccanica dei fluidi costituiscono un insieme di discipline che, pur presentando aspetti e temi indipendenti, si intersecano e si interfacciano in una classe molto ampia di problemi.

Le scienze della terra studiano la struttura, le proprietà fisiche e chimiche e l'evoluzione del nostro pianeta con strumenti che vanno dalle indagini dirette sul terreno e in laboratorio ai più avanzati metodi nel settore del telerilevamento, della geofisica, della petrofisica e della geochemica. Attraverso lo studio delle condizioni attuali, affrontano la ricostruzione di processi complessi, come le deformazioni della crosta terrestre o la migrazione di fluidi all'interno della matrice solida di rocce e sedimenti, con importanti ricadute nel settore delle risorse e della prevenzione dei rischi naturali.

I metodi utilizzati comprendono avanzate tecniche di diagnostica non invasiva basate su campi naturali (metodi di potenziale) o sulla propagazione di onde elettromagnetiche o sismiche, tecniche spettroscopiche per lo studio dei materiali geologici, tecniche di modellizzazione numerica per la ricostruzione e lo studio di modelli evolutivi del sottosuolo e della superficie del nostro pianeta. Importanti ricadute di questi studi si hanno anche nel settore dell'evoluzione recente dal punto di vista climatico. Su una larga parte di questi temi si hanno importanti collegamenti col settore della meccanica dei fluidi, particolarmente nel settore delle georisorse fluide (acqua, idrocarburi) e della contaminazione.

La meccanica dei fluidi studia le proprietà e il comportamento dei fluidi, cioè liquidi, gas, plasma, e più in generale di sostanze le cui molecole non hanno posizioni fisse nello spazio ma sono in movimento le une rispetto alle altre con velocità relative diverse. La meccanica dei fluidi riguarda fenomeni fisici complessi e ha un ampio spettro di applicazioni. Infatti, gran parte dei sistemi ambientali coinvolge dinamiche di acque e gas che sono descritte in termini di fluidodinamica: per esempio la diffusione di sostanze inquinanti o varie questioni di meteorologia e oceanografia. Analogamente, i sistemi biologici sono regolati da fenomeni di trasporto e dispersione di elementi o specie nelle acque, nell'aria e nel sangue. Molti problemi industriali riguardano processi fluidi: per esempio nel trasporto o nei fenomeni dove è prevista un'interazione tra la chimica e la fluidodinamica di processo.

Le leggi fondamentali su cui si basano queste discipline sono espresse generalmente mediante equazioni differenziali alle derivate parziali, spesso di notevole complessità, il cui studio richiede l'applicazione di diversi metodi di matematica avanzata e rappresenta un campo di ricerca teorica e pratica di grande rilevanza e attualità.

La matematica risulta pertanto essere uno strumento di fondamentale importanza per lo studio di queste discipline. A sua volta, lo studio delle tematiche connesse alle scienze della terra e alla meccanica dei fluidi pone nuovi problemi, apre nuove prospettive e fornisce stimolo e occasione per lo

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

sviluppo di nuovi metodi nell'ambito della ricerca matematica, con particolare riferimento alle questioni modellistiche, agli aspetti qualitativi della teoria delle equazioni differenziali, ai metodi computazionali e numerici per il loro trattamento quantitativo.

Il Corso di Dottorato in Earth Science and Fluid Mechanics (in seguito ESFM) ha come obiettivo la formazione avanzata degli studenti nel campo della meccanica dei fluidi, della matematica applicata e delle scienze della terra, con particolare riferimento agli argomenti sopra descritti. Promuove la preparazione teorico-applicativa degli studenti attraverso l'approfondimento scientifico di tematiche sviluppate nell'ambito dell'attività di ricerca dei gruppi afferenti ai dipartimenti coinvolti e di collaborazioni internazionali che garantiscono la possibilità di soggiorni di formazione e ricerca presso qualificate strutture estere.

Per quanto riguarda la meccanica dei fluidi, vengono in particolare affrontati i processi che riguardano lo studio del moto dei fluidi e delle loro proprietà di trasporto, dispersione e mescolamento nei processi ambientali o industriali, nonché della loro interazione con gli elementi solidi. Sono anche considerati argomenti di termodinamica e microfisica dei processi su larga scala.

Nel settore delle scienze della Terra, obiettivo principale è il trasferimento di conoscenze sui metodi avanzati di indagine con applicazioni allo studio di composizione, struttura, stratigrafia ed evoluzione del nostro pianeta, a partire dalla superficie vicina fino ad arrivare alle strutture profonde ed alle caratteristiche a scala globale. Le tecniche di analisi, modellizzazione ed inversione dei dati geofisici sono una parte importante del programma e si integrano con gli strumenti dell'indagine diretta e di laboratorio nei campi della geochimica, della geologia e della geomorfologia, della petrofisica e della mineralogia/petrografia.

Lo studio dei modelli matematici di interesse per la fluidodinamica e le scienze della terra, effettuato sia dal punto di vista teorico sia da quello computazionale (anche nell'ambito dell'iniziativa europea PRACE e in prospettiva dello sviluppo dell'Exascale computing), costituisce una parte centrale del programma.

Il Corso di Dottorato ESFM rappresenta l'evoluzione e l'ampliamento di una struttura di eccellenza già esistente presso l'Università di Trieste, la Scuola di Dottorato Environmental and Industrial Fluid Mechanics (in seguito EIFM), la quale, per anni, è stata valutata come una scuola di classe A, nei riguardi della qualità e dell'internazionalizzazione. L'estensione del programma di dottorato rappresenta un completamento e un potenziamento della precedente struttura, sia in termini di tematiche, sia di personale coinvolto. Punti di forza del presente corso di dottorato sono: l'interdisciplinarietà del programma scientifico; la presenza nel collegio docenti di matematici, fisici, geologi e ingegneri di alto profilo scientifico che operano in completa sinergia nella comprensione dei problemi fisici e nella conoscenza dei modelli matematico-computazionali; la presenza di tre enti interagenti tra loro, l'Università di Trieste (in seguito Units), l'International Centre of Theoretical Physics (in seguito ICTP) e Istituto Nazionale

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

di Oceanografia e Geofisica (in seguito OGS), fra i quali è stato stipulato un accordo formale di cooperazione (approvato dal CdA di Units il 26/3/2013); le collaborazioni con istituzioni di ricerca straniere; la creazione di un forte legame tra istituzioni ed enti di ricerca nazionali e internazionali operanti nella città di Trieste, nel Friuli-Venezia Giulia e nella regione Alpe-Adria; l'assenza in regione di programmi di dottorato che affrontino tematiche simili. Inoltre, nell'ambito delle tematiche inerenti alla modellistica applicata alle scienze della Terra, esiste una collaborazione tra OGS e il centro di supercalcolo CINECA per attività di ricerca e sviluppo di metodi computazionali e tecnologie di High Performance Computing, al fine di creare un Laboratorio Italiano per la Ricerca nell'Exascale Computing.

Il programma ha lo scopo di condurre gli studenti a intraprendere diverse carriere nel campo della ricerca, dell'insegnamento e dell'utilizzo industriale di alte tecnologie nei settori sopra indicati. La dissertazione finale deve essere originale, rappresentare lo stato dell'arte nel campo prescelto e contenere materiale per la pubblicazione di articoli scientifici su qualificate riviste internazionali del settore incluse nei cataloghi ISI o SCOPUS. Durante il periodo del dottorato, gli studenti saranno in contatto con diverse realtà locali e internazionali e acquisteranno una notevole esperienza nell'analisi sia teorica sia applicata di problemi di scienze della terra e fluidodinamica, anche nei loro aspetti matematici. Inoltre, svilupperanno familiarità e competenza nell'uso degli strumenti più avanzati (sia modellistici sia sperimentali) per l'analisi di sistemi fisici complessi, che saranno di grande utilità per un'attività futura in centri di ricerca pubblici o privati o comunque per lavorare in aziende con elevato contenuto tecnologico.

Gli studenti dovranno seguire un programma di corsi attraverso i quali raggiungeranno buone competenze nel campo di ricerca prescelto. In particolare sono previsti "corsi di base" e "corsi di avviamento alla ricerca". I corsi di base daranno gli strumenti per la comprensione dei fenomeni fisici in oggetto e saranno focalizzati su argomenti di matematica e di fluidodinamica o geofisica. I corsi orientati alla ricerca includeranno la geofisica, la fluidodinamica avanzata, la fluidodinamica computazionale, tecniche sperimentali in fluidodinamica, la fluidodinamica geofisica, la fisica e la modellizzazione della turbolenza, l'oceanografia fisica, la dinamica della bassa atmosfera, metodi matematici avanzati per lo studio delle proprietà qualitative di equazioni differenziali nonlineari di interesse per la fluidodinamica e la geofisica. Vi saranno infine seminari periodici a cadenza mensile tenuti da esperti del settore ai quali gli studenti sono tenuti a partecipare. I seminari saranno organizzati in tre quadrimestri. I seminari del primo quadrimestre (Gennaio-Aprile) saranno gestiti da docenti di Units e saranno tenuti presso l'Ateneo; i seminari del secondo quadrimestre (Maggio-Agosto) saranno gestiti da personale OGS e saranno ivi tenuti; i seminari del terzo quadrimestre (Settembre-Dicembre) saranno gestiti da personale ICTP e ivi tenuti. In questo modo sarà possibile per gli studenti assistere, con cadenza mensile, a seminari tenuti da ricercatori appartenenti a differenti comunità scientifiche, nei quali problemi di scienza della terra, di

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

fluidodinamica e matematica sono affrontati e risolti utilizzando approcci e punti di vista diversi tra loro e complementari.

Sono attive le seguenti linee di ricerca, che sono proposte come possibile argomento di tesi di dottorato.

Trasporto e deposizione di sedimenti in ambiente oceanico e glaciale

Il trasporto di sedimenti dai continenti all'ambiente marino e lacustre avviene attraverso una serie di processi di interazione tra l'atmosfera, l'idrosfera e la criosfera.

La sedimentazione oceanica è rilevante per la società, perché il fondo degli oceani è utilizzato sempre più per installazioni di fondo, la posa di cavi e condotte, fondazioni ed ancore di piattaforme. La comprensione dei meccanismi di accumulo e di erosione dei sedimenti marini è fondamentale per la corretta pianificazione e la sicurezza di tali infrastrutture. In particolare, il trasporto di massa dei sedimenti rappresenta una importante minaccia non solo per i manufatti, ma anche per gli insediamenti costieri, perché frane sottomarine possono provocare tsunami.

A causa della crescente antropizzazione delle regioni artiche, compreso il Mare Glaciale Artico, e le prospettive per l'attività economica in mare aperto, il trasporto di sedimenti tramite flussi di ghiaccio sulle piattaforme continentali e la deposizione sulle scarpate continentali devono essere affrontate con lo stesso livello di dettaglio raggiunto per i sistemi sedimentari delle basse latitudini con i modelli sedimentari dei deep-sea fans.

A seconda dei progetti connessi con il programma di studio, gli studenti avranno l'opportunità di sperimentare la raccolta dei dati, l'analisi dei dati in laboratorio, e di eseguire la modellazione del trasporto di sedimenti in ambiente marino che combina dati oceanografici e glaciologici che contribuiscono allo sviluppo di nuovi modelli sedimentari per margini continentali polari.

Iniezione di fluidi nel sottosuolo

Uno sviluppo sostenibile richiede lo sviluppo di tecnologie per un più sicuro uso e immagazzinamento dell'energia, proteggendo nel contempo il nostro ambiente. L'iniezione di fluidi nel sottosuolo include alcune applicazioni chiave:

- lo stoccaggio permanente di CO₂ in formazioni geologiche;
- lo stoccaggio temporaneo di gas metano per durate stagionali;
- l'iniezione di acqua salmastra per la produzione di gas e petrolio;
- la produzione geotermica di energia elettrica usando rocce calde profonde.

Queste applicazioni richiedono di integrare misure geofisiche ripetute nel tempo con la simulazione dei giacimenti, prevedendo fluidi multi-fase ed una permeabilità variabile, una relazione geomeccanica tra la pressione dei fluidi e la resistenza della roccia attraverso la microsismicità indotta, vincoli geologici e geochimici, ed un'elaborazione e modellazione 3D di dati sismici.

Fluidi in sedimenti marini

Diversi tipi di fluido e strutture di fuga di gas e le anomalie sismiche associate (cioè pockmarks, vulcani di fango, mound carbonatici, Bottom Simulating

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

Reflectors etc.) sono stati identificati in diversi bacini sedimentari di tutto il mondo. La distribuzione di fuoriuscite di fluidi dai fondali marini è in gran parte controllata da variazioni verticali e laterali delle proprietà fisiche del sedimento, mentre la loro espressione morfologica sul fondo del mare è condizionata da flussi e dalla concentrazione dei gas, dal tipo di sedimento, e dalle condizioni oceanografiche. In condizioni particolari la migrazione del gas superficiale attraverso sedimenti marini può provocare la precipitazione di cementi di carbonato di calcio metano-derivato come un cemento, che porta alla formazione di carbonati metano-derivati. Un ulteriore, fondamentale ruolo nel controllo della migrazione naturale di fluidi nei sedimenti all'interno sequenza sedimentaria è quello degli idrati di gas e la loro stabilità nel tempo in risposta ai cambiamenti di pressione e di temperatura.

Gli studenti coinvolti in questo tema di ricerca avranno la possibilità di analizzare diversi tipi di dati geofisici al fine di identificare e caratterizzare i fluidi e la distribuzione del gas all'interno dei sedimenti e dei loro modi di migrazione verso la superficie, riconoscendo le caratteristiche sismiche legate alla presenza di gas. Inoltre, l'argomento di ricerca comprenderà un'introduzione sui modelli teorici che descrivono la velocità sismica in funzione del contenuto di gas in sedimenti marini.

Rilevazione e analisi della microsismicità in attività di stoccaggio sotterraneo di gas e di sfruttamento geotermico.

Alcune attività umane possono causare terremoti sia indotti dall'attività stessa o attraverso l'attivazione di faglie pre-esistenti. Queste attività includono, per esempio miniere, dighe, l'esplorazione ed estrazione di petrolio, lo sfruttamento dell'energia geotermica, o lo stoccaggio di gas sotterraneo. Recentemente è stato riconosciuto che il monitoraggio della microsismicità fino a valori molto bassi di magnitudo (cioè tra 0 e 1) è un elemento di fondamentale importanza per controllare l'attività in corso e prevenire terremoti pericolosi.

OGS è impegnato nel monitoraggio sismico di attività di stoccaggio di gas in serbatoi naturali sotterranei (per esempio la Rete Sismica Collalto, web: rete-collalto.crs.inogs.it, è la prima rete sismica italiana costruita sotto stringenti prescrizioni governative) e lo sfruttamento geotermico. OGS ha quindi sia il background tecnologico/scientifico e, più importante, un ampio set di dati per sostenere un progetto di ricerca su questo argomento.

Le registrazioni di microsismicità sono caratterizzate da rapporto segnale-rumore molto basso, e bisogna sviluppare metodi specifici per la rilevazione degli eventi molto deboli, la loro localizzazione e la stima di altri attributi (ad esempio, magnitudo, meccanismo focale, ...), che superino gli standard tradizionalmente adottati. Pertanto, vi è la necessità di migliorare la tecnologia del sistema di monitoraggio sismico -questo include: rete sismica, sistemi di comunicazione, acquisizione ed elaborazione dei dati sismologici- nonché di sviluppare nuovi metodi di elaborazione per l'analisi dei segnali microsismici e migliorare la conoscenza dei processi che correlano la microsismicità al trasporto dei fluidi nel

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

deposito e agli stress indotti.

Proponiamo le seguenti linee di ricerca:

- Nuovi metodi per l'analisi dei segnali microsismici, sulla base di tecniche intensive calcolo per la separazione di segnale e rumore.
- Miglioramento dei metodi di riconoscimento automatico e l'analisi di eventi deboli, come ad esempio l'elaborazione ad array. In questa linea si includono anche possibili miglioramenti tecnologici delle reti sismiche.
- Lo studio delle relazioni reciproche e la correlazione spazio-temporale tra microsismicità e pressione/trasporto del fluido all'interno del serbatoio.

Studi lagrangiani in ecosistemi marini

Lo sviluppo di modelli numerici in grado di valutare le risposte degli ecosistemi marini all'ambiente circostante, considerando anche le caratteristiche adattive ed evolutive, è fondamentale per produrre stime più realistiche degli effetti a breve e lungo termine delle forzanti naturali e antropiche e dell'efficacia delle politiche di gestione del territorio. Molti organismi marini possono essere rappresentati, in prima approssimazione, come particelle interagenti in moto in un fluido che, a seconda della dimensione degli organismi, ha caratteristiche viscoso o turbolente. Tuttavia, per seguire l'evoluzione spazio-temporale di un grande numero di individui che interagiscono fra di loro ed evolvono nel tempo (approccio lagrangiano) pone tuttora una sfida tecnologica, computazionale e scientifica. Il calcolo ad alte prestazioni (High Performance Computing) e algoritmi innovativi in grado di sfruttare le architetture computazionali più all'avanguardia (quali per esempio i sistemi PRACE Tier-0) rappresentano un approccio determinante per affrontare tale sfida, permettendo ai ricercatori di proporre nuove parametrizzazioni dell'ecosistema marino.

Sviluppo di modelli accoppiati per studi biogeochimici in Mar Mediterraneo

La modellistica biogeochimica per il Mar Mediterraneo in OGS ha finora prevalentemente adottato la strategia di accoppiamento off-line con un modello di circolazione generale (OGCM), utilizzando in diversi contesti progettuali (sia internazionali che nazionali) forzanti fisiche (temperatura, salinità, radiazione solare, campi di corrente) fornite da partner di ricerca esterni. L'obiettivo di questa linea di ricerca è adattare il modello OGCM MITgcm al Mar Mediterraneo e conseguentemente sviluppare l'accoppiamento con il modello biogeochimico BFM in modo da creare un nuovo strumento modellistico, sia per finalità operative che per studi climatici.

Analisi multiscala della dinamica oceanica

Tramite l'uso di osservazioni in-situ provenienti da piattaforme autonome come drifters, floats e gliders, unite ai dati di remote sensing (radar HF, immagini da satellite, etc.) siamo interessati all'esplorazione e allo studio della dinamica oceanica a diverse scale, dalle correnti inerziali/mareali, alla variabilità a mesoscala dello strato superficiale dell'oceano, alla circolazione ed ai trend delle proprietà delle masse d'acqua a scala decennale, sia in mare aperto che in ambienti costieri. Alcune di tali attività sono collegate a ricerche di base in ambito

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

oceanografico e climatico, altre si orientano ad applicazioni pratiche quali il monitoraggio di dispersione di inquinanti (in particolare l'osservazione di sversamenti di petrolio) e le operazioni di ricerca e soccorso in mare.

Variabilità a lunghe scale temporali della circolazione nel Mediterraneo

Utilizzando i dati in situ e quelli da satellite questo tema si propone di studiare la variabilità climatica della circolazione a scala di bacino nel Mar Mediterraneo. Vari sotto-bacini mediterranei saranno studiati sia separatamente sia considerandone possibili interazioni e feedback. L'eventuale impatto dell'atmosfera e del clima in generale nel determinare la circolazione sarà preso in considerazione. Speciale attenzione sarà rivolta agli eventi transienti che appaiono sulla scala decennale o centennale (EMT, WMT).

Equazioni differenziali non lineari per la modellazione dell'iniezione di fluidi per la fratturazione idraulica

Le risorse non convenzionali di petrolio e gas estratti da formazioni argillose hanno iniziato a essere fruttabili economicamente grazie all'introduzione di tecniche di stimolazione in pozzo che aumentano la permeabilità della formazione. La fratturazione idraulica delle formazioni, o "fracking" si basa su iniezioni fluido ad alta pressione in pozzo per generare fratture e microfessure. La sismicità indotta può essere utilizzata per individuare il flusso generato e ottenere il tensore di permeabilità. L'intero processo richiede la comprensione di come il campo di pressione attorno al pozzo evolve con la velocità di iniezione e come la permeabilità viene modificata in funzione della pressione. Questo porta alla soluzione di equazioni differenziali non lineari per il campo di pressione. La fisica di diffusione del fluido in mezzi porosi anisotropi si basa sulla teoria della poroelasticità di Biot. In molte situazioni, una buona approssimazione è considerare disaccoppiate completamente la diffusione e la deformazione elastica. Nel caso lineare, si simula la diffusione in mezzi non omogenei utilizzando uno schema spettrale esplicito nel dominio del tempo e metodi pseudospettrali per calcolare le derivate spaziali. Inoltre, una situazione realistica può essere realizzato con una derivata frazionaria, sostituendo la derivata temporale del primo ordine nella classica equazione di diffusione. Essa implica un tensore di permeabilità dipendente dal tempo con una legge di potenza, che descrive gli effetti di memoria e rappresenta diffusione anomala. Dopo aver stabilito il campo di pressione, i campi di microsismicità sono registrati in superficie e in pozzi adiacenti. Il tempo di emissione dipende dal tipo di sorgente, cioè di trazione o taglio, e l'elaborazione di dati sulla base della soluzione di pressione può dare informazioni sulla zona fratturata e sulla permeabilità (tensore) della formazione argillosa. La stessa tecnica può essere applicata a problemi di monitoraggio di CO₂ legate allo stoccaggio in giacimenti esauriti.

Meccanica dei terremoti e tettonica dei continenti

Lo studio del ciclo dei terremoti e della tettonica dei continenti fa uso di tecniche proprie di sismologia, geodesia, remote sensing e modellazione numerica. Tutte queste tecniche sono ugualmente necessarie e nessuna è di per sé risolutiva

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

per una valutazione realistica del rischio sismico. Il programma di dottorato è rivolto a studenti interessati all'utilizzo o integrazione delle precedenti metodologie per studiare tutti gli stadi del ciclo sismico (cosismico, presismico, postsismico e intersismico) e la deformazione continentale attiva a diverse scale, dalla variabilità spazio-temporale degli slip-rate nelle singole zone di faglia, fino alla cinematica e alla dinamica su scala continentale. In particolare, saranno incoraggiate le ricerche volte a individuare le proprietà meccaniche delle faglie e la reologia della crosta inferiore e del mantello litosferico. Lo studio di queste proprietà rappresenta una delle attuali sfide nella comprensione della dinamica dei continenti, poiché esse controllano la distribuzione spaziale e temporale dello sforzo in superficie a tutte le scale spaziali e temporali.

Superfici di capillarità

In meccanica dei fluidi la capillarità è la capacità di un liquido di fluire in spazi ristretti senza l'aiuto, o in opposizione a forze esterne, a causa di forze di attrazione molecolare fra il liquido e le superfici solide circostanti. Più in generale si intende per capillarità l'insieme dei fenomeni dovuti alle interazioni fra le molecole di un fluido e di un altro materiale, che può essere un solido, un liquido o un gas, sulla loro interfaccia, detta superficie di capillarità. Dal punto di vista matematico questi fenomeni sono governati da equazioni differenziali alle derivate parziali altamente non lineari, le quali presentano varie peculiarità: la mancanza, in taluni casi, di esistenza o di unicità delle soluzioni, la generale assenza di regolarità delle soluzioni stesse, la loro possibile dipendenza discontinua dai dati al bordo, l'eventuale rottura di simmetria. Lo studio di tali equazioni, che coinvolgono l'operatore di curvatura media, è un argomento classico, ma tuttora di grande attualità, visto il largo numero di problemi aperti, di rilevante interesse anche dal punto di vista applicativo. La loro analisi richiede l'applicazione di metodi sofisticati di matematica avanzata: dalla teoria geometrica della misura, ai metodi variazionali in spazi di funzioni a variazione limitata, alle tecniche di analisi non liscia, combinati con altri strumenti tipici dell'analisi non lineare (teoria dei punti critici, grado topologico, metodi di biforcazione).

La ricerca proposta riguarda lo studio dell'esistenza, della molteplicità, delle proprietà qualitative (regolarità e stabilità) delle soluzioni delle equazioni della capillarità, su domini limitati o illimitati, che si presentano come punti sottocritici, non necessariamente minimizzanti, del funzionale che descrive l'energia meccanica del sistema.

Equazione di Navier Stokes

Un importante modello matematico per il moto di un fluido viscoso è l'equazione di Navier Stokes. A partire dai pionieristici lavori di Jean Leray negli anni trenta dello scorso secolo, lo studio dell'equazione di Navier Stokes è divenuto uno degli argomenti centrali della teoria delle equazioni alle derivate parziali ed è stato affrontato utilizzando i sempre più sofisticati metodi che l'analisi metteva via via a disposizione dei ricercatori e contemporaneamente l'equazione di Navier

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

Stokes è stata un potente stimolo per la messa a punto di nuove tecniche di indagine matematica.

Alcuni importanti strumenti nello studio dell'equazione di Navier Stokes sono collegati con l'analisi di Fourier e più in generale con la teoria degli operatori pseudo e paradifferenziali e con l'analisi armonica. In questo ambiente, facendo anche uso di concetti quali quello di soluzioni generalizzate (deboli, mild, forti ecc.) da ricercarsi in spazi via via più precisi dal punto di vista della regolarità (spazi di Sobolev, Besov, BMO ecc.), sono stati recentemente ottenuti interessanti benchè non esaustivi risultati. Nonostante i grandi sforzi prodotti in questi studi, la teoria dell'equazione di Navier Stokes è lontana all'essere completamente compresa e questo fatto è suggestivamente indicato dalla scelta del Clay Mathematical Institute di inserire il problema dell'esistenza e della regolarità della soluzione dell'equazione di Navier Stokes tra i 7 "problemi del millennio".

La ricerca proposta riguarda questioni collegate all'esistenza, unicità e regolarità di soluzioni deboli o mild dell'equazione di Navier Stokes in differenti situazioni come domini limitati da particolari frontiere, domini illimitati, in presenza di viscosità non isotropica, con dati iniziali fortemente oscillanti o in particolari spazi di Besov o BMO, in presenza dell'azione di forze esterne come la forza di Coriolis.

Problemi inversi in geofisica e fluidodinamica

Il problema gravimetrico inverso consiste nella individuazione della densità di massa della terra, in particolare delle sue disomogeneità, da misure del campo gravitazionale. Dal punto di vista matematico si tratta del classico problema inverso del potenziale Newtoniano, notoriamente sottodeterminato e mal posto. Ai fini delle applicazioni è rilevante introdurre nella sua risoluzione vincoli meccanici e informazioni aggiuntive di carattere geofisico (conosciuti per la struttura terrestre) che riducano o eliminino la sottodeterminazione del problema inverso.

Sono noti recenti risultati di stabilità nella determinazione di corpi immersi in fluidi stazionari. Tali tecniche possono essere estendibili a modelli non-stazionari per la determinazione di corpi immersi o di letti non accessibili di corsi d'acqua, a partire da misure prese in superficie.

La dinamica della circolazione sanguigna è stata ampiamente sviluppata in anni recenti, dal punto di vista modellistico e dei metodi computazionali. Sorgono varie questioni di identificazione di parametri non direttamente accessibili alla misurazione, per i quali i metodi dei problemi inversi possono offrire una soluzione.

Risoluzione numerica di modelli climatici con ritardi temporali

Alcuni processi climatici globali possono essere modellizzati tramite equazioni alle derivate parziali con ritardi temporali. Volendo studiare l'evoluzione della temperatura media osservata in un dato luogo e su un certo periodo di tempo attorno ad un dato momento, si ottiene per essa un'equazione di reazione

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

diffusione usando un bilancio di energia e un modello di diffusione per il flusso orizzontale di calore sulla superficie terrestre. Tuttavia, in questa equazione occorre tener conto dell'estensione dei ghiacciai continentali, la cui espansione o recessione dipende dalla storia della temperatura media in decine di migliaia di anni. Questo spiega la presenza dei ritardi temporali nel modello. La risoluzione numerica di un tale problema di evoluzione comporta consistenti difficoltà addizionali, rispetto alla risoluzione numerica di una normale equazione alle derivate parziali, dal momento che la soluzione numerica da calcolarsi ad un certo istante temporale viene a dipendere dalla soluzione già calcolata a precedenti istanti temporali. Tutto questo rende non banale lo sviluppo, l'analisi e l'implementazione di metodi numerici.

Sviluppo e applicazione di modelli avanzati per l'analisi della turbolenza nei fluidi

Le equazioni di Navier-Stokes sono risolvibili in forma chiusa solamente in una classe di problemi molto semplici ed idealizzati, nei quali le stesse possono essere linearizzate. Nei casi di maggiore interesse, nei quali le non-linearità danno luogo allo sviluppo della turbolenza, le equazioni devono essere risolte per via numerica. Nell'ambito del presente dottorato si sviluppano tecniche del tipo diretto (DNS) e del tipo Large-Eddy (LES) per l'analisi di problemi di base ed applicativi nei quali il mescolamento turbolento ha un ruolo essenziale. Ciò riguarda problemi di convezione naturale (Rayleigh-Benard) e forzata in ambienti aperti e/o confinati, problemi di stratificazione stabile nelle colonne fluide, problemi di aeroelasticità per applicazioni civili, industriali e di emofluidodinamica, problemi di aerodinamica nel regime incomprimibile, problemi di idrodinamica fluviale e costiera.

Sviluppo e applicazione di modelli avanzati per problemi di interfaccia □

L'interdisciplinarietà del presente programma introduce una nuova classe di problemi che fanno parte integrante del presente progetto. In particolare, le competenze di terra solida e di fluidodinamica nel presente progetto sono integrate per studiare problemi di interfaccia solido-fluido, nei quali risulta necessaria l'applicazione di modellistica matematica allo stato dell'arte che da una parte risolve le equazioni di evoluzione nello stato solido, dall'altra risolve le corrispondenti equazioni di evoluzione per la parte fluida e che, ai contorni delle due fasi, operi con opportune condizioni di interfaccia che renda interagenti i due sistemi. Ciò riguarda lo scambio termico tra i due sistemi, così come il trasferimento di quantità di moto. L'integrazione tra le competenze di terra solida e fluidodinamica permette anche di affrontare problemi di trasporto e contaminazione nei mezzi porosi, così come problemi di geotermia e problemi di trasporto di sedimenti e fenomeni di erosione.

Sviluppo e sperimentazione di metodi di analisi, elaborazione ed inversione dati Ground Penetrating Radar per studi ad alta risoluzione

Il Ground Penetrating Radar (GPR) e' la metodologia geofisica in grado di fornire il massimo livello di risoluzione sulla struttura e le caratteristiche del sottosuolo a bassa profondità ($z \leq 50$ m, circa). Nell'ambito del corso di dottorato, gli studenti

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

potranno lavorare con i più aggiornati strumenti hardware e software allo sviluppo, la sperimentazione e l'applicazione di metodi originali per l'acquisizione, il trattamento e l'inversione di dati GPR, con particolare riguardo alle tecniche in copertura multipla.

Sviluppo e sperimentazione di metodi di analisi, elaborazione ed inversione dati sismici a riflessione per indagini crostali

La sismica a riflessione è lo strumento geofisico che offre la massima possibile risoluzione per lo studio della crosta terrestre. Attributi sismici, analisi di ampiezza in funzione dell'offset, inversione completa della forma d'onda, interferometria sismica sono alcuni dei temi di ricerca che porteranno ad un incremento delle nostre conoscenze sul sottosuolo, con applicazioni in campi che vanno dall'identificazione ed estrazione di risorse naturali allo studio ed alla prevenzione dei rischi naturali. Gli studenti svilupperanno e sperimenteranno metodi originali con applicazione allo studio di complessi dataset sismici.

Sviluppo e sperimentazione di metodi di analisi, elaborazione ed inversione dati per controlli non-distruttivi

I metodi geofisici condividono le medesime basi matematiche e fisiche di molti metodi di controllo non-distruttivi (NDT). Complessi problemi nel settore NDT possono trarre grossi benefici dall'applicazione di tecniche geofisiche avanzate, nella fase sperimentale (di misura) e nell'analisi ed inversione dati, con particolare riferimento alle onde superficiali e di volume in campo ultrasonico. Gli studenti lavoreranno in cooperazione con laboratori industriali avanzati all'implementazione ed al test di metodi di misura ed analisi innovativi.

Studi geofisici di bacino in area mediterranea ed antartica

Obiettivo primario dell'attività di ricerca è la comprensione di struttura, stratigrafia ed evoluzione della crosta terrestre a scala di bacino. Gli studenti apprenderanno come analizzare grandi moli di dati geofisici per ottenere conoscenze sulle condizioni geologiche a profondità che possono raggiungere la Moho. Metodi avanzati di interpretazione saranno inoltre utilizzati per comprendere i processi geologici che hanno prodotto le attuali condizioni stratigrafiche e strutturali.

Esplorazione geofisica per la geotermia

Nel corso di dottorato sull'energia geotermica, gli studenti svolgeranno attività di ricerca sull'esplorazione, la valutazione ed il monitoraggio di risorse geotermiche con metodi geofisici, con particolare riferimento ai metodi sismico e magnetotellurico per l'identificazione di reservoir e per la caratterizzazione non-invasiva pre-perforazione dei sistemi geotermici.

Studi geofisici ad altissima risoluzione su reservoir analogues

I reservoir analogues offrono un'opportunità unica per lo studio delle caratteristiche dei reservoir profondi in condizioni controllate e calibrate. Gli studenti lavoreranno su siti test selezionati con metodi geofisici integrati (essenzialmente sismica e GPR) per ottenere nuove conoscenze su strutture profonde fondamentali per lo sfruttamento di georisorse, come acqua, calore, idrocarburi.

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Rettorato e Direzione Generale
Sezione Ricerca e Dottorati
Ripartizione Dottorati**

PROSPETTIVE DI COLLOCAMENTO NEL MERCATO DEL LAVORO: Il programma di questo corso di dottorato ha lo scopo di preparare gli studenti a intraprendere diverse carriere nel campo della ricerca, dell'insegnamento e dell'utilizzo industriale di alte tecnologie nei settori delle scienze della terra, della meccanica dei fluidi e della matematica applicata.

Nel corso degli studi di dottorato, gli studenti saranno in contatto con diverse realtà locali e internazionali e acquisteranno una notevole esperienza nell'analisi sia teorica sia applicata di problemi che hanno origine nelle discipline sopra indicate. Inoltre, svilupperanno familiarità e competenza nell'uso degli strumenti più avanzati (sia modellistici sia sperimentali) per l'analisi di sistemi fisici complessi, che saranno di grande utilità per un'attività futura in centri di ricerca pubblici o privati o comunque per lavorare in aziende con elevato contenuto tecnologico.

La Scuola di dottorato EIFM, di cui il presente corso ESFM rappresenta l'evoluzione, ha collaborato e collabora con Dipartimenti di Enti di Ricerca e di Servizio presenti in Regione (ARPA-FVG, ISMAR-CNR, ENEA) oltre che ovviamente con OGS e ICTP, nonché con industrie presenti sul territorio. Le borse finanziate da tali Enti, e la loro stessa presenza, nascono da una necessità, degli Enti stessi, di dotarsi di personale altamente specializzato nelle tematiche affrontate nel dottorato. Parte degli studenti del presente Corso avranno quindi, come sbocco naturale, contratti di post-dottorato o di assunzione presso gli enti stessi. Nel settore delle Scienze della Terra, i dottori di ricerca dei corsi attivi in precedenti cicli (Geoscienze, Scienze Ambientali, Geofisica della Litosfera e Geodinamica) hanno trovato collocamento presso Enti di Ricerca, Università e industrie avanzate Italiani ed esteri, con particolare riferimento al settore delle attività di esplorazione per idrocarburi.

Infine, una percentuale elevata di dottori della Scuola EIFM, da cui trae origine il presente corso, attualmente svolge attività di ricerca presso istituzioni Universitarie straniere di elevato livello scientifico.

Legge 241/1990 - Responsabile del procedimento: Elena Ferraro

Università degli Studi di Trieste
Piazzale Europa, 1
I - 34127 Trieste

Tel. +39 040 558 7953
Fax +39 040 558 3008
Dottorati@amm.units.it

www.units.it – ateneo@pec.units.it