



**Allegato 2**

**Catalogo degli insegnamenti previsti nell'ambito del  
Corso di Dottorato in Scienze della Terra e del Mare - XXXVII ciclo,  
dell'Università degli Studi di Palermo**

<b>Codice</b>	<b>Titolo</b>	<b>CFU/ ore</b>	<b>Docente/i (SSD) Università</b>	<b>Breve Descrizione</b>	<b>Periodo di erogazione</b>
D016-01	Analisi ed interpretazione di dati chimico-fisici	6 CFU/ 30 ore	Prof. Girolamo Casella (CHIM/03), Università degli Studi di Palermo	<p>Il corso prevede di fornire i fondamenti teorici necessari per potere utilizzare gli strumenti statistici per l'analisi dei dati chimico-fisici ottenuti da misurazioni.</p> <p>Il corso è strutturato in una prima parte teorica seguita da una parte pratica applicata su "test-case" di interesse geologico e/o biologico. Il corso sarà finalizzato da un test/colloquio finale per valutare il grado di maturazione degli argomenti degli studenti.</p> <p>Parte prima (6 ore):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Introduzione al concetto di errore: errori di lettura di scale, errori nelle misure ripetibili. - Rappresentazione degli errori: stima migliore, discrepanza, errori relativi.</li><li>- Propagazione degli errori.</li><li>- Analisi statistica degli errori casuali: media e deviazione standard.</li><li>- La distribuzione di Gauss o normale.</li></ul> <p>Parte seconda (8 ore):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Rigetto di dati e medie pesate</li><li>- Metodo dei minimi quadrati</li><li>- Covarianza e correlazione</li><li>- Ulteriori esempi di distribuzioni (approfondimento opzionale)</li></ul> <p>Parte terza (16 ore): Esercitazioni</p>	Gennaio- febbraio 2022
D016-02	Termografia ed interferometria in geomatica	6 CFU/ 30 ore	Prof. Antonino Maltese (ICAR/06), Università degli Studi di Palermo	<p>Il corso si propone di fornire ai dottorandi del Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare gli strumenti teorici ed operativi per il trattamento e l'analisi di dati termografici ed interferometrici. Saranno esposte le basi teoriche di termografia passiva e dell'interferometria differenziale, i metodi di ispezione termografica, le tecniche di elaborazione delle immagini termografiche e le tecniche di elaborazione delle coppie interferometriche. I dati termografici e le coppie interferometriche saranno elaborati con software dedicati ed open source.</p> <p>Più in dettaglio, termografia: termografia del sistema suolo vegetazione, termografia dei corpi idrici.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- interferometria: determinazione delle frange interferometriche e dei piccoli spostamenti del territorio (dovute a frane, subduzioni, terremoti).</li></ul> <p>Al termine del corso gli studenti dovranno produrre un report ed una presentazione da illustrare ai colleghi, con dati inerenti il proprio progetto di ricerca.</p>	Gennaio- febbraio 2022 (I parte)  Giugno- luglio 2022 (II parte)
D016-03	Google Earth Engine: the new cloud-based platform for geospatial big data treatment	3 CFU/ 15 ore	Prof.ssa Alessandra Capolupo (ICAR/06), Politecnico di Bari	<p>Google Earth Engine (GEE) è una piattaforma di elaborazione basata su cloud, che utilizza, principalmente, il linguaggio JavaScript per accedere, analizzare ed integrare set di dati geospaziali acquisiti da piattaforme differenti. Pertanto, ad oggi, è considerato un tool indispensabile per affrontare le principali sfide ambientali sia a scala locale che globale. Dunque, il corso si propone di iniziare gli studenti alla piattaforma GEE e alla sua applicazione al monitoraggio ambientale. Nello specifico, dopo una breve introduzione relativa al funzionamento di base dell'ambiente di elaborazione e ai dati di osservazione della terra, il corso si focalizzerà sull'analisi di casi stu-</p>	Marzo- aprile 2022



				<p>dio pratici desunti dagli ambiti delle scienze naturali al fine di mostrare ed enfatizzare le enormi potenzialità e i possibili campi di applicazione.</p> <p>Di seguito, i principali argomenti trattati nel corso:</p> <p>Introduzione ai dati di osservazione della terra:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Approcci di acquisizione e caratteristiche dei dati associati;</li> <li>- Modelli dati raster e vettoriali;</li> <li>- Effetti atmosferici, correzioni e sue implicazioni;</li> <li>- Risoluzione e loro compromessi: spaziale, spettrale, temporale e radiometrico.</li> </ul> <p>Introduzione alla piattaforma GEE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esplorazione di GEE;</li> <li>- Code Editor;</li> <li>- Il data catalogue: esplorazione dei set di dati geospaziali utili nell'ambito delle scienze naturali implementati in GEE;</li> <li>- Uploading di dati vettoriali e raster acquisiti da sorgenti esterne;</li> <li>- Visualizzazione degli open-source global DEM (Modelli Digitali delle Elevazioni);</li> <li>- Visualizzazione dei dati multi-banda;</li> <li>- Manipolazione dei dati;</li> <li>- Export dei dati.</li> </ul> <p>Fondamenti di GEE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capire e Manipolare un codice pre-compilato;</li> <li>- Sviluppo di funzioni personalizzate;</li> <li>- Sviluppo di un codice di analisi.</li> </ul> <p>- Esempi pratici inerenti le tematiche del corso di dottorato (Open-source global DEMs per l'analisi dei cambiamenti geomorfologici, Mappatura copertura del suolo, Analisi di Hybrid Coordinate Ocean Model, Water Temperature and Salinity (HYCOM) e climate engine app, etc.).</p> <p>Al termine del corso, gli studenti dovranno scegliere un caso studio, inerente al proprio progetto di ricerca, da analizzare. I risultati dovranno essere dettagliati in un report e illustrati ai propri colleghi. Tutte le applicazioni saranno svolte in ambiente GEE mediante l'ausilio del linguaggio Javascript.</p>	
D016-04	Marine Exploration Technologies	6 CFU/ 30 ore	Prof. Fabrizio Pepe (GEO/03), Università degli Studi di Palermo	<p>Course Context: Marine exploration provides information on aspects of the marine environment (e.g. resources, geohazards, environmental management, water pollution, ecosystem health) that have significant economic, social and environmental implications. Several disciplines such as geology, ecology, volcanology and geochemistry study the marine environment by using different techniques to characterize the seabed, the subfloor, the water column and fluids, the marine ecosystems.</p> <p>Course Content: Marine Exploration Technologies is an introductory course on technologies to explore the marine environment including the seabed, the subfloor and its fluids content, the marine floras and its habitats. The first part of the course will provide students with a broad introduction to techniques used by scientists in marine exploration, such as Acoustic Doppler Current Profiler, CTD, Magnetometer, Multibeam Sonar, Remotely Operated Vehicles, Sonar, Side-Scan Sonar, Submersible Collectors, High-Resolution Seismic. The second part of the course will focus on the applications of the main techniques in marine investigations to identify seafloor forms (e.g. submarine landslides, canyons, channels and fans, hydrothermal vents, seamounts and volcanoes), collect water and sand samples, recognize and map the distribution of seagrass (e.g. Posidonia oceanica). The course includes laboratory exercises to visualize and in-</p>	Marzo- aprile 2022



				<p>interpret marine data and a field excursion in cooperation with a company leader in acquisition of marine data. No pre-requisites are required.</p> <p>Course Aims:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To provide the basic concepts of marine exploration;</li> <li>- To introduce state-of-the-art geophysical technologies to explore the seabed/subfloor, and sampling instruments;</li> <li>- To introduce commercial/open source software for visualizing, integrating and interpreting seafloor data sets.</li> </ul> <p>Learning outcomes:</p> <p>By the end of the course the student will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explain the basic theoretical concepts behind the marine exploration technologies and strategies;</li> <li>- Recognize the state-of-the-art techniques and instruments used in marine exploration, and their applications in different scientific fields (e.g. geology, ecology)</li> <li>- Use specific software to analyze, integrate and interpret a range of marine data types.</li> </ul> <p>At the end of the course, students will take an oral exam, including the discussion of the theoretical topics and the exercises carried out during the course.</p>	
D016-05	Approccio alla caratterizzazione degli ambienti sedimentari marini. Confronti tra attuali e fossili	6 CFU/ 30 ore	Prof.ssa Simona Todaro (GEO/02), Università degli Studi di Palermo	<p>Il corso si propone di descrivere le principali tecniche di caratterizzazione degli ambienti sedimentari marini. Tale approccio si basa sull'osservazione delle rocce sedimentarie, dei loro costituenti e dei parametri indicativi dell'ambiente di formazione. verranno descritti i principali parametri fisico chimici delle acque e come questi influiscono sulla sedimentazione in ambiente neritico e pelagico. Vedremo come le rocce sedimentarie registrano cambiamenti climatici che hanno portato in diversi casi ad estinzioni di massa di carattere globale. Saranno infine confrontati gli ambienti marini fossili con quelli attuali.</p> <p>In dettaglio verranno affrontati i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suddivisione degli ambienti sedimentari marini</li> <li>- la sedimentazione in ambiente neritico e pelagico</li> <li>- i principali costituenti delle rocce sedimentarie</li> <li>- analisi e classificazione delle principali facies sedimentarie</li> <li>- esempi di ambienti marini attuali e fossili</li> </ul> <p>La valutazione dello studente prevede una discussione orale finale.</p>	Maggio-giugno 2022
D016-06	Applied statistics laboratory in R	6 CFU/ 30 ore	Prof. Mauro Ferrante (SECS-S/05), Università degli Studi di Palermo	<p>Il corso si propone di introdurre alle principali tecniche di indagine e di analisi statistica dei dati. L'obiettivo è di consentire allo studente un utilizzo critico delle tecniche statistiche nell'ambito della produzione di rapporti di ricerca. Verranno utilizzati casi studio desunti dagli ambiti delle scienze naturali al fine di illustrare lo stretto legame esistente tra obiettivi di ricerca, tecnica di indagine e utilizzo delle tecniche statistiche.</p> <p>Gli argomenti affrontati includono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il problema della misurazione</li> <li>• Le fasi di progettazione di un'indagine statistica</li> <li>• Richiami di statistica descrittiva</li> <li>• Elementi di probabilità e dell'inferenza statistica</li> <li>• La verifica d'ipotesi ed i test statistici</li> <li>• Studio delle relazioni tra variabili: covariazione e causazione</li> <li>• Analisi di dati categoriali</li> <li>• Confronto tra medie</li> <li>• Il modello di regressione lineare</li> </ul> <p>Al termine del corso gli studenti dovranno produrre un report ed una presentazione da illustrare ai colleghi, con dati inerenti il proprio progetto di ricerca. Le applicazioni verranno condotte tramite il linguaggio statistico R.</p>	Luglio 2022 (I parte)  Settembre 2022 (II parte)
D016-07	Introduzione alla Biogeochimica	6 CFU/ 30 ore	15 ore/ 3 CFU Prof. Sergio	<p>Il corso propone un'introduzione alla biogeochimica, scienza interdisciplinare del XXI secolo che è nata al confine tra biologia, geolo-</p>	Luglio 2022 (I parte)



			<p>Calabrese (GEO/08), Università degli Studi di Palermo</p> <p>15 ore/ 3 CFU Prof.ssa Paola Quatrini (BIO/19), Università degli Studi di Palermo</p>	<p>gia e geochemica. La biogeochemica è collegata al ruolo degli organismi viventi nella migrazione e distribuzione degli elementi chimici nella crosta terrestre. Il termine "cicli biogeochemici" è usato per la comprensione qualitativa e quantitativa del trasporto e della trasformazione delle sostanze nell'ambiente naturale e umano. Tra gli organismi viventi i microrganismi (batteri, funghi, virus) hanno ruoli chiave nel ciclo del carbonio e dei nutrienti, nella salute degli animali (compreso l'uomo) e delle piante, nell'agricoltura e nella rete alimentare globale ed è riconosciuto che la vita microbica è il sistema di supporto della biosfera. Negli ultimi decenni gli strumenti molecolari hanno fatto luce sulla diversità microbica e sui processi microbici e ci permettono di incorporare i processi microbici in modelli di ecosistemi e sistemi terrestri per migliorare le previsioni in scenari di cambiamento climatico e sviluppare approcci di mitigazione.</p> <p>Il corso si propone di introdurre gli studenti alle principali tematiche della biogeochemica, seguendo una metodologia didattica mista che include lezioni frontali, <i>problem solving</i> ed apprendimento esperienziale. Fra gli argomenti trattati:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sviluppo storico della biogeochemica</li><li>• Origine degli elementi;</li><li>• Evoluzione della Terra (litosfera, atmosfera, idrosfera);</li><li>• Origine della vita;</li><li>• Diversità microbica e funzioni microbiche; vita in ambienti estremi;</li><li>• Evoluzione dei cicli biogeochemici; cicli biogeochemici dei macroelementi (carbonio, azoto, fosforo, zolfo, silicio, calcio). Ciclo biogeochemico degli oligoelementi (rame, zinco, selenio, boro, molibdeno, ferro). Il ruolo dei metabolismi microbici nelle trasformazioni degli elementi (metabolismo energetico e biosintetico);</li><li>• Biogeochemica ambientale;</li><li>• Biodegradazione degli inquinanti ambientali; servizi ecosistemici microbici;</li><li>• Biogeochemica umana (effetti antropici sul sistema Terra);</li><li>• <i>Climate changes</i> e <i>Critical zones</i>; microrganismi e gas serra; stoccaggio di C nel suolo e desertificazione</li></ul> <p>Al termine del corso gli studenti saranno invitati a produrre un elaborato da presentare ai colleghi, su un caso di studio o su una tematica inerente al loro progetto di ricerca.</p>	<p>Settembre 2022 (II parte)</p>
D016-08	Metodi di Ecologia Numerica con R	6 CFU/ 30 ore	<p>Prof. Antonio Calò (BIO/07), Università degli Studi di Palermo</p>	<p>Il corso si propone di fornire un'introduzione all'ecologia numerica, attraverso esercizi pratici svolti con il linguaggio statistico R. Verrà presentata una gamma di tecniche statistiche e numeriche in ecologia, per aiutare sia a comprendere i metodi di analisi disponibili, ma anche per capire come sceglierli ed applicarli al fine di raggiungere obiettivi di ricerca specifici.</p> <p>Il corso si svilupperà in due fasi: una prima fase introduttiva del linguaggio R e delle principali tecniche di base di analisi statistica in ecologia; ed una seconda fase in cui verranno esaminati e sviluppati problemi specifici e propedeutici al percorso di dottorato.</p> <p>Alcuni degli argomenti che saranno trattati sono:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Basi del linguaggio R</li><li>• Richiami di disegno sperimentale</li><li>• Estrazione dei dati</li><li>• Pulitura, preparazione di un dataset e dati mancanti</li><li>• Esplorazione dei dati e visualizzazione</li><li>• Tecniche di ordinamento e semplificazione dimensionale</li><li>• Approcci specifici, propedeutici al percorso di dottorato</li></ul> <p>Al termine del corso gli studenti dovranno produrre una relazione per il docente ed una presentazione da illustrare ai colleghi, inerenti il proprio progetto di ricerca e sviluppate utilizzando le conoscenze acquisite durante il corso.</p>	<p>Gennaio 2023</p>



D016-09	Metodologie Statistiche nel Controllo Ambientale	6 CFU/ 30 ore	Daniela Piazzese - (CHIM/01)	<p>Il corso si pone come obiettivo di fornire le conoscenze delle principali metodologie statistiche e dei protocolli procedurali che regolano il trattamento dei dati scientifici nel monitoraggio ambientale.</p> <p>Nel dettaglio saranno approfonditi, anche attraverso applicazioni pratiche i seguenti argomenti, riguardanti le principali tecniche statistiche per il monitoraggio ambientale:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- concetti di base delle tecniche chemiometriche</li><li>- analisi delle componenti principali</li><li>- analisi dei clusters</li><li>- analisi di regressione multivariate</li></ul> <p>Modalità di esame: discussione di un caso studio, anche con il supporto di presentazione in powerpoint</p>	Gennaio 2023
D016-10	GIS terrain analysis and spatial prediction of landforms	6 CFU/ 30 ore	15 ore/ 3 CFU Prof. Edoardo Rotigliano (GEO/04), Università degli Studi di Palermo  15 ore/ 3 CFU Prof. Christian Coscenti (GEO/04), Università degli Studi di Palermo	<p>Il corso si propone di introdurre le principali tecniche di analisi GIS a partire da modelli digitali di elevazione (DEM), le variabili topografiche ed idrologiche estraibili dai DEM ed i metodi statistici utilizzati per la previsione spaziale delle forme del paesaggio. L'obiettivo è di consentire allo studente un utilizzo critico di tali tecniche nell'ambito della produzione di elaborati di ricerca.</p> <p>Gli argomenti trattati includono:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tecnologia e banche dati GIS; principali software GIS</li><li>- Principali operazioni su dati vector e grid</li><li>- DEM e Terrain analysis</li><li>- Analisi dell'idrologia superficiale a partire da DEM</li><li>- Modellazione statistica dei fenomeni naturali e previsione spaziale delle forme del paesaggio.</li></ul> <p>Durante il corso saranno svolte applicazioni pratiche utilizzando software open source. Al termine del corso, gli studenti presenteranno le attività svolte.</p>	Giugno- luglio 2023 (I parte)  Settembre 2023 (II parte)
D016-11	Il modello geologico: from surface to deep geometries	6 CFU/ 30 ore	Maurizio Gasparo- Morticelli (GEO/03), Università degli Studi di Palermo	<p>Verranno descritte le principali fasi di lavoro sul campo per la ricostruzione del modello geologico evolutivo e la costruzione di una carta geologica. Il corso prevede inoltre l'applicazione di metodi di base per la costruzione di modelli geologici del sottosuolo (2d e 3D) attraverso l'integrazione di dati di superficie, derivanti dalla lettura e dall'elaborazione di carte geologiche, con dati di sottosuolo derivanti sia da dati diretti (log di pozzi) che indiretti (sezioni geologiche bilanciate). Utilizzo di software dedicati per la costruzione di superfici e volumi rocciosi in ambiente 3D.</p> <p>Alcuni degli argomenti che saranno trattati sono:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Elementi geometrici lineari e puntuali nelle carte geologiche.</li><li>- Contenuto tridimensionale delle carte geologiche.</li><li>- La sezione geologica come strumento di base per modelli tridimensionali.</li><li>- Attività sul campo: lettura della carta geologica sul campo.</li></ul> <p>Modalità d'esame: presentazione sintetica di un lavoro scientifico.</p>	Settembre- ottobre 2022
D016-12	Procedure e tecniche di analisi per la caratterizzazione mineralogico-petrografica di sedimenti provenienti da differenti ambienti deposizionali	6 CFU/ 30 ore	15 ore/ 3 CFU Prof. Giuseppe Montana (GEO/09), Uni- versità degli Studi di Palermo  15 ore/ 3 CFU Prof.ssa Luciana Randazzo (GEO/09), Uni- versità degli Studi di Palermo	<p>Il corso si propone di introdurre le principali procedure e tecniche di analisi volte alla caratterizzazione mineralogico-petrografica di sedimenti derivanti da differenti ambienti deposizionali. L'obiettivo è quello di fornire allo studente gli strumenti di base per il riconoscimento delle fasi mineralogiche, distribuite nelle varie frazioni granulometriche, attraverso una sequenza analitica adattabile a specifici ambiti di interesse. Ciò consentirà di interpretare al meglio i processi di formazione, comprese eventuali interazioni tra fasi cristalline, composti inorganici amorfi o debolmente cristallini e biosfera.</p> <p>Gli argomenti trattati includono:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- analisi granulometrica con separazione e determinazione quantitativa delle frazioni sabbiosa, siltosa e argillosa;</li><li>- osservazioni in microscopia ottica (luce riflessa e trasmessa polarizzata su materiale sciolto, mediante <i>smear slides</i> e consolidati in resina epossidica);</li></ul>	Gennaio 2023 (II parte)



				<p>- osservazioni in microscopia elettronica (SEM) in modalità SE-imaging e BSE-imaging; microanalisi chimica mediante XRF-EDS;</p> <p>- analisi mineralogica qualitativa, semiquantitativa e quantitativa mediante diffrattometria a raggi X su polveri (XRPD);</p> <p>- analisi qualitativa composti inorganici ed organici mediante spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR).</p> <p>Tali argomenti verranno prima affrontati in generale, quindi in ambiti strettamente applicativi, possibilmente inerenti e funzionali ai temi di ricerca di interesse dello/degli studente/i. Al termine del corso gli studenti saranno invitati a predisporre una presentazione da esporre ai docenti ed ai colleghi su una tematica applicativa collegata al loro progetto di ricerca.</p>	
--	--	--	--	--	--