



**Università  
degli Studi  
di Palermo**

Dottorato di Ricerca  
Scienze della Terra  
e del Mare



## **Progetto del corso di dottorato di ricerca in Scienze della Terra e del Mare (approvato dal Consiglio di Dipartimento il 24/05/2023)**

### **1. Progettazione iniziale del corso di dottorato di ricerca in Scienze della Terra e del Mare**

#### **1.1 Descrizione del progetto formativo e di ricerca**

Il corso di dottorato in Scienze della Terra e del Mare è stato creato con il proposito di fornire una formazione specialistica di terzo livello a nuove generazioni di ricercatori e dirigenti nel campo di tematiche ambientali che riguardano diversi settori delle Scienze della Terra e delle Scienze Naturali. Il percorso formativo del corso mira a sviluppare nei Dottori di Ricerca una solida formazione di base nelle scienze fisiche e naturali, fornendo i fondamenti teorici della sperimentazione e dell'analisi di problemi e sistemi ambientali, della messa a punto di metodologie per la programmazione e la gestione ambientale e dell'applicazione delle moderne tecnologie per la valutazione e mitigazione dei rischi naturali e degli impatti esercitati dalle attività antropiche. Il corso si basa su un approccio interdisciplinare che riunisca in un unico contesto culturale diverse tematiche ambientali, prevedendo attività di ricerca finalizzate allo studio dei processi e dei problemi ambientali in un quadro di sostenibilità dello sviluppo.

Le potenzialità di sviluppo e aggiornamento del corso di dottorato riguardano gli ambiti della geologia di base (Paleontologia, Paleoceanografia e Paleoclimatologia, Neotettonica e rischio sismico, Stratigrafia e Analisi di facies, Geologia marina, Geologia strutturale; Geografia fisica), della Geomorfologia, della Geologia e Geofisica applicata (Valutazione dei rischi geomorfologici, geo-idrologici e sismici), dell'Ecologia Marina (Biologia Marina, Conservazione della Natura, Risorse Biologiche Marine e Acquacoltura, Alterazioni ambientali e Cambiamenti climatici), della Geochimica, della Petrografia, della Mineralogia, della Vulcanologia (Geochimica ambientale e isotopica, Rischio e monitoraggio dell'attività vulcanica, Petrologia del vulcanico), delle georisorse minerarie e applicazioni mineralogico-petrografiche per l'ambiente e i beni culturali (Processi di degrado di monumenti, affreschi ed opere pittoriche, indagini mineralogiche, petrografiche e geochimiche), della Zoologia (Evoluzione dell'immunità e risposte agli stressors ambientali e antropici), delle Scienze e tecnologie animali (Tecnologie e produzioni di organismi marini e acquatici, benessere e qualità dei prodotti, mangimistica e produzione di alimenti funzionali di origine ittica e no food).

L'evoluzione culturale e scientifica delle aree di riferimento viene garantita attraverso seminari di carattere interdisciplinare/trasversale organizzati dalla Scuola di Dottorato dell'Università di Palermo su temi quali metodologie di scrittura di articoli scientifici e progetti di ricerca, gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali, valorizzazione e disseminazione dei risultati di ricerca, proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca. Il calendario delle attività didattiche sarà inoltre integrato con l'inserimento di seminari specialistici, coerenti con gli obiettivi del corso, proposti da studiosi ed esperti italiani e stranieri di elevato profilo provenienti dal mondo accademico, dagli Enti di ricerca, dalle aziende, dalle istituzioni culturali e sociali.

#### **1.2 Visione del percorso di formazione alla ricerca**



**Università  
degli Studi  
di Palermo**

Dottorato di Ricerca  
Scienze della Terra  
e del Mare



Il percorso formativo del Corso di Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra e del Mare prevede insegnamenti specialistici di terzo livello, attività di laboratorio, alta formazione attraverso attività di ricerca, partecipazione a convegni e scuole, attività seminari disciplinari ed interdisciplinari, perfezionamento linguistico, periodi di formazione e ricerca in Italia e all'estero, corsi e stage presso enti ed imprese qualificate, redazione della tesi di dottorato e presentazione dei risultati della ricerca. I dottorandi, con il supporto dei tutor, propongono ogni anno un piano delle attività formative, che viene valutato ed eventualmente approvato dal Collegio dei Docenti, selezionando insegnamenti di terzo livello tra quelli erogati nell'ambito del dottorato, in funzione del numero di crediti formativi da acquisire (almeno 60 per anno) e nel rispetto del numero di ore di didattica erogata medio annuo indicato dalle linee guida ANVUR.

Il corso forma Dottori di Ricerca dotati di conoscenze teoriche e capacità gestionali necessarie ad operare in ambito locale ed internazionale – che combinano una robusta base culturale nelle scienze fisiche e naturali con un'accurata conoscenza di aspetti applicativi e innovativi nei settori Risorse, Ambiente e Territorio. Nello specifico, il corso forma Dottori di Ricerca in diversi ambiti delle scienze della terra, dell'ecologia marina, della zoologia e dell'acquacoltura.

Nel suo complesso, il percorso formativo del corso di dottorato consente di formare personale con capacità dirigenziali e tecnico-scientifiche destinati ad enti pubblici e privati (per esempio settori collegati alla Protezione Civile, esplorazione, valutazione, gestione delle risorse idriche, geotermiche, minerarie, incluse quelle dei fondi marini, gestione risorse biologiche, ARPA, ecc.), oltre che personale con orientamento imprenditoriale. La formazione dei dottori di ricerca in Scienze della Terra e del Mare ha implicazioni in programmi di finanziamento alla ricerca scientifica come Horizon Europe 2021 – 2027.

Il Corso di Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra e del Mare è progettato secondo una prospettiva internazionale, al fine di realizzare l'obiettivo strategico di base O.2.1 del Piano Strategico di Ateneo. In quest'ambito le borse di dottorato vengono annualmente incrementate grazie a fondi esterni, provenienti da collaborazioni con differenti Enti di Ricerca (CNR, CoNISMa, INGV, OGS, ISPRA, CIMA), pubbliche amministrazioni (Protezione Civile Regione Siciliana, Autorità di Bacino Regione Siciliana, ARPA Sicilia, Arma dei Carabinieri) e aziende (Biosurvey, Delta Ingegneria). Ciò favorisce l'attrazione di dottorandi laureati in altre regioni d'Italia, mentre l'attrazione di dottorandi laureati all'estero viene promossa attraverso numerose collaborazioni internazionali, tra le quali ad esempio quelle con le seguenti istituzioni: Istituto Francese EcoOcéan, Università di Barcellona, University of Virginia (USA), Université Bourgogne Franche-Comté, Università CNRS Orleans, University of Tsukuba (Japan), University of Tokyo (Japan), University of Hong Kong (China), Universidad Nacional de Colombia, Universidad de El Salvador. Il possesso dei requisiti previsti dal DM 226/2021 da parte di tutti i componenti del collegio di dottorato garantisce elevati standard di produttività scientifica.

### **1.3 Attività di formazione**

Le attività formative previste nell'ambito del corso di dottorato intendono sviluppare capacità di fare ricerca con creatività individuale e rigore scientifico, acquisire un'efficace capacità di sintesi, comunicare ed interagire positivamente in ambienti di professionali di livello internazionale.

Gli insegnamenti ad-hoc che i dottorandi possono selezionare per costruire il proprio percorso formativo, nel rispetto dei crediti necessari al completamento delle attività formative di ciascuno dei tre anni, riguardano l'analisi e all'interpretazione di dati chimico-fisici, la geomática, la geologia marina, la caratterizzazione degli ambienti sedimentari, i metodi di valutazione ambientale e di ripristino degli habitat degradati, un laboratorio di statistica applicata in R, un'introduzione alla biogeochimica, l'ecologia numerica con R, l'applicazione di metodologie statistiche nel controllo ambientale, l'analisi GIS e la previsione di forme del rilievo, la costruzione di modelli geologici, la caratterizzazione mineralogico-petrografica dei sedimenti,

Coordinatore: Prof. Christian Conoscenti

Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare. Via Archirafi, 22 - 90123 Palermo.

Web: <https://www.unipa.it/dipartimenti/distem/dottorati/scienzedellaterraedelmare>

Tel. +39 091 23864670. E-mail: [christian.conoscenti@unipa.it](mailto:christian.conoscenti@unipa.it)



**Università  
degli Studi  
di Palermo**

Dottorato di Ricerca  
Scienze della Terra  
e del Mare



l'utilizzo di Google Earth Engine per analisi Big Data, un'introduzione ai modelli di nicchia ecologica, la biogeochimica delle terre rare e la costruzione di sensoristica open source per l'acquisizione di variabili ambientali e risposte fisiologiche in ambiente marino.

#### **1.4 Visibilità del progetto**

Il sito web del corso di dottorato è consultabile al link:

<https://www.unipa.it/dipartimenti/distem/dottorati/scienzedellaterraedelmare/>

Esso è disponibile sia in italiano che in inglese e contiene pagine dedicate alla presentazione e agli obiettivi formativi del corso, regolamento, bandi, modulistica, graduatorie, attività formative, servizi a disposizione dei dottorandi ed altro materiale informativo ed illustrativo. Attraverso la pagina dedicata al collegio dei Docenti è possibile accedere al curriculum e alle attività didattiche di ogni membro del collegio.

#### **1.5 Mobilità internazionale**

Al dottorando viene offerta la possibilità di accedere a laboratori presso altri Atenei e Centri di Ricerca con cui sono attive collaborazioni nell'ambito del Dottorato o attraverso convenzioni (CNR, CoNISMa, INGV, OGS, ISPRA, CIMA Univ. di Barcellona, Pisa, della Calabria, Torino, Milano Bicocca, Tuscia, Cagliari, Parma, Venezia Ca' Foscari).

Durante il percorso di dottorato, sono incoraggiati periodi di formazione ed esperienze di studio presso Università, Istituti e centri di ricerca all'estero per migliorare la qualità della propria ricerca e potenziarne la competitività internazionale. Al fine di potenziare l'internazionalizzazione degli studi di dottorato vengono adottati diversi strumenti, tra cui la promozione della mobilità dei dottorandi, l'incoraggiamento di accordi di co-tutela di tesi di dottorato e l'istituzione di iniziative di collaborazione con atenei stranieri (doppio titolo di dottorato).

La co-tutela di tesi di dottorato è un accordo ad-hoc a favore di un singolo dottorando, siglato tra l'Università degli studi di Palermo e un'Università partner. Il dottorando in co-tutela svolge la propria attività di ricerca sotto la responsabilità congiunta dei docenti supervisori dei due Atenei coinvolti.

I dottorandi possono svolgere attività di ricerca e formazione fuori sede, in Italia e all'estero, nei limiti previsti dal Regolamento e da eventuali ulteriori disposizioni. Il dottorando deve essere autorizzato a svolgere un periodo all'estero dal tutor e dal coordinatore del dottorato per permanenze fuori sede complessivamente non superiori a sei mesi. Quando la permanenza all'estero supera i sei mesi è necessaria l'autorizzazione del Collegio dei Docenti. Durante i periodi di permanenza fuori sede, i dottorandi sono tenuti a relazionarsi con il tutor e a sostenere le previste verifiche, con le modalità definite dal Collegio dei Docenti. I dottorandi, titolari di borsa di studio, hanno inoltre diritto all'incremento della borsa nella misura del 50% per periodi all'estero di durata non superiore a quella indicata nel bando di riferimento, fatte salve ulteriori disponibilità finanziarie.



**Università  
degli Studi  
di Palermo**

Dottorato di Ricerca  
Scienze della Terra  
e del Mare



## **2. Pianificazione e di organizzazione delle attività formative e di ricerca del corso di dottorato di ricerca in Scienze della Terra e del Mare**

L'attività di formazione è espressa in crediti formativi (CFU) e prevede insegnamenti specialistici e attività seminariali disciplinari ed interdisciplinari, periodi di formazione e ricerca in Italia e all'estero, alta formazione attraverso attività di ricerca, corsi e stage presso enti ed imprese qualificate, redazione della tesi di dottorato, partecipazione a convegni e Scuole. Il Dottorando è tenuto ad acquisire complessivamente nel triennio 180 CFU in ragione di 60 CFU per ogni anno.

Entro tre mesi dall'inizio di ciascun anno di corso, il Dottorando, con il supporto del Tutor e sulla base del calendario delle attività didattiche pubblicato nella pagina web del dottorato, elabora un piano di attività formative da svolgere (o eventualmente già svolte), che consenta di raggiungere 60 CFU e che dovrà essere approvato dal Collegio dei Docenti. Il piano delle attività formative includerà insegnamenti di terzo livello di interesse generale e specialistici, erogati nell'ambito del corso di dottorato, selezionati in funzione del numero di crediti formativi da acquisire e nel rispetto del numero di ore di didattica erogata medio annuo indicato dalle linee guida ANVUR. Il piano delle attività formative potrà essere modificato o integrato nel corso dell'anno, motivando le modifiche, previo parere positivo del Tutor e del Coordinatore.

### **2.1 Calendario delle attività didattiche**

Il Collegio dei Docenti, prima dell'inizio di ciascun ciclo, redige un *calendario delle attività didattiche*.

Il calendario include un catalogo di insegnamenti di terzo livello di interesse generale e specialistici, distinti da quelli impartiti nei corsi di studio di primo e secondo livello, tenuti da professori e ricercatori, anche di altri atenei, in possesso di elevata qualificazione scientifica, verificata attraverso l'utilizzo degli indicatori ASN. La frequenza ed il superamento dell'esame finale degli insegnamenti consentono ai dottorandi di acquisire crediti formativi.

Il calendario delle attività didattiche include altresì seminari di carattere interdisciplinare /trasversale organizzati dalla Scuola di Dottorato dell'Università di Palermo su temi quali metodologie di scrittura di articoli scientifici e progetti di ricerca, gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali, valorizzazione e disseminazione dei risultati di ricerca, proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca. Il calendario delle attività didattiche sarà inoltre integrato, anche dopo l'inizio di ciascun ciclo, con l'inserimento di seminari specialistici, su tematiche inerenti al dottorato e coerenti con gli obiettivi del corso, proposti da studiosi ed esperti italiani e stranieri di elevato profilo provenienti dal mondo accademico, dagli Enti di ricerca, dalle aziende, dalle istituzioni culturali e sociali.

Le attività didattiche prevedono inoltre corsi di perfezionamento linguistico organizzati dal Centro Linguistico di Ateneo (CLA) dell'Università di Palermo o di altro Ateneo, della durata minima di 30 ore, con l'obbligo di conseguire almeno il livello B2 di lingua inglese. Nel caso in cui il Dottorando sia già in possesso di tale livello, dimostrabile con un certificato in corso di validità alla data di inizio del corso, potrà dedicare un minimo di 30 ore al conseguimento di un livello superiore di lingua inglese o all'apprendimento di un'altra lingua. Il corso offerto dal CLA potrà essere erogato anche attraverso qualificate piattaforme di e-learning (e.s Rosetta Stone). L'acquisizione dei crediti formativi avviene tramite l'ottenimento dell'attestato finale. Il perfezionamento informatico dei dottorandi potrà avvenire attraverso la partecipazione ai vari

Coordinatore: Prof. Christian Conoscenti

Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare. Via Archirafi, 22 - 90123 Palermo.

Web: <https://www.unipa.it/dipartimenti/distem/dottorati/scienzedellaterraedelmare>

Tel. +39 091 23864670. E-mail: [christian.conoscenti@unipa.it](mailto:christian.conoscenti@unipa.it)



insegnamenti di terzo livello, programmati nell'ambito del dottorato, che prevedono l'utilizzo di software open source (es. R, Rstudio, QGIS, Grass GIS, SAGA GIS, Whitebox, Google Earth Pro, Google Earth Engine, etc.) sia di software dei quali l'Università di Palermo ha acquistato le licenze per l'utilizzo da parte degli studenti (es. Microsoft Office 365, MATLAB e Simulink). I dottorandi inoltre potranno partecipare a specifici corsi di perfezionamento informatico organizzati dall'ateneo o da altre riconosciute istituzioni pubbliche e private.

La frequenza di seminari, corsi di perfezionamento linguistico ed informatico consente ai dottorandi l'acquisizione dei crediti formativi tramite l'ottenimento dell'attestato finale.

### **2.1.1 Calendario degli insegnamenti previsti (distinti da quelli impartiti in insegnamenti relativi ai corsi di studio di primo e secondo livello)**

<b>Denominazione dell'insegnamento</b>	<b>Numero di ore e (CFU)</b>	<b>Breve descrizione</b>	<b>Anno e periodo di erogazione</b>
Analisi e interpretazione di dati chimico-fisici	30 (6)	<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 due parti introduttive sui metodi statistici di base e una parte dedicata a metodi statistici avanzati applicati su "test-case" di interesse geologico e/o biologico.</p> <p>Al termine del corso, è previsto un colloquio finale (cada studente) per la valutazione del grado di apprendimento degli argomenti trattati.</p> <p><u>ARGOMENTI</u></p> <p>Parte prima – Teoria ed esercitazioni (6 ore):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Introduzione al concetto di errore: errori di lettura di scale, errori nelle misure ripetibili.</li><li>- Rappresentazione degli errori: stima migliore, discrepanza, errori relativi.</li><li>- Propagazione degli errori.</li><li>- Analisi statistica degli errori casuali: media, varianza e deviazione standard.</li><li>- La distribuzione di Gauss o normale.</li></ul> <p>Parte seconda – Teoria ed esercitazioni (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>- Frequenza cumulata</li></ul> <p>Parte terza – Teoria ed esercitazioni (16 ore):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Analisi di coppie correlate di dati tramite grafici di frequenza cumulata e threshold.</li><li>-Threshold regression analysis. Costruzione e uso dei grafici: change point, likelihood e frequency.</li><li>-Elementi di analisi multivariata: matrice di correlazione, analisi delle componenti principali (PCA).</li></ul>	I anno



Bio-Geochemica delle Terre Rare	15 (3)	<p>Gli elementi da 57La a 71Lu (lantanidi), insieme a 39Y formano la serie detta delle Terre Rare (REE). Gli studi geochemici condotti hanno dimostrato che il comportamento di questa serie di elementi è uno dei più avanzati strumenti geochemici per studiare i meccanismi delle reazioni/processi che avvengono all'interfaccia fra le acque naturali e le sostanze con cui esse sono a contatto (solidi litogenici, membrane e tessuti biologici). Inoltre l'elevata concentrazione che alcuni elementi delle REE hanno in prodotti medicali di uso comune, derivati del petrolio, e materiale elettronico rende il riconoscimento di questi elementi nell'ambiente un ottimo indicatore del grado di antropizzazione di questo.</p> <p>Il corso presenta un quadro generale della geochemica delle REE nella litosfera, idrosfera, atmosfera, biosfera ed antroposfera. Quindi esso affronta l'analisi del comportamento geochemico delle REE coinvolte in processi di weathering, evaporazione, cristallizzazione, complessamento in fase disciolta, complessamento di superficie e adsorbimento su superficie attraverso l'analisi delle caratteristiche che vengono assunte dalla concentrazione normalizzata delle REE, dal rapporto Y/Ho e da altri indicatori geochemici. Quest'ultima parte verterà anche su esercitazioni numeriche.</p>	I anno
Google Earth Engine: the new cloud-based platform for geospatial big data treatment	15 (3)	<p>Il corso si propone di iniziare gli studenti alla piattaforma Google Earth Engine (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 studio 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>	I anno



Approcci e metodi di valutazione ambientale e di ripristino degli habitat degradati C.I. (Modulo habitat marino-costieri e modulo habitat terrestri)	30 (6)	<p>Il corso integrato (modulo habitat marino-costieri, 15 ore; modulo habitat terrestri, 15 ore) si propone di introdurre gli studenti ai fondamenti teorici e pratici della valutazione della qualità ambientale degli habitat marino-costieri e terrestri e del loro ripristino. Il corso integrato prevede esercitazioni sul campo e in laboratorio.</p> <p>I principali argomenti del modulo habitat marino-costieri riguarderanno:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Le Direttive europee per la tutela e la valutazione della qualità ambientale</li><li>- dell'ambiente marino. WFD e MSFD</li><li>- Definizione di ripristino degli habitat degradati: obiettivi e quadro globale</li><li>- Tecniche del ripristino in ambiente marino-costiero</li><li>- Applicazioni: come impostare un progetto di ripristino</li><li>- Casi studio</li></ul> <p>I principali argomenti del modulo habitat terrestri riguarderanno:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Introduzione alla Rete Ecologica Siciliana</li><li>- La Rete Natura 2000, le specie e gli habitat di interesse comunitario e regionale a rischio di estinzione</li><li>- Misure di conservazione per le specie e gli habitat terrestri</li><li>- Applicazioni: teorie e tecniche di monitoraggio di habitat e specie vegetali terrestri</li><li>- Casi studio</li></ul> <p>La verifica finale consisterà nella presentazione di un elaborato, da esporre ai docenti ed ai colleghi, su un progetto di valutazione/ripristino di un habitat/specie a scelta dello studente.</p>	I anno
Termografia ed interferometria in geomatica	15 (3)	<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.</p> <p>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, sbrinzioni, 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>	I anno
Tecnologie per l'esplorazione marina	15 (3)	<p>"Tecnologie per l'esplorazione marina" è un corso introduttivo sulle tecnologie utilizzate per esplorare l'ambiente marino e fornire informazioni che hanno implicazioni economiche, sociali ed ambientali. Tecniche specifiche sono infatti richieste per investigare il fondo e il sottofondo marino, i fluidi e l'ecosistema. La prima parte del corso fornisce una introduzione sulle tecniche utilizzate, come Multibeam, Sismica ad alta risoluzione, Side-Scan Sonar Carotieri a gravità etc. La seconda parte si concentra sulle applicazioni delle tecniche per identificare le forme dei fondali (es. frane, canyon, canali e conoidi, bocche idrotermali), ricostruire l'assetto stratigrafico-strutturale del sottofondo, riconoscere e mappare la distribuzione delle fanerogame marine.</p>	I anno



		<p>Il corso prevede delle esercitazioni con software specifici che permettono di visualizzare, elaborare ed interpretare i dati marini. Non sono richiesti prerequisiti.</p> <p>Obiettivi</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Fornire concetti di base sulle tecniche di esplorazione marina;</li><li>- Illustrare lo stato dell'arte delle tecnologie geofisiche utilizzate per esplorare gli oceani e gli strumenti di campionamento;</li><li>- Illustrare software specifici per visualizzare, elaborare, integrare ed interpretare dataset marini.</li></ul> <p>Risultati attesi di apprendimento</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Spiegare i concetti teorici di base sulle tecnologie utilizzate per l'esplorazione marina;</li><li>- Conoscere gli strumenti e le tecniche utilizzate nell'esplorazione marina e le loro applicazioni;</li><li>- Utilizzare software per analizzare, integrare e interpretare dati marini.</li></ul>	
Introduzione alla Biogeochimica C.I. (modulo I e modulo II)	30 (6)	<p>Il corso integrato (modulo I, 15 ore; modulo II, 15 ore) si propone di introdurre gli studenti alle principali tematiche della biogeochimica, seguendo una metodologia didattica mista che include lezioni frontali, problem solving ed apprendimento esperienziale. Fra gli argomenti trattati nel modulo di geochimica:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sviluppo storico della Geochimica</li><li>• Origine degli elementi e nucleosintesi;</li><li>• Evoluzione della Terra (litosfera, atmosfera, idrosfera);</li><li>• Evoluzione dei cicli biogeochimici; cicli biogeochimici dei macroelementi (es. carbonio, azoto, fosforo, zolfo). Il ruolo dei metabolismi microbici nelle trasformazioni degli elementi (metabolismo energetico e biosintetico) - in copresenza con la Prof. Quatrini;</li><li>• Climate changes e Critical zones; microrganismi e gas serra; stoccaggio di C nel suolo e desertificazione</li></ul> <p>• Il corso integrato (modulo I, 15 ore; modulo II, 15 ore) prevede esercitazioni sul campo e in laboratorio: campionamento presso la foce di un fiume e presso aree termali; analisi dei campioni presso i laboratori del DiSTeM e dello STeBiCeF; interpretazione risultati;</p> <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>	I anno
Analisi statistica dei dati con R	30 (6)	<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 di essere in grado di distinguere le diverse tipologie di dati; riconoscere la natura dei dati a disposizione per elaborarli correttamente; utilizzare i principali indici di sintesi statistici; essere in grado di studiare le relazioni tra due variabili, poter prendere decisioni in condizioni elementari di incertezza.</p> <p>Lo studente alla fine del corso avrà appreso i principi del metodo scientifico statistico e sarà in grado di analizzare i risultati di indagini statistiche attraverso l'uso del software statistico open source R. Gli argomenti affrontati includeranno:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Terminologia statistica e concetti introduttivi</li><li>• Classificazione delle variabili e loro rappresentazione grafica</li><li>• Indici di posizione e variabilità</li><li>• Asimmetria</li><li>• Distribuzione congiunta di due caratteri</li><li>• Il test X<sup>2</sup></li><li>• Variabili aleatorie: Binomiale, Poisson e Gauss.</li><li>• Verifica di ipotesi</li><li>• La regressione lineare semplice</li></ul>	I anno



		Al termine del corso gli studenti dovranno produrre un report con i dati inerenti al proprio progetto di ricerca. Le applicazioni verranno condotte tramite il linguaggio statistico R.	
Modello geologico del sottosuolo: dalle geometrie affioranti a quelle profonde	30 (6)	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. Alcuni degli argomenti che saranno trattati sono: - Elementi geometrici lineari e puntuali nelle carte geologiche. - Contenuto tridimensionale delle carte geologiche. - La sezione geologica come strumento di base per modelli tridimensionali. - Attività sul campo: lettura della carta geologica sul campo.  Modalità d'esame: presentazione sintetica di un lavoro scientifico.	I anno
Approccio alla caratterizzazione degli ambienti sedimentari marini. Confronti tra attuali e fossili C.I. (modulo I e modulo II)	30 (6)	Il corso integrato (modulo I, 15 ore; modulo II, 15 ore) 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.	I anno
Introduzione ai modelli di nicchia ecologica	15 (3)	I modelli di nicchia ecologica (ENM) sono una classe di metodi costruiti su una base di concetti ecologici fondamentali e biogeografici sulla relazione tra le distribuzioni delle specie (utilizzando dati di abbondanza, presenza o altre variabili di risposta biotica che descrivono aspetti della biodiversità) e l'ambiente fisico (le variabili ambientali e antropiche che si ritiene influenzino la distribuzione delle specie). Gli ENM sono spesso utilizzati i) per stimare quali variabili influenzano la distribuzione delle specie nel loro habitat, ii) per stimare la probabilità di presenza delle specie in zone al di fuori della nostra area di studio, in base alle caratteristiche ambientali di questi ambienti, iii) per stimare i cambiamenti nell'idoneità dell'habitat nel tempo, dato uno specifico scenario di cambiamento ambientale e iv) come stime della nicchia fondamentale o realizzata della specie. I modelli di distribuzione delle specie basati sulla nicchia (SDM) sono modelli quantitativi ed empirici delle relazioni specie-ambiente, considerati tra gli strumenti più potenti e pratici per la previsione della presenza e distribuzione attuale e futura delle specie, e vengono spesso utilizzati nella gestione di specie problematiche (es. invasive) o di specie vulnerabili o in pericolo. Il corso propone un'introduzione, teorica e pratica, agli SDM, attraverso l'uso di alcuni dei principali algoritmi attualmente usati negli studi ecologici. Al termine del corso gli studenti saranno divisi in gruppi, ed ognuno di questi analizzerà un caso studio (che potrebbe anche rispecchiare il progetto di ricerca degli studenti). Il caso studio dovrà rispecchiare tutti i passaggi principali del processo scientifico (ipotesi, disegno di campionamento, variabili da includere, analisi e validazione del modello). I risultati dovranno essere illustrati ai propri colleghi.	I anno
Metodi di Ecologia Numerica con R	30 (6)	Il corso si propone di fornire un'introduzione all'ecologia numerica, attraverso esercizi pratici svolti con il linguaggio	II anno



		<p>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. 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>- <u>Approcci specifici, propedeutici al percorso di dottorato</u></li></ul>	
Metodologie Statistiche nel Controllo Ambientale	30 (6)	<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>	II anno
Corso pratico per la costruzione di sensoristica open source volta all'acquisizione di variabili ambientali e risposte fisiologiche in ambiente marino	15 (3)	<p>In una era in cui connettività digitale, smart city, Internet of things (IoT) e intelligenza artificiale pongono le basi per lo sviluppo sostenibile degli ambienti urbani, l'applicazione di tecnologie innovative digitali al compartimento ambientale (e in particolare a quello marino) costituisce un presupposto fondamentale per una gestione moderna efficace.</p> <p>Arduino è una piattaforma hardware e software open source di facile utilizzo e con infinite possibilità di lettura. In questo corso i dottorandi impareranno a utilizzare questa tecnologia per l'acquisizione di variabili ambientali e risposte fisiologiche in ambiente marino, e a capire le sue potenzialità di utilizzo nella ricerca.</p> <p>Durante il corso, gli studenti, dopo un'introduzione ad Arduino, verranno guidati attraverso una serie di schemi di cablaggio, nella realizzazione di un datalogger per acquisire dati ambientali e risposte fisiologiche. Inoltre, verranno fornite le basi per l'invio dei dati acquisiti su web database (es. MySQL database), nonché gli script per la lettura e visualizzazione di questi dati tramite l'uso di software R.</p> <p>Il corso prevede:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• l'introduzione ad Arduino e potenziali applicazioni (2 ore);</li><li>• utilizzo di sensori per acquisire variabili ambientali e risposte fisiologiche in ambiente marino (4 ore);</li><li>• la realizzazione di datalogger per l'acquisizione dei dati (3 ore);</li><li>• invio dati in remoto, web database (2 ore);</li><li>• la lettura e visualizzazione dati tramite open source software R (4 ore).</li></ul>	II anno
Procedure e tecniche di analisi per la caratterizzazione	30 (6)	<p>Modulo I (15 ore):</p> <p>Il corso si propone di introdurre le principali procedure e tecniche di analisi volte alla caratterizzazione mineralogico-petrografica di</p>	II anno



mineralogico-petrografica di sedimenti provenienti da differenti ambienti deposizionali C.I. (modulo I e modulo II)		<p>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. 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.</p> <p>Modulo II (15 ore): Applicazione delle procedure e tecniche di analisi precedentemente affrontate su campioni di sedimenti. In particolare, verranno effettuate analisi granulometrica con separazione e determinazione quantitativa delle frazioni sabbiosa, siltosa e argillosa; osservazioni in microscopia ottica (luce riflessa e trasmessa polarizzata su materiale sciolto, mediante smear slides e consolidati in resina epossidica); analisi mineralogica qualitativa, semiquantitativa e quantitativa mediante diffrattometria a raggi X su polveri (XRPD); analisi qualitativa composti inorganici ed organici mediante spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR); analisi colorimetrica dei sedimenti mediante colorimetria (spazio colore CIE L*a*b).</p> <p>La verifica finale consiste in una presentazione da esporre ai docenti ed ai colleghi su una tematica applicativa collegata al loro progetto di ricerca).</p>	
Analisi GIS per la previsione spaziale di forme del rilievo	15 (3)	<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>	II anno

### 2.1.2 Calendario di altre attività didattiche

Seminari		
Tipologia di seminario	Date	Tematiche
Seminari trasversali organizzati dalla Scuola di dottorato dell'ateneo	Primo lunedì dei mesi pari, a partire da ottobre 2023	Le tematiche trattate includeranno, ad esempio: <ul style="list-style-type: none"><li>• Scrittura di articoli scientifici</li><li>• Redazione di progetti di ricerca</li><li>• Gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• Valorizzazione e disseminazione dei risultati di ricerca, proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca.</li></ul>
Minimo sei seminari specialistici, su tematiche inerenti al dottorato, organizzati nell'ambito del corso di dottorato, tenuti da studiosi ed esperti italiani e stranieri di elevato profilo provenienti dal mondo accademico, dagli Enti di ricerca, dalle aziende, dalle istituzioni culturali e sociali.	Le finestre temporali dedicate ai seminari specialistici sono febbraio-marzo, giugno-luglio e novembre-dicembre. Le date saranno definite in accordo con i docenti ed esperti che terranno i corsi. In caso di necessità, sarà comunque possibile organizzare seminari specialistici anche al di fuori delle sopracitate finestre.	Le tematiche trattate riguarderanno diversi SSD rappresentati all'interno del collegio, includendo, ad esempio: <ul style="list-style-type: none"><li>• Geologia</li><li>• Geomorfologia</li><li>• Geologia e Geofisica applicata</li><li>• Ecologia Marina</li><li>• Botanica Acquatica</li><li>• Geochimica</li><li>• Petrografia</li><li>• Zoologia</li><li>• Scienze e tecnologie animali</li></ul>

**Corsi di perfezionamento linguistico offerti dal Centro Linguistico di Ateneo**

<i>Tipologia di corso</i>	<i>Date</i>	<i>Note</i>
Inglese Academic Writing and Conference Papers (Open Badge B2/C1) Inglese Preparazione Open Badge C1 Spagnolo Preparazione Open Badge B2/C1 Tedesco Preparazione Open Badge B1/B2 Francese B1/B2 Spagnolo B1/B2 Corsi su piattaforma Rosetta Stone	Marzo – giugno	Il calendario con le date specifiche e orari di ciascun corso saranno pubblicati, una volta definiti, nella <a href="#">pagina web</a> del Centro Linguistico di Ateneo

## **2.2 Integrazione dei dottorandi nella comunità scientifica**

### **2.2.1 Partecipazione dei dottorandi a congressi e/o workshop e/o scuole di formazione dedicate nazionali e internazionali**

Il Corso di Dottorato di Ricerca, attraverso il lavoro di tutoraggio dei supervisor e co-supervisor, promuove la crescita dei dottorandi come membri della comunità scientifica, favorendo il loro inserimento all'interno delle società e associazioni scientifiche dei diversi SSD, ed in particolare nei gruppi di giovani ricercatori laddove presenti (es. *Sezione Giovani AIGeo*, *Sezione Giovani AIGA*, *Sezione SGI Giovani Geologi*).

I dottorandi, lavorando all'interno dei gruppi di ricerca di supervisor e co-supervisor, avranno la possibilità di contribuire a lavori scientifici e partecipare, anche in qualità di relatori, a congressi e workshop nazionali ed internazionali.

Le attività formative del corso di dottorato prevedono la partecipazione dei dottorandi a corsi e scuole di formazione (summer/winter school) su tematiche trasversali o pertinenti a specifici SSD del dottorato.



La partecipazione a congressi/workshop e a corsi/scuole di formazione consente ai dottorandi di acquisire crediti formativi.

### **2.2.2 Presentazione dei risultati della ricerca e seminari tenuti dai dottorandi**

Il Corso di Dottorato di Ricerca prevede che, alla fine di ciascun anno, i dottorandi presentino i risultati della propria ricerca a docenti e studenti del dipartimento. Tale presentazione consente ai dottorandi di acquisire crediti formativi ed essere ammessi all'anno successivo o all'esame finale.

Con frequenza bimestrale, è prevista inoltre una giornata nella quale i dottorandi, suddivisi per aree tematiche, tengano brevi seminari su tematiche inerenti al loro progetto di ricerca, aperti a docenti, dottorandi e studenti delle lauree magistrali. Lo svolgimento dei seminari consentirà ai dottorandi di acquisire crediti formativi.

### **2.3 Autonomia del dottorando**

Il collegio di dottorato incentiva i dottorandi ad essere autonomi sin dall'inizio del loro percorso. I dottorandi, infatti, elaborano annualmente il loro piano delle attività formative, selezionando gli insegnamenti di terzo livello erogati nell'ambito del dottorato e le altre attività che concorrono al raggiungimento dei 60 CFU annuali (perfezionamento linguistico, congressi/workshop, corsi/scuole, ecc.). I dottorandi sono altresì stimolati a progettare e realizzare autonomamente il lavoro di ricerca, nonché a identificare le più adeguate strategie di divulgazione e disseminazione dei risultati.

### **2.4 Risorse finanziarie e strutturali**

L'Ateneo di Palermo assegna, all'inizio dell'anno, a ciascun dottorando un budget pari al 10% della propria borsa di studio annuale per il finanziamento delle attività di ricerca. Il collegio di dottorato inoltre stimola l'inserimento dei dottorandi nei fondi di ricerca dei supervisor e co-supervisor, in modo che i dottorandi possano avere le risorse finanziarie necessarie al supporto delle loro attività di ricerca e di divulgazione e disseminazione dei risultati.

Ai dottorandi sono messe a disposizione le strutture ed i laboratori del DiSTeM, nonché le attrezzature scientifiche ed informatiche ivi contenute.

### **2.5 Attività didattiche e di tutorato**

Il Dottorando può svolgere, come parte integrante del progetto formativo, previo nulla osta del collegio di dottorato e senza incremento dell'importo della borsa di studio, attività di tutorato, anche retribuita, degli studenti dei corsi di laurea e di laurea magistrale, nonché, entro il limite di quaranta ore per ciascun anno accademico, attività di didattica integrativa.

### **2.6 Relazioni scientifiche e mobilità dei dottorandi**

Il Corso di Dottorato di Ricerca promuove la crescita dei dottorandi favorendo la loro partecipazione a periodi di formazione e ricerca, in Italia o all'estero, presso università, enti di ricerca (pubblici o privati) ed imprese qualificate. Tali periodi danno diritto all'acquisizione di crediti formativi.

### **2.7 Prodotti della ricerca**

Il Corso di Dottorato di Ricerca garantisce che la ricerca svolta dai dottorandi generi prodotti direttamente riconducibili al dottorando (individualmente o in collaborazione), favorendo la



pubblicazione dei risultati della ricerca su riviste scientifiche indicizzate e, compatibilmente con i meccanismi di protezione intellettuale promuove la collaborazione e la condivisione dei risultati con modalità di open science. La pubblicazione, o la lettera di accettazione, di articoli scientifici, pertinenti all'argomento di tesi e riconducibili al dottorando, su atti di convegno, libri e riviste indicizzate Scopus e/o WOS consente ai dottorandi l'acquisizione di crediti formativi.

### **3. Monitoraggio e miglioramento delle attività**

#### **3.1 Commissione di Assicurazione della Qualità**

Il Collegio dei Docenti del Corso di Dottorato di Ricerca individua una commissione di Assicurazione della Qualità (AQ), costituita da due docenti, tra i quali il Collegio nomina un referente (*Referente Assicurazione Qualità del corso di dottorato*), e da un rappresentante degli studenti di dottorato di ciascun ciclo attivo. La commissione AQ ha la responsabilità di tutte le attività di monitoraggio e di proposte di miglioramento del corso. La commissione AQ si occupa di redigere il Rapporto Annuale di Autovalutazione, il Rapporto Ciclico di Riesame e la relazione di autovalutazione del dottorato da sottoporre all'approvazione del Collegio di Dottorato. Le attività svolte dai dottorandi e dai dottori di ricerca, tra cui quelle di ricerca e di terza missione, verranno monitorate attraverso indici numerici e compilazione di questionari. Il Collegio di Dottorato avrà inoltre il compito di monitorare annualmente l'allocazione e le modalità di utilizzazione dei fondi per le attività formative e di ricerca dei dottorandi.

#### **3.2 Monitoraggio delle attività dei dottorandi e dei dottori di ricerca**

Le attività svolte dai dottorandi e dai dottori di ricerca, tra cui quelle di ricerca e di terza missione, verranno monitorate attraverso indici numerici e compilazione di questionari.

Di seguito vengono elencate le azioni di monitoraggio previste:

- a) Rilevazione della percentuale di iscritti al primo anno di Dottorato che hanno conseguito il titolo di accesso in altro Ateneo;
- b) Rilevazione della percentuale di iscritti al primo anno di Dottorato che hanno conseguito il titolo di studio di accesso all'estero;
- c) Rilevazione della percentuale di borse di studio finanziate da Enti esterni;
- d) Rilevazione della percentuale di dottori di ricerca che hanno trascorso almeno tre mesi all'estero;
- e) Rilevazione della percentuale di dottori di ricerca che hanno trascorso almeno sei mesi del percorso formativo in Istituzioni pubbliche o private, diverse dalla sede dei Corsi di Dottorato di Ricerca, inclusi i mesi trascorsi all'estero;
- f) Rilevazione del rapporto tra il numero di pubblicazioni scientifiche indicizzate su Scopus e/o ISI web of knowledge prodotte dai dottori di ricerca entro un anno dalla conclusione del percorso ed il numero dei dottori di ricerca;
- g) Rilevazione delle opinioni dei dottorandi alla fine del primo e del secondo anno di corso, da utilizzare nell'ambito della gestione dell'Assicurazione di Qualità. Il questionario adottato è quello Approvato con Delibera del Consiglio Direttivo ANVUR n. 64 del 21 marzo 2023.



I percorsi formativi e di ricerca dei dottorandi saranno riesaminati ed aggiornati periodicamente, per allinearli all'evoluzione culturale e scientifica delle aree scientifiche di riferimento del Dottorato, avvalendosi delle opinioni e delle proposte di miglioramento dei dottorandi e di quelle dei portatori di interesse, come descritto in dettaglio di seguito.

### **3.3 Consultazione dei portatori di interesse**

La consultazione dei portatori di interesse per il Dottorato in Scienze della Terra e del Mare XXXIX Ciclo sarà svolta ogni anno e sarà finalizzata all'aggiornamento ed all'adeguamento dei profili scientifici e professionali di alta formazione dei dottorandi, rispetto alle richieste del mondo del lavoro. I dottorandi coprono un largo spettro di professionalità nel campo delle scienze biologiche, geologiche e naturalistiche che hanno una forte impronta verso ricerca di base ed applicata con finalità ambientale, per esempio verso temi di sostenibilità o rischio ambientale. Le professionalità che vengono formate dal Corso di Dottorato sono figure che hanno competenze fortemente versatili ed innovative, richieste nel mercato del lavoro in ambito nazionale ed internazionale.

Quattro lauree magistrali sono incardinate all'interno del DiSTeM, Scienze della Natura LM-60, Biologia Marina LM-6, Analisi e Gestione Ambientale LM-75 e Georischi e Georisorse LM-74, che dispongono di un ampio paniere di portatori di interesse. Per il Dottorato in Scienze della Terra e del Mare XXXIX Ciclo verranno selezionati i portatori di interesse con carattere regionale/nazionale, come gli enti istituzionali o di ricerca, gli ordini professionali e le realtà produttive con numero di dipendenti, fatturato e bilancio da Piccola Medio Impresa. A questa lista di portatori di interesse si aggiungeranno multinazionali, tra cui l'ENI, che hanno espresso interesse per la laurea triennale in Biodiversità ed Innovazione Tecnologica, di nuova attivazione presso il Polo Tecnologico di Trapani nell'offerta formativa dell'anno accademico 2023-2024.

La consultazione e l'interazione con i portatori di interesse si svolgerà attraverso l'acquisizione e l'analisi dei risultati di schede di rilevamento dell'opinione dei portatori di interesse e/o tramite lo svolgimento di incontri nei quali si discuterà in merito all'organizzazione ed alla qualità delle attività formative e di ricerca dei dottorandi. La sintesi di queste azioni sarà elaborata dal coordinatore e dalla commissione AQ e verrà elaborata e discusso in seno al Collegio dei Docenti. Infine, essendo la procedura di consultazione dei portatori di interesse un elemento di nuova istituzione, è presumibile che spunti e suggerimenti per la prassi da adottare verranno forniti in itinere dal dialogo con l'Unità Operativa di Ateneo e con i Collegi di altri Dottorati di Ricerca.