



**REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
SCIENZE DELLA TERRA**

Il presente Regolamento disciplina l'organizzazione ed il funzionamento del corso di laurea magistrale in Scienze della Terra, appartenente alla classe delle lauree LM-74 Scienze e Tecnologie Geologiche, attivato presso l'Università degli Studi di Milano.

In ottemperanza a quanto disposto dall'art. 11, comma 2, della legge 19 novembre 1990, n. 341, dall'art. 12 del D.M. 22 ottobre 2004, n. 270 e dal Regolamento didattico dell'Ateneo, il presente Regolamento specifica, nel rispetto della libertà di insegnamento e dei diritti doveridei docenti e degli studenti, gli aspetti organizzativi del corso di laurea magistrale in Scienze della Terra, in analogia con il relativo Ordinamento didattico, quale definito nel Regolamento didattico d'Ateneo, nel rispetto della predetta classe di cui al D.M. 16 marzo 2007, alla quale il corso afferisce.

Concorre al funzionamento del corso il Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio" (referente principale).

Art. 1 - Obiettivi formativi specifici e profili professionali di riferimento

Obiettivi del corso

Il corso di laurea magistrale ha lo scopo di formare geologi con una preparazione approfondita in diversi settori delle Scienze della Terra che presentano prospettive di sviluppo scientifico ed occupazionale sia in ambito pubblico che privato. La laurea vuole fornire una preparazione teorico-pratica basata anche su partecipazione ad attività di terreno e di laboratorio, stage e tirocini, periodi di studio presso enti/istituti di ricerca pubblici e privati anche internazionali.

Alcune fra le aree tematiche coinvolte, che presentano al momento notevoli prospettive di sviluppo anche occupazionale sono: (1) Analisi, quantificazione e modellazione dei processi geologici che operano e interagiscono all'interno del pianeta, sulla sua superficie, nell'atmosfera e nell'idrosfera, anche in relazione all'origine delle risorse energetiche, idriche e minerarie. (2) Valutazione e caratterizzazione dei materiali naturali sia in relazione al loro ruolo nei processi geologici, sia in contesto applicativo ed industriale. (3) Rilevamento geologico e cartografia di base e tematica ai fini dell'interpretazione dei processi geologici a diversa scala. (4) Analisi ed interpretazione dei processi geologici e della loro interazione con le attività umane ai fini di un utilizzo equilibrato dei beni ambientali e della salvaguardia del territorio e dei beni archeologici e culturali. (5) Rilevamento di campo e prospezioni dirette ed indirette ai fini della parametrizzazione del comportamento tecnico dei terreni e delle rocce nell'ambito della progettazione di interventi a grande e a piccola scala. (6) Esplorazione, sfruttamento, tutela e risanamento delle risorse idriche sotterranee in relazione anche ai fenomeni di inquinamento puntuale e diffuso. (7) Esplorazione, valutazione e gestione delle risorse naturali, con particolare riferimento a quelle energetiche, anche in relazione all'impatto ambientale derivante dal loro sfruttamento. (8) Caratterizzazione e prevenzione derivante dai rischi naturali che interessano il territorio, e loro valutazione nell'ambito della progettazione territoriale.

Nel corso di laurea magistrale in Scienze della Terra gli studenti dovranno acquisire approfondite conoscenze nelle diverse discipline delle scienze geologiche nei loro aspetti teorici, sperimentali

e pratici, oltre a completare le loro conoscenze di base nelle materie propedeutiche di chimica, fisica e matematica e specialistiche in discipline affini, quali agraria, ingegneria ed altre. Essi dovranno affrontare l'analisi delle problematiche complesse inerenti ai processi naturali, alla trasformazione delle risorse naturali, ed ai processi conseguenti ad attività umane, basandosi su solide competenze riguardo alle tecniche analitico-strumentali, alle metodologie di rilevamento dati sul terreno, e alla costruzione di modelli teorico-interpretativi.

Essi saranno in grado di trasferire in modo adeguato i risultati delle analisi e le conoscenze acquisite e di utilizzare gli strumenti informatici più moderni e appropriati alle esigenze di lavoro.

L'obiettivo è di formare geologi in grado di: (a) poter effettuare l'analisi dei sistemi e dei processi geologici, della loro evoluzione temporale e della modellazione anche ai fini applicativi;

(b) sviluppare la ricerca geologica di base e applicata in differenti settori del mondo del lavoro pubblici e privati, tra cui gli ambiti accademici ed industriali; (c) riconoscere e prevedere, a medio e lungo termine, gli effetti dovuti all'interazione tra i processi geologici di diversa natura, gli interventi umani, ed i mutamenti climatici globali, nonché operare il ripristino e la conservazione della qualità di realtà naturali complesse, individuare la vulnerabilità dei siti, la pericolosità dei fenomeni geologici e le interazioni con i sistemi antropici, provvedendo alla gestione e mitigazione del rischio; (d) operare sia in industrie che trattano materiali naturali e analoghi che in istituzioni pubbliche, al fine di gestire strumentazione, organizzare ed effettuare misure per rispondere ad esigenze di ricerca/sviluppo, controllo qualità nel quadro di normative legislative o processi produttivi; (e) svolgere la loro attività in modo autonomo nell'ambito professionale o subordinato presso Enti pubblici o privati che hanno competenze nel campo geologico e geologico applicativo. Attività e conoscenze possono fornire competenze nella progettazione degli interventi sul territorio, anche in modo interdisciplinare.

La laurea magistrale consente inoltre la possibilità di accedere a corsi di Dottorato di Ricerca, Master, corsi di aggiornamento, corsi di Perfezionamento e corsi di Specializzazione nazionali ed internazionali.

Profili professionali di riferimento:

- Operatore professionale altamente qualificato nella raccolta di dati geologici del territorio, nella pianificazione ed esecuzione di attività di indagine e nella elaborazione e interpretazione dei dati raccolti.

- Operatore professionale specializzato nella definizione di attività di monitoraggio dell'ambiente, del territorio e delle sue risorse; operatore professionale per la pianificazione di interventi di salvaguardia e gestione del territorio.

- Operatore professionale specializzato nella esplorazione, gestione e sfruttamento di risorse naturali (giacimenti minerari e di idrocarburi).

- Operatore professionale con competenze specifiche nella divulgazione scientifica, giornalismo e nella didattica delle Scienze della Terra.

I contenuti del corso di laurea magistrale forniscono la preparazione necessaria per poter esercitare la professione di geologo in modo autonomo (libera professione con iscrizione all'interno della "Sezione A" dell'Albo professionale dei Geologi ai sensi del D.P.R. 328/2001, previo superamento dell'Esame di Stato) o per poter accedere all'inserimento presso: Enti di ricerca, pubbliche amministrazioni, società professionali e studi di consulenza nazionali o internazionali, aziende, industrie e laboratori che trattano materiali naturali.

Indicativamente i differenti settori del mercato del lavoro in cui il laureato potrà operare sono di seguito delineati:

- Rilevamento, aggiornamento e adeguamento della cartografia geologica, tecnica e tematica
- Programmazione, esecuzione ed interpretazione di indagini geofisiche e geologiche rivolte alla realizzazione di opere di ingegneria civile, prospezione e caratterizzazione di risorse energetiche,

minerarie, idriche e monitoraggio dell'ambiente.

- Modellazione di processi geologici per l'analisi di stabilità dei pendii, circolazione idrica sotterranea e trasporto di contaminanti, scavi in sotterraneo, ecc.
- Reperimento, valutazione e gestione delle georisorse, direzione lavori nelle attività estrattive.
- Coordinamento della sicurezza nei cantieri temporanei e mobili.
- Direzione di laboratori mineralogici, petrografici, sedimentologici, geochimici e geotecnici.
- Programmazione di interventi per la protezione, sistemazione idrogeologica e per la salvaguardia e la sistemazione di aree a rischio nell'ambito della pianificazione territoriale.
- Controllo ambientale per la salvaguardia delle risorse idriche, per il risanamento, disinquinamento di falde, bonifica di siti inquinati
- Controllo della qualità industriale, impiego tecnologico di geomateriali nell'industria meccanica, chimica ed elettronica; impiego dei materiali lapidei ornamentali; gemmologia.
- Analisi, recupero e gestione di siti degradati e siti estrattivi dimessi, modellazione dei sistemi e dei processi geoambientali e relativa progettazione, direzione dei lavori, collaudo e monitoraggio.
- Gestione dei Sistemi Informativi Territoriali, con particolare riferimento ai problemi geologico-ambientali.
- Tutela dei beni culturali e paleontologici, conservazione dei monumenti, geoarcheologia.
- Progettazione di interventi di ingegneria civile, di salvaguardia ambientale e di difesa del suolo in collaborazione con altre professionalità.
- Valutazione di impatto ambientale di grandi opere (VIA) e valutazione ambientale strategica (VAS).
- Divulgazione scientifica e giornalismo.
- Didattica delle Scienze della Terra.
- Geologia forense.

Il corso di laurea magistrale in Scienze della Terra costituisce un titolo preferenziale per l'accesso al Dottorato di Ricerca.

Art. 2 - Accesso

L'accesso alla laurea magistrale in Scienze della Terra è aperto, previo colloquio, a tutti i laureati presso gli Atenei italiani nella classe delle Lauree in Scienze geologiche (Classe L-34).

Possono altresì accedervi i laureati in corsi di laurea di tipo affine di qualunque Ateneo italiano ovvero coloro in possesso di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo, che dimostrino di possedere le competenze necessarie per seguire con profitto gli studi. In questo caso, per l'ammissione alla laurea magistrale, l'adeguatezza della preparazione personale viene verificata mediante una prova selettiva prima dell'inizio delle attività didattiche. La prova verterà sulle conoscenze e competenze nell'ambito geologico in particolare relative a fondamenti di geologia, geomorfologia, petrologia e geofisica.

Per il riconoscimento dei CFU nei casi di trasferimento da altro Ateneo o di passaggio da altro corso di studio dell'Ateneo si applica quanto disposto dal Regolamento didattico di Ateneo. Il Collegio Didattico delibera caso per caso se debbano essere previste o meno forme di verifica di CFU acquisiti ed eventuali esami integrativi.

Per il riconoscimento delle attività di studio svolte all'estero e dei relativi CFU, si applica quanto disposto dal Regolamento didattico di Ateneo.

Il numero massimo di crediti individualmente riconoscibili, ai sensi dell'art. 5, comma 7, del DM 270/2004, per conoscenze e abilità professionali certificate, nonché per altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione e realizzazione l'università abbia concorso, è quantificato in un massimo di 12 CFU.

Art. 3 - Organizzazione del corso di laurea magistrale

Il corso di laurea magistrale in Scienze della Terra è organizzato in attività caratterizzanti e attività affini ed integrative e prevede quattro curricula:

- Bacini sedimentari e risorse energetiche
- Geologia applicata al territorio, all'ambiente e alle risorse idriche
- Geofisica e geologia strutturale con applicazioni
- Geologia delle risorse minerali e geomateriali

Al fine di integrare le conoscenze acquisite nella laurea Triennale dallo studente sono previsti, all'inizio del Corso di laurea, quattro insegnamenti comuni a tutti i curricula che sono compresi all'interno degli ambiti disciplinari delle a) discipline geologiche e paleontologiche, b) discipline geomorfologiche e geologiche applicative, c) discipline mineralogiche, petrografiche e geochimiche e d) discipline geofisiche.

Successivamente gli insegnamenti proposti allo studente sono suddivisi in base ai curricula, i cui contenuti generali sono di seguito evidenziati.

1) BACINI SEDIMENTARI E RISORSE ENERGETICHE

I laureati in questo curriculum acquisiranno abilità utili ad affrontare lo studio dei bacini sedimentari e delle risorse in essi ospitate, per quanto riguarda la loro origine, valorizzazione, gestione e sfruttamento. Le conoscenze acquisite forniranno le capacità per la ricostruzione della distribuzione e dei rapporti spazio - temporali (3D,4D) dei e tra i corpi sedimentari. Il curriculum prevede inoltre lo studio dei processi che hanno operato nel passato negli oceani e sulle terre emerse, anche come chiave di comprensione e previsione dell'evoluzione e dei mutamenti climatico - ambientali.

Un obiettivo generale è quindi la formazione di geologi specializzati nella caratterizzazione qualitativa e quantitativa dei sistemi sedimentari fossili ed attuali (ambienti sedimentari, sistemi deposizionali, bacini sedimentari, ecosistemi) nel relativo contesto geologico, geodinamico ed ambientale. Verranno fornite basi metodologiche ed operative quali- quantitative, rivolte sia alle abilità analitiche di terreno e di laboratorio, che all'elaborazioni dei dati ed alla modellistica bi- e tri-dimensionale. Sono oggetto di studio anche le metodologie paleontologiche (tafonomia, sistematica, biostratigrafia, paleobiologia), finalizzate alle applicazioni della Paleontologia nelle datazioni, nell'analisi di facies, nelle ricostruzioni (paleo)ambientali-climatiche-oceanografiche. Per quanto concerne specificatamente l'applicazione alle risorse energetiche, il curriculum prevede l'approfondimento delle discipline mirate alla caratterizzazione del sottosuolo per la ricerca di fonti di energia (idrocarburi, altri combustibili fossili, geotermia, etc.) e per la salvaguardia ambientale (stoccaggio di gas metano, re-iniezione di gas nocivi, individuazione di siti contaminati da idrocarburi, monitoraggio della subsidenza ecc.).

Un obiettivo specifico è la formazione di geologi con un'adeguata preparazione di base e specialistica che comprenda conoscenze avanzate degli strumenti di indagine geologica e geofisica, con elementi di economia delle fonti di energia, di politica delle risorse energetiche e di normativa sulla salvaguardia ambientale. La preparazione all'analisi multidisciplinare dei processi sedimentari, dell'evoluzione ambientale, della biodiversità e delle fonti energetiche dei bacini sedimentari servirà ai laureati ad affrontare le attività di ricerca e le relative applicazioni. L'offerta didattica prevede ampio spazio per attività di terreno, nei laboratori geologici, sedimentologici, paleontologici, petrografici, geochimici, e per l'utilizzo di strumenti informatici per l'analisi dei dati e la modellazione.

2) GEOLOGIA APPLICATA AL TERRITORIO, ALL'AMBIENTE E ALLE RISORSE IDRICHE

Un obiettivo della geologia è l'applicazione alla realizzazione di opere d'arte e infrastrutture sul

territorio, di diverso livello ed impegno tecnico-economico.

Sono previsti a tal scopo il rilevamento delle caratteristiche tecniche delle terre e delle rocce, (resistenza, deformabilità e permeabilità alla scala della matrice e dell'ammasso in posto) in relazione a quelle geologiche, mediante indagini e misure in situ, con tecniche dirette ed indirette di esplorazione geologica del sottosuolo e tramite sperimentazioni di laboratorio, finalizzate anche alla stesura di cartografie tematiche con strumenti informatici.

La corretta parametrizzazione del mezzo geologico sarà posta in relazione alla progettazione degli interventi (gallerie, dighe, vie di comunicazione, ponti, viadotti, discariche, ecc.) e delle specifiche interazioni tra il manufatto e il substrato geologico. Per lo studio di fattibilità e a supporto della progettazione di tali opere ci si avvarrà di tecniche di modellazione concettuale e fisico-matematica, con appositi strumenti informatici, ai fini della loro ottimizzazione dal punto di vista tecnico-economico e soprattutto in vista di un corretto inserimento delle opere sul territorio in relazione al loro impatto ambientale e secondo le normative di settore.

Il laureato geologo avrà quindi le conoscenze sufficienti per programmare e svolgere le indagini, nonché partecipare alla progettazione delle opere sopra illustrate.

Tra le problematiche connesse alla tutela e salvaguardia del territorio e dell'ambiente, verranno affrontati i temi riguardanti i fenomeni di dissesto idrogeologico (movimenti franosi e alluvioni), fornendo le conoscenze necessarie al riconoscimento e alla parametrizzazione dei processi, anche attraverso analisi e modellazioni numeriche degli stessi, per un corretto monitoraggio e per la prevenzione da eventi indesiderati, nonché per la progettazione degli interventi di recupero.

Per quanto riguarda l'uso sostenibile delle risorse, il curriculum prepara inoltre un geologo che esplora, valuta, gestisce e tutela le risorse idriche, provvedendo al loro risanamento con azioni di bonifica, laddove sono compromesse.

Per il conseguimento dell'obiettivo sarà fornita una preparazione avanzata sulla parametrizzazione di acquiferi, acquitardi e acquicludi, sulla circolazione idrica nei mezzi a porosità interstiziale e fissurale, e sulla modellazione del flusso idrico sotterraneo, anche in relazione alle acque superficiali, ai cambiamenti climatici e all'uso ottimale delle risorse; verrà inoltre definito il comportamento nelle acque sotterranee di composti organici ed inorganici. Saranno considerati i problemi derivanti dalla presenza sul territorio di fonti puntuali e non puntuali di contaminazione, con le relative tecniche di studio e di modellazione matematica dei fenomeni; si farà largo ricorso a tali strumenti che, allo stato attuale della ricerca scientifica, sono ritenuti indispensabili al fine di progettare interventi per la salvaguardia delle risorse idriche sotterranee a grande e piccola scala e a predisporre analisi di rischio ambientale.

Sarà prevista l'acquisizione di conoscenze utili alla progettazione delle opere di captazione delle acque sotterranee e di ottimizzazione dei sistemi di monitoraggio delle acque sotterranee; inoltre verranno fornite le conoscenze relative alle normative del settore.

Il geologo avrà quindi le conoscenze per programmare e svolgere indagini, cartografare con moderni strumenti informatici la distribuzione territoriale delle risorse idriche sotterranee e la loro vulnerabilità all'inquinamento, progettare sistemi di captazione e monitoraggio delle acque sotterranee e di bonifica di siti contaminati

3) GEOFISICA E GEOLOGIA STRUTTURALE CON APPLICAZIONI

Questo curriculum rappresenta un'integrazione della geofisica e della geologia strutturale per lo studio della dinamica del sistema Terra e gli insegnamenti caratterizzanti provengono quindi sia dall'ambito geofisico sia da quello geologico-strutturale. Lo studente potrà, attraverso un'appropriata selezione degli insegnamenti fondamentali ed opzionali di curriculum, scegliere un percorso di taglio prevalentemente geofisico, prevalentemente geologico-strutturale oppure integrato. Saranno forniti i mezzi analitici e di sintesi dei dati multiscala, a partire dalle metodologie che permettono di monitorare, modellare ed interpretare i processi geodinamici, fino ad arrivare alla struttura granulare delle rocce, per formare una figura in grado di operare sia nel

campo della ricerca che della professione.

Obiettivo della parte geofisica è fornire gli strumenti metodologici finalizzati allo studio dei processi fisici fondamentali che controllano la dinamica del sistema Terra a tutte le scale spaziali e temporali, incluse le metodologie geodetiche finalizzate al monitoraggio del territorio. Il percorso geofisico fornisce la base fisico-matematica per affrontare le problematiche inerenti ai processi geofisici a grande scala spaziale quali la convezione del mantello, la propagazione di onde sismiche nella porzione più superficiale della crosta terrestre e la circolazione di fluidi sotterranei. Particolare attenzione viene dedicata anche al trattamento dei dati geofisici finalizzata all'acquisizione di informazioni per un moderno controllo del territorio e per la ricerca, gestione e protezione delle risorse naturali. Le metodologie impiegate vanno quindi dalle tecniche satellitari per la misura degli spostamenti della superficie terrestre, alle tecniche di esplorazione sismica per l'individuazione di giacimenti, fino ad arrivare a quelle utili nella gestione e protezione delle acque sotterranee e per le indagini più superficiali.

Obiettivo della parte geologico-strutturale è l'interpretazione delle grandi strutture della litosfera terrestre (le catene di collisione, le zone di lacerazione intracontinentale e di trascorrenza) integrando i metodi geologici e geofisici, per situare avvenimenti geologici d'interesse economico o scientifico nei termini unificanti della Nuova Tettonica Globale. La Geologia Strutturale è lo strumento scientifico derivato dall'esperienza dell'esplorazione e sfruttamento delle risorse naturali primarie, sempre connesse a complesse architetture della crosta terrestre. Insegna a rivelare la complessità delle strutture tettoniche e a derivare dal comportamento meccanico delle rocce i processi che le hanno costruite durante la deformazione, a varia profondità, nelle zone tettonicamente attive della litosfera. Insieme si apprendono: **(1)** le tecniche di rilevamento geologico-strutturale sul campo per l'analisi delle strutture generate nella crosta superficiale e profonda o nel mantello e per dedurre le modalità di deformazione, anche con l'applicazione della meccanica dei continui; **(2)** le tecniche di microanalisi per rivelare i meccanismi di deformazione alla scala granulare e intracristallina, e le leggi di flusso lento e della deformazione fragile, per comprendere i comportamenti fisici delle rocce in ogni contesto tettonico; **(3)** la comprensione dei meccanismi di deformazione dominanti in differenti condizioni Pressione/Temperatura, caratteristiche di specifici gradienti geotermici corrispondenti ai differenti contesti geodinamici. Il laureato che vorrà invece integrare completamente geofisica e geologia strutturale apprenderà a far uso delle tecniche di indagine strutturale alla micro, meso e mega-scala, unite con le tecniche di indagine e la modellazione geofisica, per: **(a)** la prospezione geologica delle risorse naturali a grande e media scala; **(b)** l'analisi delle strutture tettoniche di dimensione proporzionata per scala d'impatto a quella necessaria alla progettazione geologica delle grandi opere civili; **(c)** l'accertamento delle cause primarie dei grandi rischi naturali, l'utilizzo dei dati strutturali e della modellazione geofisica per la previsione dei rischi; **(d)** la ricostruzione cronologica relativa della storia geo-tettonica nella litosfera terrestre (percorsi PTdt) e la sua interpretazione con il supporto di modelli numerici evolutivi nelle aree orogeniche complesse e in altri ambienti geodinamici.

4) GEOLOGIA DELLE RISORSE MINERALI E GEOMATERIALI

Il curriculum intende fornire il metodo di studio e gli strumenti operativi per la comprensione delle caratteristiche geologiche, chimiche e fisiche dei minerali e delle rocce, nonché dei processi di trasformazione che coinvolgono i materiali naturali durante il loro utilizzo nei cicli produttivi.

Il curriculum si articola partendo da tre insegnamenti fondamentali che introducono le basi metodologiche e le tecniche analitiche peculiari per lo studio di minerali, rocce e fluidi geologici, raccordandosi in seguito con un ampio spettro di discipline geologiche, partendo dalla raccolta dei dati sul terreno sino allo studio in laboratorio. Particolare attenzione viene posta all'apprendimento dei metodi strumentali e sperimentali, grazie alla ricchezza del patrimonio tecnologico in dotazione, che include microscopi elettronici a scansione e a trasmissione,

diffrattometri ai raggi-X, spettrometri per determinazioni chimiche e micro-chimiche, apparati per la sintesi in alta temperatura e/o alta pressione e per la determinazione dei caratteri petrofisici delle rocce. L'approccio di studio quantitativo è completato dall'applicazione di modelli analitici e numerici per la soluzione di problemi sia di carattere fondamentale che applicativo.

Il curriculum ha pertanto come obiettivo la formazione di un laureato magistrale che abbia le capacità di gestione di progetti relativi a: 1) cartografia geologica dei terreni cristallini s.l., con riferimento alla valutazione delle risorse economiche in essi contenute e dei rischi geologici presenti; 2) determinazione della proprietà di minerali e rocce per applicazioni nell'ingegneria civile; 3) valutazione degli effetti ambientali dei processi di produzione e smaltimento; 4) approvvigionamento delle risorse minerali e stoccaggio dei materiali di scarto, inclusi quelli radioattivi; 5) applicazioni delle risorse minerali nel mondo industriale tenendo presente la rapida evoluzione tecnologica e le esigenze di nuovi materiali e composti; 6) ricerca e sviluppo di nuovi materiali litoidi in ambito ceramico; 7) ricerca fondamentale sui processi che caratterizzano l'interno della Terra e l'evoluzione planetaria.

Il corso di laurea magistrale in Scienze della Terra ha durata di due anni durante i quali lo studente deve acquisire 120 crediti formativi (CFU) per ottenere la laurea.

L'apprendimento delle competenze e dell'avvio alle professionalità da parte degli studenti è computato in CFU, articolati secondo quanto disposto dal Regolamento didattico d'Ateneo.

I CFU sono una misura del lavoro di apprendimento richiesto allo studente e corrispondono ciascuno ad un carico standard di 25 ore di attività, comprendenti, per le diverse modalità:

- 8 ore di lezioni frontali con annesse 17 ore di studio individuale;
- 12 ore di esercitazioni pratiche e/o di laboratorio con 13 ore di rielaborazione personale;
- 3 giornate di istruzione sul campo, inclusive di un primo riordino dei dati rilevati;
- 25 ore di attività formative relative al tirocinio e allo stage, nonché alla preparazione della prova finale.

La didattica è organizzata annualmente in due semestri, della durata minima di 13 settimane ciascuno. Sono previsti: lezioni frontali ed esercitazioni pratiche guidate; istruzione di metodo ed esecuzione assistita o autonoma sul campo del rilevamento geologico; attività di laboratorio; un tirocinio presso laboratori interni o esterni di Enti pubblici o privati; attività seminariali di orientamento al mondo del lavoro.

La struttura e l'articolazione specifica degli insegnamenti e delle altre attività formative sono specificate annualmente nel Manifesto degli studi e sul sito web del Collegio Didattico di Scienze della Terra.

Gli insegnamenti possono essere a modulo unico o in moduli integrati, anche multidisciplinari e con più docenti. Le prove di esame si svolgono generalmente individualmente, ma per alcuni insegnamenti sono previste prove integrate orali, scritte, scritte e orali, e/o con una prova pratica. Nel caso di insegnamenti articolati in moduli svolti da docenti diversi viene individuato tra loro il docente responsabile dell'insegnamento al quale compete il coordinamento delle verifiche del profitto e delle relative registrazioni.

L'acquisizione da parte dello studente dei crediti stabiliti per ciascun insegnamento nonché, nel caso di insegnamenti articolati in più moduli dove ciò sia previsto, per ciascuno dei moduli che lo compongono, è subordinata al superamento delle relative prove d'esame, che danno luogo a votazione in trentesimi.

Allo scopo di incentivare il processo di internazionalizzazione, si ammette sperimentalmente che alcuni corsi o moduli possano eventualmente essere tenuti in parallelo, in italiano e in inglese. Gli studenti saranno in tal caso liberi di scegliere tra l'una e l'altra opzione.

Lo studente è tenuto, ai fini dell'ammissione alla prova finale, al superamento di una prova di

verifica, con giudizio di idoneità, relativa alla conoscenza approfondita della lingua Inglese. L'accertamento della conoscenza linguistica porta all'acquisizione di 3 CFU.

È prevista l'acquisizione di conoscenze e abilità professionali derivanti da tirocini interni o esterni per un totale di 6 CFU, volti ad introdurre il laureando alle tecniche analitiche che verranno poi utilizzate per la realizzazione della tesi. Qualora il tirocinio debba essere svolto all'esterno, l'attività sarà certificata dal correlatore esterno. Il tirocinio potrà essere svolto anche integrato all'elaborato finale di tesi.

Tali attività di tirocinio sono soggette a verifica per la quale è prevista un'approvazione individuale con giudizio di valore ma possono anche costituire un'parte (6 CFU su un totale di 36) dello svolgimento dell'elaborato finale.

Lo studente deve inoltre acquisire 18 CFU scegliendo in piena libertà tra tutti gli insegnamenti opzionali attivati per la laurea magistrale in Scienze della Terra e tra tutti i corsi proposti dall'Ateneo, purché coerenti con il progetto formativo. Un elenco degli insegnamenti attivati dal Collegio Didattico e disponibili per la libera scelta dello studente sarà riportato nel Manifesto degli studi. La scelta verrà sottoposta ad approvazione della commissione di valutazione del Piano di studi presentato dallo studente.

Nel caso in cui gli studenti partecipino a periodi di studio all'estero nell'ambito di progetti di interscambio (es.: Erasmus), dovranno fornire adeguata documentazione per il riconoscimento delle attività effettuate secondo le norme del Regolamento Didattico d'Ateneo (RAD).

Art. 4 - Settori scientifico-disciplinari e relativi insegnamenti

Gli insegnamenti ufficiali del corso di laurea magistrale in Scienze della Terra, definiti in relazione ai suoi obiettivi formativi, nell'ambito dei settori scientifico-disciplinari di pertinenza, sono i seguenti:

Insegnamenti caratterizzanti ed affini e integrativi	SSD
Analisi di rocce, minerali e fluidi e laboratorio	GEO/08
Analisi strutturale II e laboratorio	GEO/03
Bacini Sedimentari e Geologia degli idrocarburi e laboratorio	GEO/02
Biostratigrafia	GEO/01
Complementi di Paleontologia	GEO/01
Cristallografia e laboratorio	GEO/06
Diagenesi e geochimica del sedimentario	GEO/02
Dinamica dei fluidi geofisici e laboratorio	GEO/12
Esplorazione e gestione risorse idriche e laboratorio	GEO/05
Esplorazione sismica e laboratorio	GEO/11
Esplorazione geofisica a piccola profondità	GEO/11
Fisica dell'interno della Terra	GEO/10
Fisica dei minerali	GEO/06
Gemmologia e sistemica minerologica	GEO/09
Geodinamica e Laboratorio	GEO/03
Geologia	GEO/03, GEO/02
Geologia del Cristallino e Laboratorio	GEO/03
Geologia delle risorse minerali e Geomateriali	GEO/07, GEO/09
Geologia regionale	GEO/03

8

D.R. 0277303 del 16/02/2012

D.R. 25 del 27 settembre 2016

D.R. 3674/17 repertorio registri del 9.10.2017

D.R. 3156 repertorio registri del 26.8.2020

D.R. 3374/22 del 14.7.2022

Geologia tecnica	GEO/05
Geomorfologia applicata	GEO/04
Geotecnica e laboratorio	ICAR/07
Geotermia	GEO/09
Giacimenti minerari e sostenibilità	GEO/09
Groundwater modelling	GEO/05
Isotope geochemistry and geochronology	GEO/08
Idrostratigrafia e sedimentologia degli acquiferi e laboratorio	GEO/02
Log geofisici	GEO/11
Marine Geology exploration and georesources	GEO/01
Meccanica delle rocce e stabilità dei versanti	GEO/05, ICAR/07
Metallogenesi e Ore Minerals	GEO/09
Metodi matematici per la geofisica	GEO/10
Micropaleontologia e laboratorio	GEO/01
Mineralogia Applicata	GEO/09
Modellistica numerica di processi geodinamici	GEO/10
Petrografia Applicata	GEO/09
Petrologia e laboratorio	GEO/07
Qualità risorse idriche e bonifiche	GEO/05
Rilevamento geologico tecnico e idrogeologico e laboratorio	GEO/05
Scienza delle costruzioni	ICAR/07
Sedimentologia e laboratorio	GEO/02
Sismologia e laboratorio	GEO/10
Sistemi informativi territoriali	GEO/05, ICAR/06
Stratigrafia e laboratorio	GEO/02
Stratigrafia Regionale	GEO/01,02

Eventuali insegnamenti aggiuntivi, nell'ambito dei settori sopra riportati, sono inseriti su proposta del Consiglio di Dipartimento competente, approvata dal Senato Accademico. In casi eccezionali e motivati, eventuali insegnamenti aggiuntivi possono essere inseriti direttamente nel Manifesto degli studi.

La struttura e l'articolazione specifica, gli obiettivi e i risultati di apprendimento di ciascun insegnamento e delle altre attività formative, con l'indicazione di ogni elemento utile per la relativa fruizione da parte degli studenti iscritti, sono specificati annualmente, tramite l'immissione nel gestionale W4, nel Manifesto degli studi e nella guida ai corsi di studio predisposta dalle competenti strutture dipartimentali. In tale guida sono altresì riportati i programmi di ogni insegnamento.

Art. 5 - Piano Didattico

1. L'attività didattica utilizza quattro curricula che offrono allo studente approfondimenti specialistici in tutti gli ambiti sia scientifici sia professionali legati alle ricerche e alla professione del Geologo. La possibilità di interagire con le realtà aziendali e di poterne valutare le effettive e variabili esigenze è un'occasione preziosa anche per l'Università, ai fini di un continuo e coerente adeguamento del sistema d'insegnamento ai mutamenti che caratterizzano il mondo del lavoro e della ricerca.

2. Il piano didattico, definito nella tabella che segue, indica tutte le attività formative previste per il conseguimento della laurea magistrale in Scienze della Terra, specificando se sono

caratterizzanti, affini o integrative; ne indica inoltre gli ambiti disciplinari previsti dall'ordinamento e il numero di esami.

curriculum - BACINI SEDIMENTARI E RISORSE ENERGETICHE

Attività formative caratterizzanti

Ambiti Disciplinari	insegnamenti	SSD	CFU	N° esami
Discipline geologiche e paleontologiche	Geologia	GEO/02, GEO/03	6	1
	Sedimentologia e laboratorio	GEO/02	9	1
	Stratigrafia e laboratorio	GEO/02	9	1
	Bacini Sedimentari e Geologia degli Idrocarburi e laboratorio (*)	GEO/02	9	1
	Micropaleontologia e Laboratorio (*)	GEO/01	9	
Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	Geologia Tecnica	GEO/05	6	1
Discipline mineralogiche, petrografiche e geochimiche	Geologia delle Risorse Minerali e Geomateriali	GEO/07, GEO/09	6	1
Discipline Geofisiche	Fisica dell'interno della Terra	GEO/10	6	1
Totale			51	7

(*) Un insegnamento a scelta tra i due

Attività formative affini e integrative

due insegnamenti a scelta tra i seguenti

insegnamenti	moduli	SSD	CFU	N° esami
Log geofisici		GEO/11	6	2
Marine Geology exploration and georesources		GEO/01	6	
Biostratigrafia		GEO/01	6	
Complementi di Paleontologia		GEO/01	6	
Esplorazione sismica e Laboratorio	Esplorazione sismica	GEO/11	6	
Stratigrafia Regionale		GEO/01, GEO/02		
Diagenesi e geochimica del sedimentario		GEO/02	6	
Totale			12	2
Altre attività formative			CFU	N° esami
A scelta dello studente			18	1
Per la prova finale			30	
Ulteriori attività formative	Ulteriori conoscenze linguistiche (Inglese)		3	
	Tirocini formativi e di orientamento		6	
Totale per il conseguimento del titolo			120	10 ¹⁰

D.R. 0277303 del 16/02/2012

D.R. 25 del 27 settembre 2016

D.R. 3674/17 repertorio registri del 9.10.2017

D.R. 3156 repertorio registri del 26.8.2020

D.R. 3374/22 del 14.7.2022

curriculum - GEOLOGIA APPLICATA AL TERRITORIO, ALL'AMBIENTE E ALLE RISORSE IDRICHE

Attività formative caratterizzanti

Ambiti Disciplinari	insegnamenti	SSD	CFU	N° esami
Discipline geologiche e paleontologiche	Geologia	GEO/02, GEO/03	6	1
Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	Geologia Tecnica	GEO/05	6	1
	Rilevamento geologico-tecnico e idrogeologico e laboratorio	GEO/05	9	1
	Esplorazione e gestione risorse idriche e laboratorio	GEO/05	9	1
	Geomorfologia applicata	GEO/04	6	1
Discipline mineralogiche, petrografiche e geochimiche	Geologia delle Risorse Minerali e Geomateriali	GEO/07, GEO/09	6	1
Discipline Geofisiche	Fisica dell'interno della Terra	GEO/10	6	1
Totale			48	7

Attività formative affini e integrative

un insegnamento a scelta tra i seguenti

insegnamenti	moduli / unità didattiche	SSD	CFU	N° esami
Idrostratigrafia e sedimentologia degli acquiferi e laboratorio	Idrostratigrafia e sedimentologia degli acquiferi	GEO/02	6	1
	Laboratorio di Idrostratigrafia e sedimentologia degli acquiferi		3	
Geotecnica e laboratorio		ICAR/07	9	
Totale			9	1

un insegnamento a scelta tra i seguenti

insegnamenti	SSD	CFU	N° esami	
Sistemi Informativi territoriali	GEO/05, ICAR/06	6	1	
Qualità risorse idriche e bonifiche	GEO/05	6		
Esplorazione geofisica a piccola profondità	GEO/11	6		
Meccanica delle rocce e stabilità dei versanti	GEO/05, ICAR/07	6		
Scienza delle costruzioni	ICAR/07	6		
Totale		6	1	
Altre attività formative			CFU	N° esami
A scelta dello studente			18	1
Per la prova finale			30	
Ulteriori attività formative	Ulteriori conoscenze linguistiche (Inglese)		3	
	Tirocini formativi e di orientamento		6	

Totale per il conseguimento del titolo	120	10
---	------------	-----------

curriculum - GEOFISICA E GEOLOGIA STRUTTURALE CON APPLICAZIONI

Attività formative caratterizzanti

Ambiti Disciplinari	insegnamenti	moduli/unità didattiche	SSD	CFU	N° esami
Discipline geologiche e paleontologiche	Geologia		GEO/03, GEO/02	6	1
	*Analisi strutturale II e laboratorio	Analisi strutturale II	GEO/03	6	0-2

		Laboratorio di Analisi strutturale II		3	
	*Geodinamica e Laboratorio	Geodinamica	GEO/03	6	
		Laboratorio di Geodinamica		3	
	*Geologia del Cristallino e Laboratorio	Geologia del Cristallino	GEO/03	6	
		Laboratorio di Geologia del Cristallino		3	
Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	Geologia Tecnica		GEO/05	6	1
Discipline mineralogiche, petrografiche e geochimiche	Geologia delle Risorse Minerali e Geomateriali		GEO/07, GEO/09	6	1
Discipline Geofisiche	Fisica dell'interno della Terra		GEO/10	6	1
	*Sismologia e laboratorio	Sismologia	GEO/10	6	0-2
		Laboratorio di Sismologia		3	
	*Esplorazione sismica e laboratorio	Esplorazione sismica	GEO/11	6	
		Laboratorio di Esplorazione sismica		3	
Dinamica dei fluidi geofisici e laboratorio	Dinamica dei fluidi geofisici	GEO/12	6		
	Laboratorio Dinamica dei fluidi geofisici		3		
Totale				42	6

Lo studente dovrà scegliere due insegnamenti caratterizzanti del curriculum tra quelli contrassegnati con (*)

Attività formative affini o integrative
un insegnamento DA 9 cfu a scelta tra i seguenti

insegnamenti	moduli / unità didattiche	SSD	CFU	N° esami
Analisi strutturale II e laboratorio	Analisi strutturale II	GEO/03	6	1
	Laboratorio di Analisi strutturale II		3	
Geodinamica e Laboratorio	Geodinamica	GEO/03	6	

	Laboratorio di Geodinamica		3	
Geologia del Cristallino e Laboratorio	Geologia del Cristallino	GEO/03	6	
	Laboratorio di Geologia del Cristallino		3	
Sismologia e laboratorio	Sismologia	GEO/10	6	
	Laboratorio di Sismologia		3	
Esplorazione sismica e Laboratorio	Esplorazione sismica	GEO/11	6	
	Laboratorio di Esplorazione sismica		3	
Totale			9	1

12 cfu scegliendo 2 insegnamenti tra quelli seguenti e tra i moduli da 6 cfu della tabella precedente, purché gli insegnamenti da 9 cfu che li comprendono non siano già stati scelti. E' altresì possibile scegliere 12 CFU tra gli insegnamenti affini ed integrativi presenti negli altri curricula.

insegnamenti		SSD	CFU	N° esami
Esplorazione geofisica a piccola profondità		GEO/11	6	
Geologia regionale		GEO/03	6	
Metodi matematici per la geofisica		GEO/10	6	
Modellistica numerica di processi geodinamici		GEO/10	6	
Totale			12	2
Altre attività formative			CFU	N° esami
A scelta dello studente			18	1
Per la prova finale			30	
Ulteriori attività formative	Ulteriori conoscenze linguistiche (Inglese II)		3	
	Tirocini formativi e di orientamento		6	
Totale per il conseguimento del titolo			120	10

curriculum - GEOLOGIA DELLE RISORSE MINERALI E GEOMATERIALI

ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

Ambiti Disciplinari	insegnamenti	SSD	CFU	N° esami
Discipline geologiche e paleontologiche	Geologia	GEO/02, GEO/03	6	1
Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	Geologia Tecnica	GEO/05	6	1
Discipline mineralogiche, petrografiche e geochimiche	Geologia delle Risorse Minerali e Geomateriali	GEO/07, GEO/09	6	1
	Cristallografia e laboratorio	GEO/06	9	1
	Analisi di rocce, minerali e fluidi e laboratorio	GEO/08	9	1
	Petrologia e laboratorio	GEO/07	9	1
Discipline Geofisiche	Fisica dell'interno della Terra	GEO/10	6	1
Totale			51	7

ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI E INTEGRATIVE

DUE INSEGNAMENTI A SCELTA TRA I SEGUENTI

insegnamenti	SSD	CFU	N° esami
Geotermia	GEO/09	6	2
Mineralogia Applicata	GEO/09	6	
Metallogenesi e Ore Minerals	GEO/09	6	
Giacimenti minerari e sostenibilità	GEO/09	6	
Gemmologia e sistematica mineralogica	GEO/09		
Petrografia Applicata	GEO/09		
Totale		12	2
ALTRE ATTIVITÀ FORMATIVE		CFU	N° esami
A scelta dello studente		18	1
Per la prova finale		30	
Ulteriori attività formative	Ulteriori conoscenze linguistiche (Inglese)	3	
	Tirocini formativi e di orientamento	6	
Totale per il conseguimento del titolo		120	10

Gli obiettivi dei singoli insegnamenti sono pubblicati sul sito del corso.

3. Gli insegnamenti del corso di laurea magistrale in Scienze della Terra possono essere attivati direttamente o mutuati dagli altri corsi di laurea dell'Ateneo, nonché, sulla base di specifici accordi, o di reciproci riconoscimenti, anche caso per caso, di altri Atenei.

Ciascun insegnamento/attività formativa, è strutturato in modo da assolvere lo svolgimento degli obiettivi formativi ad esso assegnati.

La struttura e l'articolazione di ciascun insegnamento e delle altre attività formative sono specificati annualmente nel Manifesto degli studi.

Attività formative caratterizzanti

Comprendono numerosi insegnamenti che caratterizzano il corso di laurea magistrale in Scienze della Terra e sono distribuiti soprattutto nel primo anno. Comprendono 42, 48 o 51 CFU in relazione ai diversi curricula.

Attività affini ed integrative

Queste attività caratterizzano i diversi curricula e comprendono 12, 15 o 21 CFU in relazione ai diversi curricula.

Attività formative a scelta dello studente

Sono previsti 18 CFU a scelta autonoma dello studente.

La "Commissione piani di studio" valuterà l'adeguatezza delle scelte effettuate dallo studente.

4. Propedeuticità

I quattro corsi caratterizzanti comuni a tutti i curricula sono propedeutici. Altre propedeuticità potranno essere indicate nel Manifesto degli Studi.

Caratteristiche prova finale

1. La prova finale prevede lo svolgimento di una tesi di laurea scritta sperimentale originale anche multidisciplinare e individuale. La tesi di laurea consiste in un lavoro originale che affronta, con approccio e metodo scientificamente corretti, un problema di Scienze della Terra. La tesi di laurea consta di 30 CFU.

La domanda per l'assegnazione della tesi deve essere presentata entro la fine del primo anno di corso, durante il quale lo svolgimento della tesi può già avere inizio.

L'argomento di tesi può non essere strettamente inerente ad un solo curriculum, ma coinvolgere tematiche proprie di differenti curricula. La tesi deve essere seguita in veste di relatore da docenti e ricercatori del corso di laurea magistrale in Scienze della Terra; la tesi può essere svolta, in tutto o in parte, anche presso istituti o enti esterni che svolgano attività di ricerca.

2. La tesi dovrà essere sottoposta al giudizio di un Controrelatore, designato dal Presidente del Collegio Didattico, sentito il parere del relatore, almeno un mese prima dell'esame di laurea. Il Controrelatore dovrà consegnare il suo giudizio scritto alla Commissione di laurea, che ne terrà conto durante la valutazione, a seguito della presentazione e discussione della tesi da parte del candidato. Il Controrelatore può far parte della Commissione di laurea. La tesi dovrà essere consegnata nei tempi indicati dall'Ateneo.

Art.6 - Organizzazione della Assicurazione della Qualità

In conformità al modello delineato dal Presidio di Qualità di Ateneo ai fini della messa in opera del Sistema di Gestione della Qualità, è stato nominato un Referente AQ incaricato di diffondere la cultura della qualità nel corso di studio, supportare il Presidente del Collegio nello svolgimento dei processi di AQ e, fungendo da collegamento tra il CdS e il PQA, favorire flussi informativi appropriati. Il Referente AQ partecipa attivamente alle attività di autovalutazione del CdS (monitoraggio e riesame) come componente del Gruppo di Riesame; il Gruppo di Riesame è presieduto dal Presidente del Collegio e vede la partecipazione di almeno un rappresentante degli studenti, oltre ad altre figure individuate all'interno del Collegio. Inoltre il Referente AQ supporta il PQA nella complessa attività di comunicazione e di sensibilizzazione circa le Politiche della Qualità d'Ateneo. Oltre che con il Collegio didattico e le strutture dipartimentali di riferimento, il Referente AQ si relaziona con la Commissione Paritetica docenti-studenti competente per il corso di studio.

I docenti del corso di studio sono inseriti in varie commissioni che hanno la finalità di organizzare le diverse attività previste negli insegnamenti e così sintetizzabili: piani di studio e pratiche curriculari, attività di terreno, piani didattici, tutorato, logistica e orari delle lezioni, studenti di altre università e stranieri, tirocini, ammissione laurea magistrale, sito web, valutazione didattica, propaganda e rapporti con altri corsi di laurea. E' stata costituita una Commissione Paritetica costituita da docenti e da rappresentanti degli studenti, che ha il compito di mantenere rapporti con gli studenti, di accertare la qualità della didattica tramite vari strumenti, tra cui l'analisi delle schede compilate per via informatica degli studenti per:

- le valutazioni degli insegnamenti;
- la proposta di miglioramento delle attività del corso di laurea.

La Commissione Paritetica mantiene inoltre rapporti informativi e di collaborazione con la Commissione Didattica del Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio", che è referente principale del corso di laurea.

I docenti del corso di studio hanno compilato una scheda con i contenuti minimi e i risultati attesi per ogni insegnamento, con altresì indicazione di eventuali problemi riscontrati; tali schede verranno analizzate e revisionate periodicamente.