

Università degli Studi di Milano-Bicocca

# Programmazione triennale 2021-2023

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra  
Department of Earth and Environmental Science  
(DISAT)

Direttore del Dipartimento  
Prof. Andrea Zanchi



Milano, 31-05-2021  
Approvata dal Consiglio di Dipartimento del 31-05-2021

<b>PRESENTAZIONE DEL DIPARTIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>Introduzione.....</b>	<b>3</b>
<b>Il Progetto di eccellenza del DISAT e le infrastrutture di ricerca .....</b>	<b>4</b>
<b>1. DIDATTICA INTEGRATA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Sintesi delle azioni realizzate nel triennio 2018-20 .....</b>	<b>5</b>
1.1.1 Triennio 2018-2020: sintesi delle azioni comuni a tutti i corsi di studio .....	5
1.1.2 Azioni specifiche per il Corso di laurea in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente (L-32) e il Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio (LM-75).....	6
1.1.3 Azioni specifiche per il Corso di laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche (L-34) e il Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche (LM-74) .....	8
1.1.4 Azioni specifiche per il Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Chimiche (LM-54) .....	9
1.1.5 Azioni specifiche per il Corso di laurea Magistrale Internazionale in Marine Sciences – Scienze Marine (LM-75) ..	9
<b>1.2 Azioni programmate per il triennio 2021-2023 .....</b>	<b>11</b>
1.2.1 Azioni comuni a tutti i CdS .....	11
1.2.2 Azioni specifiche per il Corso di laurea in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente (L-32) e il Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio (LM-75).....	13
1.2.3 Azioni specifiche per il Corso di laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche (L-34) e il Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche (LM-74) .....	14
1.2.4 Azioni specifiche per il Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Chimiche (LM-54) .....	16
1.2.5 Azioni specifiche per il Corso di laurea Magistrale Internazionale in Marine Sciences – Scienze Marine (LM-75).....	17
<b>1.3 Master di primo livello in “Gestione delle Risorse idriche nella Cooperazione Internazionale” .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4 Corso di Dottorato di Ricerca in Scienze Chimiche, Geologiche e Ambientali .....</b>	<b>19</b>
<b>2. RICERCA E VALORIZZAZIONE DELLA RICERCA.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 Risultati della ricerca nel triennio 2018-20 .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2 Aree di Ricerca del Dipartimento e sintesi delle linee di ricerca.....</b>	<b>26</b>
2.2.1 Cambiamenti Climatici in ambito terrestre e marino .....	26
2.2.2 Sostenibilità delle attività antropiche nei diversi ecosistemi .....	27
2.2.3 Monitoraggio ambientale e geologico e valutazione dei rischi in ambito terrestre e marino .....	29
2.2.4 Gestione delle risorse naturali terrestri e marine.....	30
2.2.5 Caratterizzazione e modellazione dei geomateriali in ambito geologico, geomorfologico e applicativo .....	32
2.2.6 Tettonica e processi erosivi e sedimentari .....	33
2.2.7 Geodinamica e petrogenesi dei processi subduttivi .....	34
<b>2.3 Progetto di Eccellenza .....</b>	<b>36</b>
<b>2.4 Progetti di ricerca .....</b>	<b>37</b>
2.4.1 Progetti su bandi competitivi (responsabile scientifico un componente del Dipartimento).....	37
<b>2.5 Convenzioni di ricerca con Enti esterni .....</b>	<b>37</b>
<b>2.6 Centri di ricerca del DISAT .....</b>	<b>38</b>
2.6.1 EUROCOLD Lab (EUROpean COLD laboratory facility) .....	38
2.6.2 GEMMA.....	39
2.6.3 PROVENANCE.....	40
<b>2.7 Centri e piattaforme di ricerca interdipartimentali.....</b>	<b>40</b>

2.7.1 Piattaforma di microscopia.....	40
2.7.2 Piattaforma di spettrometria.....	41
2.7.3 Centro POLARIS (Polveri In Ambiente e rischio sulla Salute).....	41
2.7.4 Centro CUDAM (Centro Universitario per le Datazioni di Milano-Bicocca).....	42
2.7.5 MaRHE Center (Marine Research and High Education Center).....	42
2.7.6 CEDRA (Centro di Documentazione Rumore Aeroportuale).....	42
<b>2.8 Laboratori di ricerca .....</b>	<b>42</b>
2.8.1 Azioni di supporto per la gestione delle apparecchiature scientifiche dipartimentali e interdipartimentali .....	42
<b>2.9 Aspetti critici da superare nell'ambito della ricerca .....</b>	<b>46</b>
<b>3. TERZA MISSIONE .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1 Spin off .....</b>	<b>48</b>
3.1.1 EG4 RISK.....	48
3.1.2 GROUTFREEZLAB.....	49
3.1.3 M <sup>3</sup> R srl - Monitoring and Management of Microbial Resources .....	50
<b>3.2 Conto terzi.....</b>	<b>52</b>
<b>4. RISORSE UMANE.....</b>	<b>56</b>
<b>4.1 Sviluppo del dipartimento dal 2018 al 2020.....</b>	<b>56</b>
<b>4.2 Criteri di reclutamento di personale del Dipartimento .....</b>	<b>57</b>
<b>4.3 Necessità del Dipartimento triennio 2021-2023 .....</b>	<b>58</b>

# Presentazione del Dipartimento

## Introduzione

Nato nel 2012 dalla fusione dei Dipartimenti di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze Geologiche e Geotecnologie, il DISAT, ovvero il Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra (fino al 1 ottobre 2015 Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra), raggruppa più di un centinaio di ricercatori fra docenti (12 PO, 41 PA, 23 Ricercatori tra cui 6RU, 10RTDB e 7RTDA) e tecnici (24) che operano nel campo della Geologia, Biologia, Chimica, Fisica, Agronomia e Ingegneria. Il comune e ambizioso obiettivo primario di questo ampio gruppo di ricercatori afferenti al DISAT consiste nello sviluppo di ricerche fortemente interdisciplinari per lo studio dell'atmosfera, idrosfera, litosfera, criosfera, biosfera negli ambienti terrestri e marini, con ricadute, in termini di qualità, nell'indagine scientifica, nella didattica e nelle attività di terza missione senza però dimenticare lo sviluppo delle discipline di base.

In particolare, fin dalla sua prima fondazione, avvenuta più di 25 anni fa, il DISAT è in prima linea nello studio del cambiamento climatico, della vulnerabilità del sistema antropico e naturale e dei rischi collegati, con riguardo anche allo sviluppo di opzioni di adattamento e alla proposta di politiche di mitigazione.

La programmazione triennale 2021-2023, rifacendosi a questo stesso scenario, ne mantiene alcuni caratteri rivolti allo sviluppo dell'interdisciplinarietà e alla distribuzione delle risorse nei vari ambiti della ricerca, rifacendosi direttamente al piano strategico e al piano della performance d'Ateneo 2020-2022 per quanto riguarda tutti gli obiettivi della ricerca, della didattica e della terza missione. Tiene inoltre conto dei risultati conseguiti attraverso il Progetto di Eccellenza e la necessità di sviluppare e approfondire nuove tematiche, avendo ben presenti anche i cambiamenti socio-economici conseguenti alla pandemia legata al Covid-19 e le relative politiche nazionali ed europee a tal riguardo, con una forte enfasi allo sviluppo delle tematiche inerenti la sostenibilità in collaborazione con gli altri dipartimento dell'Ateneo.

Dal confronto con le 44 azioni proposte nella programmazione 2018-2020 e i risultati raggiunti, ne consegue che la maggior parte delle azioni preventivate è stata raggiunta, spesso con risultati al di là delle aspettative. Alcune azioni, che non hanno ancora ottenuto i risultati sperati, verranno riproposte tenendo conto delle variabili sviluppatesi durante il periodo trascorso ed avendo ben presenti le operazioni di monitoraggio *in itinere* di tutte le azioni realizzate dal Dipartimento, con l'intento di risolvere i punti di debolezza riscontrati.

Trovandoci oggi alla chiusura della VQR 2015-2019, possiamo affermare con orgoglio che il DISAT, grazie al conseguimento della maggior parte delle azioni preventivate, è in grado di partecipare alla valutazione senza richiedere esenzioni di alcun tipo e con pubblicazioni posizionate tra le eccellenti ed estremamente rilevanti e subordinatamente eccellenti (tipologie A e B). Le successive valutazioni del Dipartimento da parte di organismi esterni, a partire da ANVUR, hanno certificato il raggiungimento degli obiettivi prefissati: dall'accreditamento dei cicli di Dottorato all'aumento delle borse di studio a disposizione dello stesso, insieme alla valutazione dei CDS che afferiscono al Dipartimento. I risultati ottenuti in termini di upgrade e di progressione di carriera sono stati superiori alle previsioni, grazie alle risorse messe a disposizione dall'Ateneo e al buon esito dei concorsi. Va inoltre ricordato, a testimonianza dell'attrattività del DISAT, che due posizioni da RTDB vedono il rientro di ricercatori italiani all'estero, uno dei quali vincitore di un progetto Levi-Montalcini. Le politiche di arruolamento, grazie anche alle risorse messe a disposizione dal piano straordinario di reclutamento per RTDB, hanno permesso di anticipare il completamento e la chiusura della

programmazione 2018-2020 e di mettere a punto un adeguato piano per il necessario rinnovo generazionale dei ricercatori, azione che si protrarrà per l'intero 2021 a cavallo quindi con la precedente programmazione e in piena linea con gli intenti del piano straordinario nazionale.

Sette sono oggi i principali filoni di ricerca, tra loro fortemente interconnessi e interdisciplinari, che vedono impegnati geologi, biologi, chimici, fisici e ingegneri, afferenti al Dipartimento, che vengono di seguito riportati:

1. **Cambiamenti Climatici in ambito terrestre e marino**
2. **Sostenibilità delle attività antropiche nei diversi ecosistemi**
3. **Monitoraggio ambientale e geologico e valutazione dei rischi in ambito terrestre e marino**
4. **Gestione delle risorse naturali terrestri e marine**
5. **Caratterizzazione dei geomateriali e modellizzazione dei processi geologici**
6. **Geodinamica e petrogenesi dei processi subduttivi**
7. **Tettonica e processi erosivi e sedimentari**

## **Il Progetto di eccellenza del DISAT e le infrastrutture di ricerca**

Particolare enfasi risulta connessa allo sviluppo del dipartimento grazie alle risorse ottenute dall'inizio del 2018 attraverso un **Progetto di Eccellenza** incentrato sui **cambiamenti climatici**. Il progetto, giunto a coronamento dell'impegno assunto dal DISAT nei precedenti anni, è basato sull'integrazione di ricerche sperimentali e modellistico/teoriche con un triplice obiettivo: 1) ricostruire i meccanismi che hanno influito sui cambiamenti climatici nel passato, 2) monitorare la situazione attuale e quindi capire il presente, 3) ipotizzare scenari futuri per valutare l'impatto dei cambiamenti climatici sull'ambiente e sulla società per suggerire azioni efficaci di mitigazione e adattamento. Al fine di affinare le conoscenze sull'evoluzione del clima della Terra dal passato geologico all'Olocene, il progetto punta a predisporre una serie di nuovi laboratori che permettano la raccolta di immagini e dati per monitorare le condizioni attuali sulla superficie del pianeta e valutarne l'evoluzione in tempo reale; le conoscenze acquisite permetteranno quindi di individuare possibili scenari di evoluzione futura dei fenomeni geologici condizionati dal *climate change*.

Il Progetto di Eccellenza, oltre a permettere l'arruolamento di tre nuovi docenti e di due tecnici di laboratorio altamente specializzati, ha consentito la nascita di due infrastrutture di ricerca d'avanguardia, **PROVENANCE** e **GEMMA**.

Oltre alle nuove infrastrutture acquisite attraverso il progetto d'eccellenza, il **DISAT** ha implementato attraverso differenti fonti di finanziamento altri laboratori, piattaforme e centri che sostengono queste attività di ricerca e che svolgono un ruolo chiave nello sviluppo degli obiettivi scientifici: **EuroCold**, per la conservazione e lo studio di campioni di ghiaccio provenienti dai più importanti siti dei programmi internazionali di ricerca sul clima, dall'Antartide alla Groenlandia e alle Alpi; **POLARIS**, per lo studio e monitoraggio degli inquinanti e del loro impatto sulla salute e sull'ambiente; **CUDAM**, per datazioni con OSL, TL e  $^{14}\text{C}$ ; **MarHE** (basato nelle Isole Maldive), per lo studio dell'ambiente marino e della biodiversità. Altre infrastrutture modernamente attrezzate sono i laboratori di: **Telerilevamento**, **Geotecnica**, **Idrogeologia**, **Chimica dell'Atmosfera**, **Acustica**, **Datazioni radiometriche  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$** , **Analisi chimiche organiche e inorganiche**, **Chemiometria**, **spettrometria Raman** e le nuovissime **piattaforme interdipartimentali di Microscopia e Spettrometria di massa**, oggi dotate di apparecchiature analitiche all'avanguardia.

# 1. Didattica integrata

**Stato attuale:** Al Dipartimento sono al momento assegnati sei Corsi di Studio, due di laurea triennale e quattro di laurea magistrale:

- Corso di Studio in *Scienze e Tecnologie per l'Ambiente* (L-32)
- Corso di Studio Magistrale in *Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio* (LM-75)
- Corso di Studio in *Scienze e Tecnologie Geologiche* (L-34)
- Corso di Studio Magistrale in *Scienze e Tecnologie Geologiche* (LM-74)
- Corso di Studio Magistrale in *Scienze e Tecnologie Chimiche* (LM-54)
- Corso di Studio Magistrale in *Marine Sciences* (LM-75).

Al Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Terra sono assegnati anche: il Dottorato di Ricerca in Scienze Chimiche, Geologiche e Ambientali; il Master di primo livello in Gestione delle Risorse Idriche nella Cooperazione Internazionale.

Annualmente gravitano sul Dipartimento circa 1000 studenti, iscritti ai vari corsi di studio.

Date le ottime relazioni con i Dipartimenti della Scuola di Scienze e col proposito di ottimizzare le risorse esistenti, alcuni docenti del Dipartimento svolgono attività didattica presso CdS che afferiscono ad altri Dipartimenti.

Nei paragrafi seguenti vengono riportati gli obiettivi raggiunti nel triennio appena concluso (1.1) e successivamente vengono descritte le azioni specifiche per il prossimo triennio e le modalità per raggiungerle per i diversi CdS (1.2), per il Master (1.3) e per il Dottorato (1.4).

## 1.1 Sintesi delle azioni realizzate nel triennio 2018-20

### 1.1.1 Triennio 2018-2020: sintesi delle azioni comuni a tutti i corsi di studio

I CdS afferenti al Dipartimento hanno realizzato le azioni indicate nel precedente Piano triennale (triennio 2018-2020). Il dettaglio delle azioni intraprese specificatamente dai singoli CdS è riportato nei relativi Rapporti del Riesame Ciclico e nelle Schede di Monitoraggio Annuale, nonché nel seguito di questo documento.

Le azioni realizzate hanno riguardato i seguenti aspetti:

-) **aumento dell'attrattività in ingresso ai CdS:** sono state sviluppate numerose iniziative di orientamento, realizzate utilizzando anche le risorse messe a disposizione dal Piano Lauree Scientifiche che dal 2018 comprende le classi di Laurea di tutti i corsi di studio triennali afferenti al Dipartimento; sono state avviate attività di comunicazione e promozione dei CdS, utilizzando anche social networks.

-) **revisione e aggiornamento dell'offerta formativa** volta a rendere i percorsi formativi coerenti con le aspettative del mondo del lavoro. A tal fine sono stati realizzati incontri con gli *stakeholder* dei differenti settori e, coerentemente con le indicazioni raccolte, l'offerta formativa è stata modificata e/o ampliata, introducendo anche percorsi formativi o curricula specifici, compatibilmente con la sostenibilità delle proposte sotto il profilo dei requisiti di docenza e delle risorse strutturali disponibili;

-) **interventi volti alla riduzione degli abbandoni e al miglioramento delle carriere degli studenti**, attraverso: il costante monitoraggio delle carriere degli studenti, anche in relazione alla presenza di CdS che prevedono il numero programmato locale in ingresso (triennale in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente); i test di valutazione della preparazione iniziale, per dare consapevolezza agli studenti della loro preparazione in riferimento a quanto richiesto e atteso dai CdS ad accesso libero; l'analisi dei risultati dei questionari di valutazione della didattica, somministrati a livello di Ateneo o in

aggiunta sviluppati ed erogati dai singoli CdS, e dei verbali delle CPDS relativamente alle criticità rilevate; un'attenta redistribuzione del carico didattico all'interno dei percorsi formativi, anche con l'inserimento di attività di laboratorio o di campo; una revisione delle modalità didattiche, in particolare per gli insegnamenti del primo anno dei Corsi di Studio Triennali; azioni di potenziamento e coordinamento delle attività di tutorato disciplinare e di accompagnamento e di formazione dei tutor;

-) **potenziamento del processo di internazionalizzazione. In uscita:** mediante sottoscrizione di convenzioni e accordi bilaterali con università straniere ai fini dello scambio di studenti e docenti (anche in riferimento a curricula specificatamente realizzati in alcuni CdS) e per lo svolgimento di tirocini esterni, laddove previsti, presso le università convenzionate; promuovendo incontri con gli studenti specificatamente dedicati alla presentazione delle opportunità offerte dai programmi di scambio internazionale, per fornire informazioni e presentare le esperienze di studenti che avevano già svolto queste esperienze. **In ingresso:** ampliando, in particolare nei CdS delle Magistrali non internazionali, l'offerta di insegnamenti tenuti in lingua inglese; sottoscrivendo convenzioni e accordi bilaterali con università straniere ai fini dello scambio di studenti per specifici curricula appositamente co-progettati; rendendo disponibili sulla piattaforma *Moodle* le informazioni sui CdS in lingua inglese; sviluppando progetti di tutorato di accoglienza specificatamente dedicati agli studenti *incoming*; realizzando il reclutamento anche di docenti attivi all'estero.

-) **iniziative volte ad agevolare l'inserimento dei laureati nel mondo del lavoro**, svolte anche in accordo con quanto promosso dall'Ufficio *Job Placement* di Ateneo, sia attraverso il potenziamento delle attività di tirocinio curricolari presso enti o aziende, sia mediante incontri con i rappresentanti nazionali e internazionali dell'industria e di enti pubblici per presentare agli studenti una panoramica dei possibili sbocchi occupazionali.

Infine tutti i CdS del DISAT a partire dall'inizio della crisi sanitaria COVID-19 (marzo 2020) sono riusciti, con il pieno supporto dei sistemi messi a disposizione dall'Ateneo, a portare a pieno compimento l'erogazione della didattica a distanza. I CdS hanno costantemente monitorato il livello di soddisfazione degli studenti e hanno agevolato, sia con l'acquisto di attrezzature dedicate sia attraverso l'opera di coordinamento con i Sistemi Informativi di Ateneo, l'attività didattica dei docenti.

### ***1.1.2 Azioni specifiche per il Corso di laurea in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente (L-32) e il Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio (LM-75)***

L'analisi dei risultati ottenuti nella precedente programmazione triennale (2018-2020) evidenzia che molti degli obiettivi sono stati raggiunti, altri richiedono il proseguimento o il miglioramento delle azioni. In particolare:

#### **Numerosità degli accessi, attrazione e selezione degli studenti in ingresso**

Gli accessi al primo anno del CdL triennale (a numero programmato locale dal A.A. 2013-14) si sono ridotti nell'ultimo triennio del 15%. Questa numerosità ha garantito una elevata qualità della didattica; la diminuzione degli abbandoni (sempre inferiori al 15% nel triennio) ha confermato l'aumento della motivazione degli studenti selezionati. Tuttavia, nonostante i notevoli sforzi nelle attività di orientamento per attrarre studenti in ingresso, la numerosità è risultata molto inferiore rispetto ai posti programmati. Questo aspetto richiederà verifiche e nuove azioni. Gli accessi al CdL

magistrale sono stati invece sempre nettamente superiori alla numerosità della classe e in netto aumento (del 26%) nell'ultimo anno, indicando una crescente attrattività del CdL.

#### Incremento dei laureati in corso e riduzione della dispersione accademica

Per la laurea triennale, oltre alla notevole diminuzione degli abbandoni tra 1° e 2° anno, si è osservato anche un aumento della percentuale di laureati in corso. Le azioni di ottimizzazione dei contenuti e della distribuzione degli insegnamenti e l'incremento delle attività di tutorato disciplinare sono risultati quindi efficaci. Nel CdL magistrale, la quasi totalità degli studenti ha proseguito nello stesso CdL al 2° anno, e la percentuale di laureati entro la durata normale del corso è stata in costante aumento (63.5% per la coorte 2017/18).

#### Incremento della qualità degli insegnamenti

L'efficacia della didattica è stata monitorata con cadenza annuale con questionari sviluppati specificamente per ogni anno di entrambi i CdL, ed è risultata soddisfacente. Sono stati ottenuti anche buoni punteggi nelle valutazioni della didattica per il CdL triennale, e punteggi molto buoni, e sempre superiori alla media dei CdL magistrali di Ateneo, per la magistrale. Le valutazioni non hanno subito flessioni negli A.A. 2019/20 e 2020/21, nonostante la necessità di erogare didattica a distanza, a causa della pandemia. Le azioni di verifica e coordinamento dei programmi degli insegnamenti hanno portato, anche su suggerimento degli studenti, ad aumentare le ore di didattica di laboratorio e campo e ad introdurre 4 nuovi insegnamenti a scelta al 3° anno del CdL triennale, a carattere laboratoriale e interdisciplinare, che saranno attivati nel 2022/23.

#### Sbocchi occupazionali

I dati relativi all'indagine AlmaLaurea 2019 sono soddisfacenti: dei laureati triennali, il 26% lavora e il 74% prosegue in un corso magistrale; dei laureati magistrali, il 70% lavora ad 1 anno e il 91% a 3 anni dalla laurea. Gli incontri organizzati per offrire agli studenti una panoramica dei possibili sbocchi occupazionali e le azioni di miglioramento dell'organizzazione degli stage curriculari del CdL triennale hanno dato esiti positivi e andranno continuate e migliorate.

#### Internazionalizzazione

Le azioni di informazione e sensibilizzazione degli studenti sulle iniziative di mobilità internazionale sono state incrementate. È stata inserita la possibilità di svolgere lo stage curriculare del 3° anno del CdL triennale e la prova finale in Erasmus. Le azioni implementate hanno portato ad un aumento del numero di studenti in mobilità in uscita, soprattutto nel CdL magistrale. Andranno comunque continuate e migliorate.

#### Orientamento agli studenti

Le iniziative di orientamento in ingresso (sia a livello di Ateneo e di Scuola di Scienze che specifiche per i nostri CdL), in itinere (tutorato per le matricole), e in uscita (incontri di presentazione degli sbocchi lavorativi), sono state molto incrementate nel triennio e hanno contribuito ad attrarre studenti motivati, a diminuire gli abbandoni, e ad orientare gli studenti nell'ingresso nel mondo del lavoro (come descritto nei punti precedenti). L'efficacia delle iniziative è stata verificata attraverso questionari sviluppati specificamente.

### ***1.1.3 Azioni specifiche per il Corso di laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche (L-34) e il Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche (LM-74)***

La programmazione del triennio 2017-2020 prevedeva 5 azioni specifiche per i corsi di laurea delle classi L-34 e LM-74 afferenti al CCD di Scienze della Terra.

#### *Contenimento nella numerosità in ingresso e riduzione della dispersione accademica (drop out)*

L'obiettivo di diminuire il numero di studenti in ingresso fino a raggiungere la numerosità di riferimento per la classe di laurea L-34 (100 studenti, secondo il DM 6/2016) era pensato principalmente per ottimizzare la didattica, selezionare gli studenti e conseguentemente ridurre gli abbandoni. La riduzione è stata effettuata rendendo obbligatorio il test di valutazione della preparazione iniziale e disincentivando in questo modo gli studenti meno motivati. Questo ha permesso di ridurre gli immatricolati da 150 (2017) a 93 (2020). A livello di abbandoni, si osserva un significativo calo degli ultimi anni: 46.1% (coorte 2016), 44,7% (2017), 31.4 (2018), 35,8% (2019). Fatte queste considerazioni, si può affermare che l'obiettivo sia stato raggiunto.

#### *Sbocchi occupazionali*

L'obiettivo di rimodulare l'offerta per rispondere all'evoluzione del mondo del lavoro prevedeva il coinvolgimento delle parti sociali e la creazione di una commissione didattica. Entrambe le azioni sono state realizzate, ed hanno permesso di individuare alcuni settori in cui introdurre nuove attività didattiche: 1) il settore della gestione del rischio, per cui è stato creato un nuovo curriculum (vedi sotto); 2) il settore della geologia ambientale, per il quale è stato organizzato un tirocinio professionalizzante di 50 ore nella LM-74; 3) la mineralogia industriale, per cui sono stati creati due insegnamenti nuovi: minerali alla nanoscala e Mineralogia Industriale ed Ambientale. Si può affermare che l'obiettivo sia stato raggiunto.

#### *Internazionalizzazione*

L'obiettivo della programmazione 2017-2020 era quello di incrementare la mobilità di studenti in entrata. Per realizzare l'obiettivo era prevista l'istituzione di insegnamenti in sola lingua inglese. L'azione è stata effettuata, con l'organizzazione di un pacchetto di ben 17 insegnamenti della LM-74 in lingua inglese, ma non si sono ancora osservati risultati positivi in termini di mobilità in ingresso. D'altra parte, l'azione è stata svolta a partire dall' AA 2019/20, e l'emergenza COVID-19 ha praticamente bloccato la mobilità dell'ultimo anno. Si può quindi affermare che l'obiettivo non sia stato ancora raggiunto, ma che ci siano le premesse per avere risultati positivi nei prossimi anni.

#### *Doppia Laurea LM-74 sul tema del rischio geologico-ambientale e del cambiamento climatico*

L'obiettivo era quello di creare una doppia laurea internazionale nel contesto del Progetto di Eccellenza di Dipartimento. Per diversi motivi amministrativi non è stato possibile realizzare una doppia laurea, ma è stato comunque creato un nuovo curriculum in *Georisk and climate change* con un accordo formale con l'Università di Vienna per la mobilità tra Atenei. Nel primo anno di attivazione (AA 2020/21) il nuovo curriculum a visto 9 immatricolati. Si può quindi affermare che, nonostante non sia stata realizzata una doppia laurea, l'obiettivo sia stato sostanzialmente raggiunto.

#### *Orientamento agli studenti*

Tutte le attività di orientamento previste sono state realizzate. Si può quindi affermare che l'obiettivo sia stato sostanzialmente raggiunto, nonostante la difficoltà oggettiva di monitorare le ricadute.

#### **1.1.4 Azioni specifiche per il Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Chimiche (LM-54)**

Il CdS è stato oggetto di valutazione da parte della Commissione di Esperti Valutatori nella loro visita per l'accreditamento periodico delle Sedi e dei Corsi di Studio, visita che è avvenuta nella primavera 2019. Nella sua relazione finale la CEV ha indicato che *"Il CdS ha approfondito con attenzione le potenzialità di sviluppo, in particolare per quanto riguarda gli sbocchi occupazionali, effettuando specifiche consultazioni con varie organizzazioni rappresentative dei settori di riferimento dei profili professionali previsti per i laureati. Diverse indicazioni emerse dalle consultazioni sono quindi state considerate nella progettazione del CdS."* Sempre nella relazione viene indicato che *"Il CdS ha avviato un processo puntuale di verifica della coerenza tra i risultati di apprendimento e le funzioni e le competenze individuate per i profili professionali formati, come anche evidenziato in sede di audit."*

La CEV, sulla base delle valutazioni assegnate ai diversi punti di attenzione del loro rapporto, ha accreditato il Corso di Laurea Magistrale, attribuendo un punteggio complessivo (calcolato come media aritmetica) pari a **7.07**: fra i nove CdS del nostro Ateneo presi in esame, il Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Chimiche è quello al quale è stato assegnato **il punteggio più alto**. Per il triennio 2018-2020 la programmazione del CdS aveva previsto 2 azioni, i cui obiettivi specifici sono stati raggiunti, anche se entrambe le azioni richiedono di essere mantenute o potenziate.

##### Ampliamento dell'offerta formativa CdS Scienze e Tecnologie Chimiche

L'offerta formativa della Laurea Magistrale è stata progressivamente aumentata, portando nell'a.a. 2020-2021 alla definizione di percorsi formativi che permettessero agli studenti di orientare la loro formazione verso tematiche di loro interesse e che tali tematiche fossero rispondenti alle rinnovate richieste provenienti dal mercato del lavoro in ambito chimico. Sono stati così definiti cinque percorsi: Chimica Biomolecolare; Chimica Sostenibile; Chimica dei Materiali; Chimica delle Formulazioni; Metodologie Chimiche. La valutazione positiva della proposta didattica della LM è confermata dal numero di iscritti al primo anno della LM, che sono andati progressivamente aumentando: 53 nel 2018, 54 nel 2019, 61 nel 2020. Inoltre, è aumentata l'attrattività da fuori regione, passando dal 15,1% (nel 2018) al 24,6% (nel 2020), così come l'attrattività da altri Atenei (13,2% nel 2018; 19,7% nel 2020).

##### Organizzazione strutturata della mobilità internazionale degli studenti

A seguito della stipula di convenzioni e accordi bilaterali con diversi Atenei stranieri, è stato incrementato significativamente il numero di CFU conseguiti all'estero dai nostri studenti, in particolare utilizzando i programmi *Erasmus+ Traineeship*. La percentuale di laureati che ha acquisito almeno 12 CFU all'estero ha visto una crescita marcata, passando da 8,3 % nel 2016 a 15,8 % nel 2017 (dati ANVUR estrazione 28/9/2019).

#### **1.1.5 Azioni specifiche per il Corso di laurea Magistrale Internazionale in Marine Sciences – Scienze Marine (LM-75)**

Per il triennio 2018-2020 la programmazione del CdS aveva previsto 7 azioni, di cui 3 finalizzate all'internazionalizzazione, con obiettivi volti allo sviluppo del corso. Gli obiettivi specifici previsti nell'ambito delle singole azioni sono stati raggiunti, anche se alcune di queste richiedono di essere mantenute o potenziate. In particolare:

##### Sostenibilità: Erogazione didattica a distanza.

Le iniziative di digitalizzazione e informatizzazione delle aule didattiche, che nel 2018 non erano ancora completate, sono state portate a compimento successivamente. Nel 2020 l'erogazione della

didattica a distanza ha subito una forte accelerazione sotto la spinta della crisi pandemica, pertanto l'azione è pienamente compiuta.

*Eccellenza: Azioni volte ad incrementare la qualità degli insegnamenti.*

È stata istituita una commissione didattica che ha intrapreso un percorso di confronto tra docenti di tematiche con risvolti interdisciplinari complementari, in modo da razionalizzare i contenuti degli insegnamenti e la tempistica dell'erogazione nel corso del biennio. Gli insegnamenti del secondo anno sono stati concentrati nel primo semestre per agevolare la mobilità per tesi e stage. Grazie ai commenti riportati dalla CPDS, alcune criticità sono state affrontate e risolte, anche con la sostituzione di docenti a contratto. Per quanto riguarda la lingua italiana, il livello richiesto agli studenti internazionali è stato portato a B1, in quanto il B2 è stato valutato un obiettivo troppo ambizioso per chi non possiede alcuna base linguistica pregressa. La valutazione annuale della didattica del CdS da parte degli studenti è molto positiva.

*Sbocchi occupazionali e integrazione territoriale: Iniziative per stage e tirocini.*

È stata istituita una commissione stage che ha raccolto e veicolato presso gli studenti le disponibilità di stage e tirocini presso enti pubblici e aziende private italiani e stranieri. Il numero di stage disponibili per gli studenti di *Marine Sciences* è aumentato.

*Internazionalizzazione: potenziamento alla mobilità degli studenti.*

La disponibilità di stage all'estero è stata incrementata ed è in corso un'azione coordinata con le strutture di Ateneo per migliorare l'utilizzo da parte degli studenti degli strumenti a supporto della mobilità (*ERASMUS, EXCHANGE extra UE*). L'azione dovrà essere portata avanti.

*Internazionalizzazione: Attrazione studenti stranieri.*

È stata riorganizzata la reperibilità delle informazioni relative al CdS in *Marine Sciences* attraverso la piattaforma *Moodle*, ed è stata data visibilità al CdS attraverso pagine *web*, *social networks*, iniziative di divulgazione scientifica, presenza agli eventi e manifestazioni nazionali ed internazionali dedicati all'orientamento per le lauree magistrali, in stretta collaborazione con l'Ufficio Internazionalizzazione e altre strutture competenti dell'Ateneo. Attraverso il tavolo di lavoro di Ateneo delle lauree internazionali si sono affrontate le criticità relative all'accoglienza degli studenti internazionali, tra cui la necessità di reperire in lingua inglese tutte le informazioni necessarie agli studenti, inclusi i corsi sulla sicurezza per gli accessi ai laboratori e i bandi per la mobilità *outgoing*. È stato organizzato un tutorato studentesco di accompagnamento e orientamento in itinere per le matricole, soprattutto internazionali, fornito da due studenti del secondo anno. Il numero totale di studenti iscritti è aumentato, e la percentuale di studenti internazionali è stata incrementata.

*Internazionalizzazione: reclutamento di docenti attivi all'estero.*

Le iniziative intraprese sono state positivamente valutate dagli studenti e meritano di essere replicate e potenziate in futuro.

*Orientamento degli studenti: iniziative per orientamento in uscita.*

L'obiettivo di creare contatti tra studenti e mercato del lavoro internazionale è stato perseguito attraverso l'organizzazione di una serie di incontri con i rappresentanti nazionali e internazionali dell'industria e di enti pubblici, volti a mantenere pieno contatto con le esigenze del mercato del lavoro e con le opportunità occupazionali dei laureati in *Marine Sciences*. L'azione dovrà essere replicata periodicamente.

## 1.2 Azioni programmate per il triennio 2021-2023

### 1.2.1 Azioni comuni a tutti i CdS

Per il triennio 2021-2023, le azioni che si intendono sviluppare in accordo con il Piano Strategico di Ateneo, e che sono riportate in dettaglio nel seguito di questo documento, riguarderanno principalmente i seguenti aspetti:

#### **Azione 1.1: ATTRATTIVITÀ IN INGRESSO**

**Obiettivo specifico:** Sostenere l'attrattività in ingresso, favorendo l'equilibrio di genere.

**Descrizione:** saranno realizzate attività di comunicazione e promozione dei CdS, coordinate a livello di Dipartimento, anche per pubblicizzare all'estero le iniziative promosse nell'ambito del rafforzamento del processo di internazionalizzazione (vedi oltre); saranno affiancate alle tradizionali forme di orientamento già realizzate in passato (laboratori partecipati; conferenze e incontri sulle tematiche innovative della ricerca) attività di orientamento a distanza, sulla base dell'esperienza maturata nel corso della pandemia; verranno realizzate iniziative di orientamento volte a contrastare gli stereotipi di genere coinvolgendo anche rappresentanti degli *stakeholders* dei diversi settori coinvolti; il CdS a numero programmato locale (triennale in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente) valuterà l'opportunità di mantenerlo o meno, anche in funzione della sostenibilità dal punto di vista delle strutture (aule, laboratori, etc.).

**Cronologia:** Dall'A.A. 2021-22.

**Monitoraggio e verifica:** Monitoraggio delle immatricolazioni, anche in relazione alla parità di genere.

#### **Azione 1.2: RAPPORTI CON LE PARTI SOCIALI**

**Obiettivo specifico:** Potenziamento della rete di rapporti con le parti sociali.

**Descrizione:** Al fine verificare la coerenza dei percorsi formativi con le aspettative del mondo del lavoro: saranno mantenuti e resi più frequenti gli incontri con le parti sociali; in alcuni CdS saranno istituiti comitati di indirizzo che includano, oltre a docenti e studenti dei CdS, rappresentanti del mondo delle imprese e degli enti esterni, al fine di rendere strutturato e non sporadico il rapporto con le parti sociali; saranno promosse attività didattiche (moduli di insegnamenti, seminari) svolte da docenti a contratto o esperti provenienti dal mondo delle aziende, anche nell'ambito della convenzione con Assolombarda e con altri Enti; saranno introdotti nuovi insegnamenti, o sviluppati curricula o percorsi formativi, coerenti con le indicazioni emerse dai rapporti con le parti sociali, compatibilmente con la sostenibilità delle proposte sotto il profilo dei requisiti di docenza e delle risorse strutturali disponibili.

**Cronologia:** Dall'A.A. 2021-22.

**Monitoraggio e verifica:** verbali incontri con le parti sociali; proposte di modifica dell'offerta formativa.

#### **Azione 1.3: DIDATTICA**

**Obiettivo specifico:** Interventi volti alla riduzione degli abbandoni e al miglioramento delle carriere degli studenti.

**Descrizione:** Sono previsti: interventi di revisione dell'offerta formativa sulla base delle criticità evidenziate dal monitoraggio delle carriere degli studenti, dalle valutazioni della didattica degli studenti e dalle segnalazioni della CPDS; azioni di potenziamento e coordinamento delle attività di tutorato disciplinare e di accompagnamento e di formazione dei tutor; partecipazione dei docenti, in particolare quelli neo-assunti, alle iniziative di formazione alla didattica promosse dall'Ateneo;

organizzazione di incontri dedicati per fornire agli studenti adeguato supporto alla compilazione dei piani degli studi; affiancamento alla didattica ordinaria di strumenti utilizzati per la didattica a distanza sperimentati nel periodo dell'emergenza sanitaria, anche per andare incontro alle esigenze di studenti atipici (studenti-lavoratori; studenti con disturbi specifici dell'apprendimento o con disabilità).

**Cronologia:** Dall'A.A. 2021-22.

**Monitoraggio e verifica:** Monitoraggio delle carriere degli studenti; verbali delle CPDS.

#### **Azione 1.4: INSERIMENTO DEI LAUREATI NEL MONDO DEL LAVORO**

**Obiettivo specifico:** Agevolare l'inserimento dei laureati nel mondo del lavoro.

**Descrizione:** Sono previste azioni, realizzate anche in coordinamento con l'Ufficio *Job Placement* di Ateneo e il coinvolgimento dell'associazione ALUMNI, volte a: potenziare le attività di tirocinio curricolari presso enti o aziende (utili anche a sviluppare le competenze trasversali richieste ai nostri studenti dal mondo del lavoro); realizzare incontri con i rappresentanti nazionali e internazionali dell'industria e di enti pubblici per presentare agli studenti una panoramica dei possibili sbocchi occupazionali, anche nell'ottica delle politiche di equilibrio di genere.

**Cronologia:** Dall'A.A. 2021-22.

**Monitoraggio e verifica:** Monitoraggio dei dati di AlmaLaurea sugli esiti occupazionali e delle opinioni delle aziende ospitanti e degli studenti rispetto alle esperienze di tirocinio/stage.

#### **Azione 1.5: INTERNAZIONALIZZAZIONE**

**Obiettivo specifico:** Potenziamento internazionalizzazione in ingresso e in uscita.

**Descrizione:** potenziamento dell'*Erasmus Traineeship* in ingresso, anche attraverso un'incentivazione economica da parte del Progetto di Eccellenza e del Dipartimento; ampliamento dell'offerta di insegnamenti in lingua inglese nei CdS magistrali, prevedendone la certificazione sull'OpenBadge degli studenti; attivazione di una doppia laurea internazionale con l'Università di Tromsø (Norvegia) per il curriculum Geologia Marina della LM-74 e internazionalizzazione del curriculum Georisk and Climate Change della LM-74. Potenziamento, anche attraverso tutor dedicati, dell'attività di informazione e sensibilizzazione degli studenti sulle opportunità offerte dai programmi di scambio internazionale; stipula di convenzioni e accordi bilaterali con Atenei stranieri, per incrementare lo scambio di studenti e docenti e per lo svolgimento di tirocini esterni.

**Cronologia:** Dall'A.A. 2021-22.

**Monitoraggio e verifica:** Monitoraggio studenti in mobilità internazionale, in ingresso e in uscita.

#### **Azione 1.6: SVILUPPO DI NUOVE INIZIATIVE DIDATTICHE**

**Obiettivo specifico:** Realizzazione di un nuovo CdL Magistrale sulle tematiche della sostenibilità (nella Classe LM-75, Scienze e tecnologie per l'ambiente e il territorio).

**Descrizione:** Sulla base di un'attenta analisi delle richieste del mondo del lavoro, che ha indicato un trend occupazionale in costante aumento per le professioni legate allo sviluppo sostenibile, è stato progettato un nuovo CdL magistrale in "*Sustainable Management of Supply Chains*". Il CdL, a carattere internazionale e tenuto in lingua inglese, si propone di formare figure professionali con competenze multi- e inter-disciplinari, in grado di applicare i concetti fondamentali della sostenibilità (economica, sociale ed ambientale) alla specificità dei sistemi produttivi e dei contesti territoriali in cui essi operano. Il corso prevede il contributo e l'integrazione di diverse competenze disciplinari, in parte presenti nel Dipartimento e in parte fornite da altri Dipartimenti dell'Ateneo: scienze della materia (chimiche e geologiche), scienze della vita (biologiche ed ecologiche), discipline economiche, giuridiche e politico-sociali. Il corso si articola in un primo anno comune dedicato ai principi di base

della sostenibilità ed un secondo anno in cui sono suggeriti tre percorsi che portano ad acquisire competenze nella gestione sostenibile delle filiere di produzione di beni (percorso “filiera agro-alimentare” e percorso “filiera industriale”) e dei servizi (percorso “filiera delle istituzioni e dei servizi”).

**Cronologia:** Dall’ A.A. 2022-23 o successivo, in accordo con la programmazione di Ateneo sulle nuove iniziative didattiche (proposta presentata in aprile 2021).

**Monitoraggio e verifica:** Al termine del primo biennio di attivazione, mediante i consueti indicatori di qualità dei CdS.

### **1.2.2 Azioni specifiche per il Corso di laurea in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente (L-32) e il Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio (LM-75)**

Le azioni previste per il triennio 2021-2023 sono le seguenti:

#### **Azione 1.7: NUMEROSITÀ DEGLI ACCESSI**

**Obiettivo specifico:** Aumentare la numerosità degli accessi al CdL triennale.

**Descrizione:** Data la diminuzione del numero di accessi alla laurea triennale riscontrata nel triennio precedente, dovranno essere: valutate le possibili cause (tra le quali potrebbero rientrare le difficoltà legate alla pandemia nell’ultimo A.A.); incrementate ulteriormente le azioni di orientamento in ingresso; monitorato l’andamento delle iscrizioni nel A.A. 2021/22; e valutato il mantenimento dell’accesso a numero programmato per gli A.A. successivi.

**Cronologia:** A partire dal A.A. 2021/22.

**Monitoraggio e verifica:** Verrà monitorata la numerosità degli accessi.

#### **Azione 1.8: ATTRAZIONE DEGLI STUDENTI IN INGRESSO**

**Obiettivo specifico:** Incrementare l’efficacia delle iniziative di orientamento in ingresso per il CdL triennale e le azioni di promozione di entrambi i CdL.

**Descrizione:** Il CCD continuerà a contribuire attivamente alle iniziative di orientamento in ingresso dell’Ateneo e della Scuola di Scienze, e incrementerà le azioni di promozione specifiche del CdL, incluse quelle del Progetto Lauree Scientifiche. Per ottenere una diffusione più ampia delle informazioni, verrà anche sfruttata l’esperienza delle attività di orientamento a distanza maturata nel corso della pandemia (webinar, filmati sulle attività didattiche, interviste on-line) anche tramite la pagina Instagram del CdL recentemente creata e gestita dagli studenti. Verranno inoltre aumentate le iniziative di comunicazione e promozione dei CdL, anche in collaborazione con gli altri CdL del Dipartimento.

**Cronologia:** A partire dal A.A. 2021/22.

**Monitoraggio e verifica:** Le ricadute delle attività di orientamento e promozione verranno monitorate tramite questionari sviluppati specificamente.

#### **Azione 1.9: OFFERTA FORMATIVA**

**Obiettivo specifico:** Analizzare l’offerta formativa dei due CdL per verificarne l’adeguatezza e l’attualità.

**Descrizione:** Verranno continuate e aumentate le attività di confronto e discussione nella commissione didattica e tra i docenti delle diverse discipline, e attuato un confronto con le parti sociali. Queste attività hanno già portato recentemente ad aumentare le attività a carattere

interdisciplinare e quelle indirizzate ad aumentare le competenze di laboratorio e campo nel CdL triennale.

Verranno migliorate le azioni di supporto agli studenti per la formulazione di piani di studi che, insieme alle attività di tesi, favoriscano una preparazione più orientata agli specifici sbocchi lavorativi. Verranno inoltre particolarmente valorizzati i contenuti legati alla sostenibilità ambientale, in accordo con gli indirizzi di sviluppo del Dipartimento.

**Cronologia:** A partire dal A.A. 2021/22.

**Monitoraggio e verifica:** Per entrambi i CdL, verranno monitorati gli esiti delle valutazioni della didattica e dei questionari sviluppati specificamente.

#### **Azione 1.10: SBOCCHI OCCUPAZIONALI**

**Obiettivo specifico:** Offrire agli studenti una panoramica dei possibili sbocchi occupazionali ed esperienze di stage esterni.

**Descrizione:** Verranno proseguite le attività di monitoraggio della situazione occupazionale dei laureati dei CdS e aumentati gli incontri di presentazione agli studenti di un'ampia gamma di possibili sbocchi lavorativi. Saranno riattivati i contatti con le parti sociali per aggiornare le tipologie di attività attualmente richieste dal mondo del lavoro e quelle previste per i prossimi anni. Verrà mantenuta l'attività di stage curriculare obbligatorio al termine del CdS triennale e verranno incoraggiate le attività di stage esterno nel CdS magistrale.

**Cronologia:** A partire dal A.A. 2021/22.

**Monitoraggio e verifica:** Verranno monitorati i dati di AlmaLaurea sugli esiti occupazionali e valutate le opinioni delle aziende ospitanti e degli studenti rispetto alle esperienze di stage.

#### **Azione 1.11: INTERNAZIONALIZZAZIONE**

**Obiettivo specifico:** Potenziare la mobilità internazionale degli studenti.

**Descrizione:** Saranno proseguite le azioni di informazione e sensibilizzazione degli studenti sulle opportunità offerte dall'Ateneo nell'ambito della mobilità internazionale in uscita. Per migliorare l'attrazione di studenti stranieri, verrà valutata l'opportunità di erogare alcuni insegnamenti della laurea magistrale in lingua inglese e di istituire un percorso di doppia laurea internazionale.

**Cronologia:** A partire dal A.A. 2021/22.

**Monitoraggio e verifica:** Verranno monitorati i numeri di studenti in mobilità internazionale, in uscita ed in entrata.

### ***1.2.3 Azioni specifiche per il Corso di laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche (L-34) e il Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche (LM-74)***

Le azioni previste per il triennio 2021-2023 sono le seguenti:

#### **Azione 1.12: INCREMENTO DEGLI STUDENTI LAUREATI IN CORSO NELLA L-34**

**Obiettivo specifico:** aumentare il numero di studenti laureati in corso, soprattutto per la L-34.

**Descrizione:** uno dei problemi principali evidenziati dalle valutazioni annuali della didattica è la relativa lentezza degli studenti a laurearsi. Gli studenti laureati in corso sono circa il 20% del totale degli iscritti. Questo è dovuto ad alcune difficoltà organizzative nell'offerta didattica nonché alla gestione delle tesi di laurea. Si ritiene necessario una riorganizzazione di alcuni insegnamenti, al fine di alleggerire il carico didattico al secondo anno, possibilmente spostando Petrografia al terzo anno. Si ritiene inoltre necessario razionalizzare le attività di tesi in modo che siano coerenti con il reale carico di CFU previsto (7 CFU).

**Cronologia:** Dall'A.A. 2021-22.

**Monitoraggio e verifica:** monitoraggio degli studenti laureati in corso.

**Azione 1.13: INCREMENTO DEGLI IMMATRICOLATI ALLA LM-74**

**Obiettivo specifico:** aumentare il numero di studenti iscritti alla LM-74, soprattutto aumentando il contingente di quelli che provengono da altre sedi.

**Descrizione:** uno dei problemi principali della Laurea Magistrale è legato all'ampiezza dell'offerta didattica rispetto al numero di studenti. Questo provoca come effetto una limitata numerosità di studenti negli insegnamenti facoltativi. Al fine di sostenere l'attuale offerta didattica ed eventualmente potenziarla in alcune settori (es: geofisica, vedi azione sottostante) è necessario aumentare gli studenti iscritti, soprattutto attingendo dall'estero o da altre sedi italiane. Questo sarà fatto con diverse azioni: pubblicizzazione dell'offerta didattica, anche all'estero; potenziamento degli eventi di orientamento, creazione una doppia laurea in geologia marina (vedi azione sottostante).

**Cronologia:** Dall'A.A. 2021-22.

**Monitoraggio e verifica:** monitoraggio degli studenti immatricolati alla LM-74.

**Azione 1.14: RIORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA NELL'AMBITO DELLA GEOFISICA**

**Obiettivo specifico:** Rimodulare l'offerta didattica nell'ambito della geofisica in funzione delle richieste del mondo del lavoro.

**Descrizione:** il Dipartimento sta potenziando significativamente l'organico di ricercatori e professori che operano nell'ambito della geofisica nei settori GEO/10, GEO/11 e GEO/12. Questo offre l'opportunità di potenziare e riorganizzare l'offerta didattica nell'ambito di della geofisica, soprattutto nella laurea LM-74. Oltre all'introduzione di nuovi insegnamenti specifici e professionalizzanti, si valuterà la possibilità di sviluppare un nuovo percorso rivolto alle discipline geofisiche.

**Cronologia:** Dall'A.A. 2021-22.

**Monitoraggio e verifica:** monitoraggio dell'offerta formativa rispetto alle richieste delle parti sociali.

**Azione 1.15: INTERNAZIONALIZZAZIONE – POTENZIAMENTO DELL'ERASMUS TRAINEESHIP**

**Obiettivo specifico:** Aumentare l'attrattività in entrata.

**Descrizione:** Questa azione continua quella già intrapresa nella precedente programmazione, perché il numero di studenti in ingresso è ancora limitato. In particolare sarà dedicato un forte sforzo ad incrementare l'ingresso di studenti *Traineeship*, anche attraverso un'incentivazione del pernottamento da parte del Progetto di Eccellenza e del Dipartimento.

**Cronologia:** Dall'A.A. 2021-22.

**Monitoraggio e verifica:** Verranno monitorati i numeri di studenti *traineeship* in entrata.

**Azione 1.16: INTERNAZIONALIZZAZIONE DEL CURRICULUM IN *GEORISK AND CLIMATE CHANGE***

**Obiettivo specifico:** Aumentare l'attrattività del curriculum in *Georisk and climate change* per studenti stranieri.

**Descrizione:** Il nuovo curriculum di *Georisk and climate Change* è stato attivato nell'AA. 2020/21, ma non è riuscito ad attrarre studenti stranieri. Per raggiungere l'obiettivi di questa azione è prevista una campagna di informazione e pubblicizzazione del Curriculum all'estero, tramite un nuovo sito ed altre azioni di comunicazione. Questa iniziativa permetterà di incrementare sensibilmente il numero di studenti in ingresso dall'estero.

**Cronologia:** Dall'A.A. 2021-22.

**Monitoraggio e verifica:** monitoraggio degli studenti stranieri in ingresso al curriculum di *Georisk and Climate Change*

**Azione 1.17: DOPPIA LAUREA LM74 IN GEOLOGIA MARINA**

**Obiettivo specifico:** Potenziare il curriculum in Geologia Marina della Laurea LM-74, con attivazione di una Doppia Laurea Internazionale.

**Descrizione:** Il curriculum in Geologia Marina costituisce un elemento di forte caratterizzazione a livello nazionale del CdS in Scienze Geologiche. La collocazione di questo curriculum presso il nostro Ateneo trova radici in una pluridecennale attività di ricerca con forti connessioni internazionali, che consentono la formazione di una nuova generazione di esperti di elevata qualificazione con competenze specifiche sulle tecniche di esplorazione e monitoraggio geologico/geomorfologico e sull'analisi degli aspetti archeo- e paleobiologici dei sistemi deposizionali marini. Per questo motivo sarà sviluppata una Doppia Laurea Internazionale con l'Università di Tromsø (Norvegia), con la quale sarà possibile strutturare un'offerta formativa integrata e sinergica per lo sviluppo di professionalità spendibili nel mercato del lavoro.

Questa iniziativa permetterà di incrementare sensibilmente il numero di studenti in ingresso e in mobilità internazionale.

**Cronologia:** Dall'A.A. 2022-23.

**Monitoraggio e verifica:** monitoraggio della mobilità internazionale di studenti in ingresso e in uscita nel contesto della Doppia Laurea.

**1.2.4 Azioni specifiche per il Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Chimiche (LM-54)**

Le azioni previste per il triennio 2021-2023 sono le seguenti:

**Azione 1.18: DIDATTICA**

**Obiettivo specifico:** Affiancamento strumenti didattici innovativi alla didattica tradizionale.

**Descrizione:** affiancamento alla didattica ordinaria di strumenti utilizzati per la didattica a distanza sperimentati nel periodo dell'emergenza sanitaria, anche per andare incontro alle esigenze di studenti atipici (studenti-lavoratori; studenti con disturbi specifici dell'apprendimento o con disabilità).

**Cronologia:** A partire dal A.A. 2021/22.

**Monitoraggio e verifica:** Questionari di valutazione della didattica.

**Azione 1.19: RAPPORTI CON LE PARTI SOCIALI.**

**Obiettivo specifico:** Promuovere contatti con le aziende per lo sviluppo attività didattiche (insegnamenti, seminari, attività di tirocinio).

**Descrizione:** Si vogliono coinvolgere le aziende del settore per sviluppare, all'interno della convenzione stipulata con AssoLombarda, insegnamenti o interventi seminariali che vedano coinvolti come docenti a contratto personale delle aziende. Promuovere inoltre rapporti con le aziende per proporre tirocini esterni su tematiche da presentare in incontri organizzati dal CdS con gli studenti. Convocazione del Comitato di Indirizzo, istituito nel 2020.

**Cronologia:** A partire dal A.A. 2021/22.

**Monitoraggio e verifica:** Numero di tirocini esterni. Verbali incontri Comitato di Indirizzo.

**Azione 1.20: INTERNAZIONALIZZAZIONE**

**Obiettivo specifico:** Potenziamento internazionalizzazione.

**Descrizione:** Potenziamento, anche attraverso tutor dedicati, dell'attività di informazione e sensibilizzazione degli studenti sulle opportunità offerte dai programmi di scambio internazionale; stipula di convenzioni e accordi bilaterali con Atenei stranieri, per incrementare lo scambio di studenti e docenti e per lo svolgimento di tirocini all'estero.

**Cronologia:** Dall'A.A. 2021-22.

**Monitoraggio e verifica:** Monitoraggio studenti in mobilità internazionale, in ingresso e in uscita.

#### **Azione 1.21: REVISIONE DELL'ORDINAMENTO DIDATTICO DEL CDS**

**Obiettivo specifico:** La revisione dell'ordinamento si pone due obiettivi principali: -) ottemperare alle osservazioni della CEV relativamente alle conoscenze richieste in ingresso; -) rendere l'ordinamento più aderente alla rinnovata offerta didattica.

**Descrizione:** Si intende rivedere sia le parti di ordinamento riguardanti gli Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati, declinandoli in termini di competenze, etc., sia la parte riguardante le conoscenze richieste per l'accesso, al fine di renderla coerente con le indicazioni del CUN.

**Cronologia:** la revisione sarà realizzata quando il CUN avrà terminato la revisione della Classi di Laurea, prevista entro il 2021.

**Monitoraggio e verifica:** La verifica sarà realizzabile con la stesura del Regolamento Didattico, coerente con il nuovo ordinamento.

### **1.2.5 Azioni specifiche per il Corso di laurea Magistrale Internazionale in Marine Sciences – Scienze Marine (LM-75)**

Le azioni previste per il triennio 2021-2023 sono le seguenti:

#### **Azione 1.22: ATTRAZIONE DEGLI STUDENTI IN INGRESSO**

**Obiettivo specifico:** Incrementare l'efficacia delle iniziative di orientamento in ingresso e le azioni di promozione del CdL.

**Descrizione:** Il CCD continuerà a partecipare attivamente alle iniziative di orientamento in ingresso dell'Ateneo e incrementerà le azioni di comunicazione e promozione specifiche del CdS, anche in collaborazione con gli altri CdS del Dipartimento.

**Cronologia:** A partire dall'Anno Accademico 2021/22.

**Monitoraggio e verifica:** Le ricadute positive delle attività di orientamento e promozione verranno valutate in base all'incremento delle nuove immatricolazioni.

#### **Azione 1.23: INTERNAZIONALIZZAZIONE: NUMERO DI STUDENTI STRANIERI**

**Obiettivo specifico:** Incrementare il numero di studenti stranieri dell'UE e non UE iscritti al corso di laurea.

**Descrizione:** migliorare la visibilità e reperibilità delle informazioni del CdS in *Marine Sciences* attraverso: piattaforme *web*, *social networks*, presenza agli eventi e manifestazioni nazionali ed internazionali dedicati all'orientamento per le lauree magistrali, in stretta collaborazione con l'Ufficio Internazionalizzazione e altre strutture competenti dell'Ateneo; migliorare lo sportello per la didattica Internazionale e il tutoraggio degli studenti stranieri

**Cronologia:** A partire dall'Anno Accademico 2021/22.

**Monitoraggio e verifica:** aumento del numero degli iscritti stranieri.

#### **Azione 1.24: INTERNAZIONALIZZAZIONE: ACQUISIZIONE DI CFU**

**Obiettivo specifico:** Aumentare la percentuale di studenti del CdS che acquisiscono almeno 12 CFU all'estero nell'ambito dei programmi Erasmus.

**Descrizione:** La percentuale di studenti che svolgono attività didattiche in mobilità internazionale è superiore a quella degli studenti che acquisiscono 12 CFU all'estero con supporto Erasmus, il che implica un incompleto riconoscimento dell'internazionalizzazione del CdS. Verrà pianificata una strategia che consenta di ridurre o eliminare questo divario, attraverso un miglior utilizzo da parte degli studenti degli strumenti a supporto della mobilità internazionale (ERASMUS, EXCHANGE extra UE), in coordinamento con le strutture di Ateneo.

**Cronologia:** A partire dall'Anno Accademico 2021/22.

**Monitoraggio e verifica:** Monitoraggio del numero di studenti che acquisiscono almeno 12 CFU in mobilità internazionale nell'ambito dei programmi Erasmus.

#### **Azione 1.25: RIDUZIONE DELLA DISPERSIONE ACCADEMICA**

**Obiettivo specifico:** Diminuire il numero di studenti che abbandonano il CdS al primo anno o che si laureano oltre la durata normale del CdS.

**Descrizione:** Verranno riesaminati i curricula in ingresso e monitorate le difficoltà in itinere che impediscono agli studenti un regolare avanzamento nel percorso didattico, con lo scopo di mettere in luce eventuali difficoltà oggettive. Sarà quindi possibile pianificare azioni correttive o di supporto specifico.

**Cronologia:** A partire dall'Anno Accademico 2021/22.

**Monitoraggio e verifica:** Riduzione della percentuale di studenti che si laureano fuori corso o abbandonano gli studi.

#### **Azione 1.26: SBOCCHI OCCUPAZIONALI**

**Obiettivo specifico:** Mantenere una modulazione dell'offerta didattica sempre coerente alle richieste del mondo del lavoro.

**Descrizione:** È previsto un nuovo incontro con le parti sociali per discutere e valutare l'offerta didattica dei CdS in *Marine Sciences*. Verranno mantenute e ulteriormente potenziate le attività di stage esterno.

**Cronologia:** A partire dall'Anno Accademico 2021/22.

**Monitoraggio e verifica:** Monitoraggio dell'offerta formativa rispetto alle richieste delle parti sociali. Monitoraggio dei dati di AlmaLaurea sugli esiti occupazionali.

### **1.3 Master di primo livello in “Gestione delle Risorse idriche nella Cooperazione Internazionale”**

L'obiettivo del master è di fornire ai futuri operatori la capacità di presentare e sviluppare un progetto in tutti i suoi aspetti: analisi del contesto sociale e ambientale esistente, identificazione dei bisogni, preparazione del progetto, individuazione del donatore, piano delle attività, piano finanziario, acquisti del materiale, rapporti di lavoro periodici, realizzazione del progetto, coordinamento con altri progetti e agenzie di cooperazione, monitoraggio e valutazione, relazione tecnica e finanziaria.

#### **Azione 1.27: INTERNAZIONALIZZAZIONE**

**Obiettivo specifico:** Offrire il Master interamente in lingua inglese.

**Descrizione:** Negli ultimi anni di attivazione, il Master ha visto la partecipazione di diversi studenti stranieri, provenienti per lo più da paesi in via di sviluppo (Kenya, Somalia, Tanzania, Rep. Democratica del Congo). Questo è dovuto al fatto che le tematiche del Master sono di chiaro e

immediato interesse per la comunità internazionale. Per questo motivo, si ritiene fondamentale offrire l'intero Master in lingua inglese. Il Master prenderà il nome di "Water Resource Management in International Development Aid".

**Cronologia:** Dall'A.A. 2018-19, in corso.

**Monitoraggio e verifica:** monitoraggio dell'efficacia di tale modifica analizzando l'affluenza di studenti stranieri.

## **1.4 Corso di Dottorato di Ricerca in Scienze Chimiche, Geologiche e Ambientali**

Nel triennio 2018-2020 la programmazione del Corso di Dottorato in Scienze Chimiche Geologiche ed Ambientali (SCGA) ha intrapreso 5 azioni con obiettivi specifici volti allo sviluppo del corso. Gli obiettivi previsti nell'ambito delle singole azioni sono stati raggiunti.

### Ridimensionamento

L'obiettivo proposto mirava a potenziare gli aspetti interdisciplinari, internazionali e intersettoriali del corso relativamente alle modalità di accreditamento. Per rispondere ai requisiti previsti dall'ANVUR si era resa necessaria la fusione di diversi corsi di dottorato preesistenti. Il conseguimento dell'obiettivo aveva portato, dal XXIXmo ciclo (a.a. 2013/2014), all'istituzione del Corso di Dottorato di Ricerca in Scienze Chimiche Geologiche ed Ambientali, risultato dall'unione dei 3 corsi di Dottorato in Scienze Chimiche, in Scienze della Terra e in Scienze Ambientali. Dal XXXIIIimo ciclo (a.a. 2017/2018) il Corso di Dottorato SCGA è stato organizzato in 3 curricula: 1) Scienze Chimiche, 2) Scienze Geologiche e 3) Scienze dell'Ambiente Terrestre e Marino. L'azione è rinnovata con nuovi obiettivi per il nuovo triennio.

### Sostenibilità

L'obiettivo proposto mirava a mantenere le competenze ed il carattere fortemente interdisciplinare del collegio docenti oltre che garantire un elevato numero di borse ed un'ampia offerta didattica. La riorganizzazione del collegio da 59 a 24 membri, di cui 16 dell'Ateneo e 8 di università straniere, è stata mantenuta anche nel triennio appena trascorso. A partire dal XXXIVmo ciclo, l'offerta didattica è stata progressivamente ampliata. È stato incrementato il numero di posizioni messe a bando, che hanno raggiunto le 20 posizioni per il XXXVIimo ciclo di dottorato, e sono state incrementate le posizioni attivate in collaborazione con l'industria (percorsi in alto apprendistato ed executive) per un totale di 6 posizioni per il XXXVIimo ciclo di dottorato. L'azione è rinnovata con nuovi obiettivi per il nuovo triennio.

### Eccellenza

L'obiettivo di consolidare gli elevati standard di qualità del corso, della composizione del collegio dei docenti e della formazione scientifica dei dottorandi, è stato raggiunto. La produttività scientifica altamente qualificata dei membri del collegio è comprovata dalla valutazione ANVUR. L'elevata formazione scientifica dei dottorandi è documentata dalle pubblicazioni scientifiche internazionali ISI sui progetti di tesi depositate nella banca dati di ateneo. L'azione è rinnovata con nuovi obiettivi per il nuovo triennio.

### Sbocchi occupazionali e integrazione territoriale

L'obiettivo di stimolare relazioni tra il dottorato ed Enti pubblici e privati, per creare sbocchi adeguati e coerenti con le competenze acquisite, è stato raggiunto tramite l'*outplacing* dei neo-dottori presso aziende, università ed enti di ricerca nazionali ed esteri, nonché attraverso la professionalizzazione

dei dottorandi. Le attività sono state svolte in parte in collaborazione con l'ufficio *job placement* dell'ateneo, attraverso alcuni progetti pilota volti a massimizzare la capacità dei neo-dottori di interfacciarsi con le realtà industriali e di ricerca del territorio. L'azione è rinnovata per il nuovo triennio.

### Internazionalizzazione

L'obiettivo di potenziare il carattere internazionale del corso di dottorato, attraverso attività volte sia a favorire la formazione internazionale degli studenti italiani sia ad attrarre studenti stranieri, è stato raggiunto. Questo è stato reso possibile da un'offerta formativa interamente in lingua inglese e dal periodo di attività per i dottorandi da svolgersi all'estero. Sono state inoltre mantenute in lingua inglese la stesura e la discussione finale della tesi. L'attrattività verso gli studenti stranieri è stata incrementata grazie alla possibilità di svolgere l'esame di ammissione in videoconferenza e la presentazione di un progetto di ricerca in lingua inglese all'atto della presentazione della domanda. L'obiettivo di realizzare progetti di dottorato in cotutela con colleghi di prestigiose università straniere volti a percorsi che prevedano parte della formazione in atenei stranieri (minimo 1 anno), con la finalità di formare dottori di ricerca con una formazione scientifica internazionale e con un doppio titolo di dottorato, è stato raggiunto. L'azione è rinnovata con nuovi obiettivi per il nuovo triennio.

#### **Azione 1.28: RIDIMENSIONAMENTO**

**Obiettivo specifico:** Potenziare gli aspetti interdisciplinari, internazionali e intersettoriali del corso relativamente alle modalità di accreditamento.

**Descrizione:** Gli obiettivi formativi del Corso di Dottorato in Scienze Chimiche Geologiche ed Ambientali consistono nello sviluppo di capacità di pianificazione, organizzazione, gestione ed esecuzione di attività di ricerca, con caratteristiche specifiche per i tre diversi curricula: 1) Scienze Chimiche, 2) Scienze Geologiche e 3) Scienze dell'Ambiente Terrestre e Marino.

Dal XXXIII ciclo il Corso è accreditato da ANVUR come innovativo: interdisciplinare, intersettoriale e internazionale. L'obiettivo di questa azione è di mantenere e, ove possibile, potenziare gli aspetti interdisciplinari, intersettoriali ed internazionali del corso.

Particolare attenzione sarà data allo sviluppo di attività formative e di ricerca multidisciplinari, ove possibile a livello internazionale, finalizzate a fornire competenze relative a settori diversi, incluse le componenti più strettamente gestionali delle diverse discipline. Verranno attivate nuove posizioni in cotutela finalizzate al doppio titolo con università straniere qualificate, realizzando programmi scientifici congiunti e rafforzando la mobilità internazionale di dottorandi e docenti, anche attraverso le attività dell'azione 1.29. Si promuoveranno convenzioni con imprese e enti pubblici (dottorato executive e in alto apprendistato) per formare specifici profili professionali di alta qualificazione scientifica per neoassunti e dipendenti in aziende.

**Cronologia:** Azione in corso. Proseguimento per il XXXVII ciclo, XXXVIII ciclo, XXXIX ciclo.

**Monitoraggio e verifica:** Il funzionamento e l'organizzazione del corso di dottorato sono monitorati attraverso periodiche riunioni del collegio docenti, dei sotto-collegi dei singoli curricula e della giunta. I contenuti del rinnovo dei singoli cicli sono verificati dal nucleo di valutazione dell'ateneo.

#### **Azione 1.29: SOSTENIBILITÀ**

**Obiettivo specifico:** Mantenere le competenze ed il carattere fortemente interdisciplinare del collegio docenti, garantire un elevato numero di borse ed un'ampia offerta didattica.

**Descrizione:**

a) *Composizione del collegio*

Dal XXXIII<sup>mo</sup> ciclo il collegio docenti è composto da 16 membri interni all'ateneo e da 8 membri afferenti ad istituzioni universitarie straniere sia europee che extraeuropee (aree GEO, CHIM, BIO). Data la natura interdisciplinare, gli obiettivi formativi del corso coprono 20 settori scientifico disciplinari. L'obiettivo è duplice: mantenere l'elevata competenza scientifica e il carattere fortemente interdisciplinare del collegio docenti. Nel triennio 2021-2023, il consueto avvicendamento dei membri del collegio docenti favorirà la copertura di settori scientifico disciplinari alla luce del reclutamento del personale docente avvenuto nel triennio precedente.

*b) Convenzioni e Consorzi*

Il corso di dottorato è attivato dall'Università degli Studi di Milano Bicocca. L'obiettivo per i cicli XXXVII<sup>mo</sup>, XXXVIII<sup>mo</sup> e XXXIX<sup>mo</sup> è di continuare ad attivare posizioni in convenzione con enti di ricerca pubblici e privati e con l'industria all'interno dei singoli curricula. Verrà valutata anche la possibilità di attivare curricula in convenzione con enti di ricerca, qualora si convengano obiettivi formativi di interesse comune.

*c) Numero di borse*

Per il XXXVI<sup>mo</sup> ciclo sono state attivate 20 posizioni, di cui 8 posizioni bandite con borse di ateneo, 3 posizioni con borse finanziate su fondi del Progetto Dipartimenti di Eccellenza, 1 posizione coperta da assegno di ricerca, 1 posizione con borsa finanziata da enti di ricerca, 3 posizioni coperte da contratti di alto apprendistato, 1 posizione riservata a borsisti in programmi di mobilità internazionale Marie Curie, e 3 posizioni riservate a dipendenti di imprese impegnati in attività di elevata qualificazione (percorsi executive). L'obiettivo per il triennio 2021-2023 è di mantenere un elevato numero di iscritti al dottorato non solo tramite la premialità di ateneo e le risorse stanziare dal MIUR ai Dipartimenti di Eccellenza (che hanno permesso di finanziare 6 posizioni aggiuntive per il XXXVII<sup>mo</sup> ciclo del Corso di Dottorato in Scienze Chimiche Geologiche ed Ambientali), ma anche attraverso le posizioni finanziate da enti di ricerca, dalle aziende e da finanziamenti internazionali.

*d) Copertura didattica interna all'ateneo*

L'offerta formativa proposta ai dottorandi permette di costruire percorsi personalizzati. La Scuola di dottorato propone corsi interdisciplinari su temi quali le lingue straniere, l'informatica, la gestione della ricerca, della conoscenza dei sistemi di ricerca e dei sistemi di finanziamento, la valorizzazione dei risultati della ricerca e della proprietà intellettuale, e organizza ogni anno diversi percorsi di approfondimento tematico e di confronto interdisciplinare aperti a tutti i dottorandi anche allo scopo di sviluppare nuovi filoni di ricerca (sostenibilità, filosofia, violenza di genere). Il Corso di Dottorato in Scienze Chimiche, Geologiche e Ambientali offre corsi comuni ai tre curricula su temi quali i cambiamenti climatici e pianeta Terra, la sostenibilità ambientale, le tecniche analitiche avanzate, la statistica e big data science, e una didattica curriculare mirata a tematiche specifiche. Vengono inoltre organizzate summer school e corsi tematici aperti anche a dottorandi esterni italiani e stranieri, patrocinati dall'ateneo (es. Lake Como Schools) e da organizzazioni scientifiche nazionali ed internazionali. Le attività didattiche e seminariali del corso di dottorato sono definite per ogni ciclo dal collegio docenti. L'offerta didattica per il XXXVI<sup>mo</sup> ciclo di dottorato comprende un totale di 33 corsi, corrispondenti a 62 cfu, tenuti in parte da docenti stranieri interni ed esterni al collegio. Obiettivo del triennio 2021-2023 è il mantenimento di un'ampia offerta didattica curriculare e intercurriculare anche attraverso la valorizzazione delle competenze del nuovo personale docente e dei membri del collegio, e la predisposizione della stessa su piattaforma Moodle – eLearning per migliorarne la fruibilità. La didattica sarà erogata in lingua inglese. Nessuno dei corsi erogati sarà comune ai corsi di laurea triennale o magistrale.

**Cronologia:** azione in corso. Proseguimento per il XXXVII<sup>mo</sup>, XXXVIII<sup>mo</sup> e XXXIX<sup>mo</sup> ciclo.

**Monitoraggio e verifica:** Mantenimento della qualificazione scientifica dei membri del collegio e continuo impegno ad attivare posizioni finanziate ampliando i contatti con enti pubblici o privati e

con le aziende. Programmazione annuale dell'offerta didattica del Corso e caricamento della stessa su piattaforma *Moodle – eLearning*.

#### **Azione 1.29: ECCELLENZA**

**Obiettivo specifico:** Consolidare l'elevata qualità del corso sia nella composizione del collegio dei docenti, sia, soprattutto, nella formazione scientifica dei dottorandi.

**Descrizione:**

*a, b) Produttività scientifica della base del collegio e del resto del collegio.*

I 24 membri del collegio del XXXVI°mo ciclo hanno una produttività scientifica altamente qualificata su riviste internazionali negli ambiti corrispondenti agli specifici SSD, comprovata dalla valutazione ANVUR. L'obiettivo è di mantenere la qualità della ricerca svolta dal collegio.

*c) Produttività scientifica dei dottorandi*

Il collegio riconosce l'esigenza di un'attiva produttività scientifica dei dottorandi. La presentazione di almeno una pubblicazione accettata da una rivista scientifica con *peer-review* verrà mantenuta come condizione minima per l'ammissione all'esame finale. Le pubblicazioni dei dottorandi raccolte nella banca dati di ateneo saranno monitorate anche nei tre anni successivi al conseguimento del titolo. Il dottorato promuoverà la partecipazione dei docenti a bandi competitivi (ITN) che garantiscono reti internazionali e risorse per la ricerca dei dottorandi.

*d) Competitività rispetto a dottorati simili*

L'obiettivo è quello di aumentare l'attrattività del corso per studenti di altri atenei italiani e stranieri. L'interdisciplinarietà associata alla qualità scientifica del collegio docenti rappresenta un punto di forza del corso. In aggiunta, i membri del collegio docenti afferiscono a tre diversi dipartimenti dell'Ateneo (Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra (DISAT), Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze, Dipartimento di Scienza dei Materiali) offrendo la possibilità di affrontare, con un approccio fortemente multidisciplinare, tematiche estremamente differenziate, sviluppate dai diversi gruppi di ricerca dei Dipartimenti. A tale fine, il DISAT supporterà le spese per analisi dei singoli studenti effettuate con strumenti del Dipartimento fino a un massimo di 300 euro annui.

Per incrementare l'attrattività del corso, contestualmente alla pubblicazione del bando verranno pubblicate sul sito del dottorato *call for interest* per descrivere nello specifico possibili percorsi di ricerca per il ciclo oggetto del bando. Le posizioni a bando verranno adeguatamente pubblicizzate su gruppi di discussione e siti e *newsletters* di società scientifiche.

*f) Iniziative e convenzioni con aziende*

A partire dal XXXII°mo ciclo sono state avviate iniziative con le imprese finalizzate all'istituzione di percorsi di dottorato in alto apprendistato ed executive. L'obiettivo è di sviluppare una collaborazione continuativa con le aziende operanti nel territorio su tematiche di interesse comune. Nello specifico, le iniziative con le imprese e il *placement* dottorale in aziende saranno intraprese dai singoli membri del collegio docenti e dal coordinatore coadiuvati dalla Scuola di Dottorato dell'Università. In occasione delle giornate del "*Job placement*" in ateneo verranno organizzati incontri tra i dottorandi iscritti al terzo anno e le aziende.

**Cronologia:** azione in corso. Proseguimento per il XXXVII°mo, XXXVIII°mo, XXXIX°mo ciclo. **Monitoraggio e verifica:** La produttività e la qualità del lavoro scientifico dei dottorandi vengono monitorati attraverso periodiche relazioni dell'attività al collegio docenti.

#### **Azione 1.30: SBOCCHI OCCUPAZIONALI E INTEGRAZIONE TERRITORIALE**

**Obiettivo specifico:** Rafforzare i contatti tra il dottorato ed enti pubblici e privati e le aziende con l'obiettivo di creare sbocchi adeguati e coerenti con le competenze acquisite.

**Descrizione:** a, b, c) *Outplacing dei dottorati presso università ed enti di ricerca nazionali ed esteri e professionalizzazione dei dottorandi per mansioni diverse alla ricerca.*

Il Corso di Dottorato forma figure professionali flessibili destinate a svolgere attività principalmente di ricerca in ambito universitario o in centri di ricerca pubblici e privati in ambito nazionale e internazionale, nelle diverse aree comprese nell'ambito delle discipline del dottorato. La preparazione dei nostri dottori di ricerca consente l'inserimento anche in occupazioni extra-accademia presso istituzioni pubbliche e private che, data la diversificazione culturale, includono un'ampia varietà di tipologie. In particolare, il Dottorato prepara figure di specialisti destinati a ruoli dirigenziali in diversi campi quali, ad esempio: a) valutazioni di rischio ambientale nell'industria; b) progettazione di materiali innovativi per microelettronica, fotonica, energia e ambiente; c) sviluppo di processi a basso impatto ambientale; d) pianificazione di interventi per la conservazione di beni culturali; e) progettazione *in silico* di nuovi composti di interesse applicativo; f) adeguamento industriale alle normative Europee in campo chimico e ambientale (es. REACH); g) strutture e agenzie della Commissione Europea (es. JRC, EFSA, ECHA); h) agenzie di consulenza ambientale; i) valutazione del rischio geologico-ambientale, anche nell'edilizia e nel settore stradale e ferroviario; j) pianificazione dell'approvvigionamento idrico; k) bonifica ambientale di siti contaminati.

Sono inoltre realizzati percorsi innovativi volti a massimizzare la possibilità di inserimento professionale (dottorato executive e in alto apprendistato, e borse di studio finanziate a progetto).

L'obiettivo è di aumentare il livello di collaborazione con università, enti di ricerca e con il sistema delle imprese. L'avviamento verso sbocchi occupazionali sarà pianificato anche in collaborazione con l'Ufficio *Job Placement* dell'ateneo, con regolari interviste e contatti volti a massimizzare la possibilità dei neo-dottori e dottorandi (apprendistato) di trovare impiego nelle realtà industriali e di ricerca del territorio, in linea con gli accordi esistenti tra Regione Lombardia e l'ateneo per lo sviluppo del sistema socio-economico del paese.

I dottori di ricerca che nell'ultimo triennio hanno conseguito il titolo di dottorato in Scienze Chimiche, Geologiche e Ambientali hanno trovato sbocco occupazionale sia in Italia che all'estero. La maggior parte dei dottori hanno continuato le loro attività in ambito accademico come *postdoc* presso Enti di ricerca pubblici italiani o stranieri (es. Università di Milano-Bicocca, Università di Pisa; ISMAC-CNR, Università del Lussemburgo); tre dottori ricoprono il ruolo di ricercatore a tempo determinato (Università di Cambridge, Bristol e Antwerpen). I dottori di ricerca che hanno intrapreso una carriera extra Accademia sono impiegati presso aziende o centri di ricerca (es. RSE SpA - Ricerca sul Sistema Energetico, Lamberti S.p.A., Roche Innovation Center di Copenhagen, European Forest Institute in Finlandia ed European Food Safety Authority). Tra questi, un dottore di ricerca ha vinto il premio ENI award 2018. Infine, altri hanno trovato impiego come insegnanti di scuola superiore o come liberi professionisti.

**Cronologia:** azione in corso. Proseguimento per il XXXVII<sup>mo</sup>, XXXVIII<sup>mo</sup> e XXXIX<sup>mo</sup> ciclo.

**Monitoraggio e verifica:** gli effettivi sbocchi lavorativi saranno periodicamente monitorati attraverso contatti diretti con i neo-dottori di Ricerca e con le aziende che hanno attivato dottorati in alta formazione.

### **Azione 1.31: INTERNAZIONALIZZAZIONE**

**Obiettivo specifico:** Potenziare il carattere internazionale del corso di dottorato attraverso attività volte sia a favorire la formazione internazionale degli studenti italiani sia ad attrarre studenti stranieri.

**Descrizione:** a) *Offerta formativa in lingua straniera*

A partire dal XXXIII<sup>mo</sup> ciclo l'offerta formativa del corso di dottorato è interamente in lingua inglese. L'obiettivo è di mantenere l'offerta didattica in lingua inglese per sviluppare il carattere internazionale del corso di dottorato anche data la presenza di studenti stranieri. Per incrementare il grado di internazionalizzazione delle ricerche è inoltre previsto un periodo, di durata minima di 6

mesi, di attività per i dottorandi da svolgersi all'estero. Si intende anche continuare a mantenere la stesura e la discussione delle tesi in lingua inglese.

*b) Attrazione studenti stranieri*

Il corso di dottorato è attrattivo verso studenti che hanno conseguito il titolo di studio in atenei esteri. Al corso di dottorato sono iscritti studenti stranieri finanziati con borse ministeriali, a progetto e con programmi di mobilità internazionale. L'obiettivo è di aumentare l'attrattività del corso, anche attraverso le attività dell'azione 1.29. Il collegio docenti favorirà e sosterrà tutte le iniziative utili al rafforzamento della dimensione internazionale del corso, promuovendo strategie per aumentare il numero degli studenti stranieri. A tal fine, si intende mantenere le azioni intraprese a partire dal XXXIII ciclo che includono la possibilità di svolgere l'esame di ammissione in videoconferenza e la presentazione di un progetto di ricerca in lingua inglese all'atto della presentazione della domanda.

*c) Utilizzo di docenti attivi all'estero*

A partire dal XXXIII ciclo, 8 membri del collegio sono docenti attivi all'estero. Di questi, 3 hanno svolto tutoraggio di tesi o attività didattica nell'ambito del corso di dottorato. L'obiettivo è potenziare la partecipazione dei docenti stranieri interni ed esterni al collegio sia nel tutoraggio di tesi che nell'offerta formativa. In aggiunta, verranno attivati progetti di dottorato in cotutela con colleghi di prestigiose università straniere volti a percorsi che prevedano parte della formazione anche in atenei stranieri (minimo 1 anno). La finalità è di formare dottori di ricerca con una formazione scientifica internazionale e con un doppio titolo di dottorato.

**Cronologia:** azione in corso. Proseguimento per il XXXVII ciclo, XXXVIII ciclo e XXXIX ciclo.

**Monitoraggio e verifica:** Controllo delle attività svolte all'estero, presso strutture straniere, da parte dei dottorandi e dell'attività didattica erogata per singolo ciclo. Stipula di accordi internazionali con università straniere finalizzati ad una formazione congiunta.

## 2. Ricerca e Valorizzazione della ricerca

### 2.1 Risultati della ricerca nel triennio 2018-20

I dati per l'analisi dei risultati della ricerca sono forniti dalla commissione di controllo della qualità della ricerca del Dipartimento, che esercita in accordo con il Direttore un'azione di monitoraggio continuo dell'attività scientifica svolta allo scopo di migliorare il livello qualitativo della ricerca del Dipartimento.

#### STATO DELL'ARTE

Il confronto tra la situazione dell'attività scientifica descritta nel documento di Programmazione 2018-2020 e lo stato dell'arte attuale deve prescindere dal parametro inizialmente considerato nella passata Programmazione, relativo al numero di docenti in possesso delle soglie bibliometriche necessarie per l'ottenimento dell'abilitazione alle fasce superiori di docenza o per l'accesso alle commissioni ASN; infatti, tali dati non vengono più forniti dall'Ateneo alle Commissioni AQ della Ricerca. Ci si è quindi concentrati sui dati aggregati relativi alla produzione scientifica degli afferenti al DISAT. In analogia a quanto fatto nella passata Programmazione, il focus iniziale riguarda la produzione scientifica delle due aree che hanno contribuito positivamente all'accesso alla competizione per i Dipartimenti di Eccellenza, per poi allargare lo sguardo ai risultati del Dipartimento nel suo complesso.

Tra il 2018 e il 2020 chimici e geologi hanno pubblicato 495 articoli su rivista; per i soli anni 2018 e 2019 sono già disponibili le collocazioni delle riviste scientifiche nei quartili della produzione mondiale in termini di *SCImago Journal Rank*; il rapporto tra numero di articoli apparsi su riviste appartenenti al primo quartile e il numero totale di articoli nel biennio 2018-2019 è pari a 0,66 (215/324). Quindi, il DISAT conferma pienamente il mantenimento dei livelli di eccellenza nella produzione scientifica già descritti nella passata Programmazione per le due aree che hanno contribuito in maniera diretta ai fini dell'accesso del DISAT al bando per i Dipartimenti di Eccellenza. Se si considera l'intera produzione scientifica del DISAT per il medesimo biennio, il valore del rapporto in questione risulta solo lievemente inferiore, ovvero pari a 0,65 (319/490); tali dati evidenziano la sostanziale omogeneità dello sviluppo delle attività di ricerca del Dipartimento. Un'analisi più di dettaglio sulle pubblicazioni apparse su riviste a elevato o elevatissimo impatto mette in luce l'ottima collocazione del DISAT nel panorama internazionale anche su questo fronte: ad esempio, negli ultimi tre anni i ricercatori del DISAT hanno pubblicato ben 8 lavori su riviste del gruppo Nature (i.e. Nature Climate Change, Nature Geosciences, Nature Materials, Nature Communications)

La commissione che attribuisce la quota dipartimentale FA ha valutato che il 97% dei docenti e ricercatori del DISAT negli anni 2019-2020 hanno superato la media di 1 pubblicazione l'anno secondo le regole ANVUR-VQR. Non si evidenziano quindi reali criticità, in analogia con lo stato dell'arte descritto nella passata Programmazione.

Gli assegnisti di ricerca assunti su fondi di Ateneo hanno tutti conseguito gli obiettivi minimi prefissati, ed in alcuni casi ampiamente superato i requisiti minimi stabiliti dal Dipartimento di produrre almeno una pubblicazione ANVUR secondo le regole ANVUR-VQR. (completare con giovani vincitori di premi). Infine, il recente lavoro condotto in preparazione dell'esercizio VQR 2015-2019 ha evidenziato che tutte le pubblicazioni del DISAT che sono state sottoposte ad ANVUR, e per le quali sia stato possibile fare una pre-valutazione indicativa sulla base delle apposite tabelle pubblicate dai GEV delle varie aree, andrebbero a collocarsi in fasce di eccellenza (25%) o di eccellenza con elevato impatto (61%) nel contesto di un'analisi esclusivamente bibliometrica. Questi dati, pur essendo puramente indicativi, permettono un confronto diretto coi dati preliminari raccolti durante la campagna per il

precedente esercizio VQR (2011-2014): in quel caso, la prevalutazione bibliometrica condotta dal team dipartimentale VQR aveva evidenziato la seguente collocazione, nelle prime quattro classi, dei lavori che sono poi stati sottoposti a ANVUR: 67 A (57%), 21 B (18%), 8 C 7%, 1 D (< 1%); per le rimanenti 21 pubblicazioni, non erano state resi disponibili dai GEV i dati necessari per permettere alla commissione di effettuare una pre-valutazione bibliometrica utile ai fini VQR.

Per quanto riguarda gli assegnisti di ricerca, tutti hanno raggiunto gli obiettivi definiti nella precedente programmazione (minimo 2 articoli all'anno su riviste con *referee*) con un'ampia percentuale che ha superato ampiamente i minimi, pubblicando fino a 25 lavori in poco più di 3 anni. Nell'[Allegato 1](#) sono sintetizzati i premi e i riconoscimenti ottenuti dal personale DISAT nel triennio 2018-2020.

## 2.2 Aree di Ricerca del Dipartimento e sintesi delle linee di ricerca

I principali ambiti di ricerca del DISAT sono sintetizzabili nelle seguenti tematiche:

- Cambiamenti Climatici in ambito terrestre e marino
- Sostenibilità delle attività antropiche nei diversi ecosistemi
- Monitoraggio ambientale e geologico e valutazione dei rischi in ambito terrestre e marino
- Gestione delle risorse naturali terrestri e marine
- Caratterizzazione dei geomateriali e modellizzazione dei processi geologici
- Tettonica e processi erosivi e sedimentari
- Geodinamica e petrogenesi dei processi subduttivi

Lo sviluppo sinergico delle aree di ricerca nell'ambito biologico, chimico, fisico e geologico ha permesso di ampliare nel triennio 18-20 gli ambiti di ricerca e implementare i relativi risultati, come esposto nel paragrafo precedente. Si riporta una sintesi dei cluster di ricerca nei quali confluiscono le numerose e sfaccettate competenze presenti nel DISAT.

### 2.2.1 Cambiamenti Climatici in ambito terrestre e marino

Sin dalla lontana istituzione del Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e del Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie, i cambiamenti climatici sono stati uno dei temi di riferimento dell'Ateneo e dei, allora 2, Dipartimenti. A partire dal CryoLab nel lontano 1992, dove vennero sviluppate le tematiche paleoclimatiche polari, le attività si sono ampliate andando a coprire una parte significativa degli aspetti scientifici legati ai cambiamenti climatici. Oggi con il nuovo Centro interdipartimentale sui Cambiamenti Climatici, il laboratorio di Glaciologia e Paleoclima EUROCOLD Lab (EUROpean COLD laboratory facility), il Centro Polaris (Polveri In Ambiente e rischio sulla Salute), il Centro CUDAM (Centro Universitario per le Datazioni di Milano-Bicocca), e il MarHE Center focalizzato sugli ambienti marini tropicali, nel DISAT (Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra) si arriva a coprire aspetti multidisciplinari della comprensione, monitoraggio, valutazione e gestione dei Cambiamenti Climatici. Questa tematica di ricerca si occupa in effetti, di analizzare le componenti e le reciproche relazione del sistema climatico: atmosfera, idrosfera, criosfera, biosfera, antroposfera. Su questa tematica è stato impostato il Progetto Dipartimentale DIPARTIMENTI DI ECCELLENZA, nell'ambito del quale verranno attivati altri due laboratori dipartimentali GEMMA e PROVENANCE.

In particolare vengono studiati i seguenti aspetti:

- ricostruzioni paleoclimatiche su diverse scale temporali e in diversi ambiti:

- evoluzione climatica in aree polari ed alle medie latitudini da stratigrafie glaciologiche (carote di ghiaccio), analisi dei meccanismi che regolano la variabilità climatica naturale al fine di comprendere la risposta del sistema climatico rispetto alle attività antropiche.
- ciclo degli aerosol minerali trasportati a lungo raggio dalle aree continentali alle calotte polari nel tardo Quaternario e in epoca attuale. Ricostruzione della paleo-circolazione atmosferica, effetti radiativi delle polveri eoliche, impatto sul clima e sui cicli biogeochimici.
- registrazione del cambiamento climatico in corso e nel recente passato negli organismi bentonici e planctonici, anche attraverso *proxies* biogeochimici, nei sedimenti e nelle rocce sedimentarie del passato.
- variazioni climatiche ed oceanografiche tramite *proxy* biogenici (nannofossili, diatomee, silicoflagellati, foraminiferi planctonici) e *transfer function*;
- effetti sulle dinamiche ambientali prodotti da cambiamenti climatici e attività umane:
  - impatto della degradazione del permafrost e del ritiro dei ghiacciai sulla produzione e il trasporto di sedimento in bacini montani,
  - impatto dei cambiamenti climatici sulla biodiversità (distribuzione e morfologia delle specie),
  - effetto dei cambiamenti climatici sulla vegetazione e sulla fauna,
  - instabilità prodotta dalle variazioni del livello del mare,
  - valutazione della risposta dei produttori di carbonati biogenici all' "acidificazione marina";
  - cambiamenti climatici, principali modi di circolazione atmosferica e processi di mescolamento profondo dei laghi e cicli fito- e zooplanctonici, interazioni e sinergie tra cambiamento climatico e altri stressori ambientali sulla composizione, abbondanza e fenologia delle comunità algali e zooplanctoniche (con focus sui cianobatteri).
  - impatto dei cambiamenti climatici sulle scogliere coralline e messa a punto di nuovi approcci ecologici finalizzati al loro ripristino
- modelli previsionali delle alterazioni bio-ecologiche, chimiche e fisiche prodotte nelle differenti matrici ambientali:
  - evoluzione degli areali e dei cambiamenti di nicchia ecologica di alcuni *taxa* animali quali *proxy* per comprendere l'evoluzione della biodiversità e delle funzionalità ecosistemiche (distribuzione e morfologia delle specie),
  - analisi degli scenari futuri, con particolare riferimento alle specie invasive,
  - eventi climatici estremi;
- processi che influenzano la dinamica del clima:
  - interazioni tra le diverse componenti del sistema climatico,
  - modellistica climatica a diversi gradi di complessità;
- inventario del carbonio:
  - emissioni di gas a effetto serra dai suoli di vari ambienti, naturali e antropizzati, con verifica delle relazioni fra entità delle emissioni e modalità di gestione del suolo,
  - accumulo di C nel suolo e bilancio della sostanza organica (suolo e oceani come accumulatori-emettitori di CO<sub>2</sub>),
  - processi petrologici e dinamiche all'interno della Terra e loro impatto sui flussi di carbonio (litosfera subdotta al mantello e meccanismi di degassamento profondo);
- educazione ambientale compresi i meccanismi di formazione dei futuri docenti, amministratori e *decision makers* sui cambiamenti climatici.

### **2.2.2 Sostenibilità delle attività antropiche nei diversi ecosistemi**

È ormai ampiamente riconosciuta la necessità di passare da una crescita basata sulle "risorse illimitate" a uno "sviluppo sostenibile", che fa fronte alle necessità del presente, senza

compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare le proprie esigenze.

In questo ambito, presso il DISAT vengono effettuate sia ricerche di base sia messa a punto di processi a basso impatto ambientale per la preparazione di prodotti a partire da fonti rinnovabili; vengono studiati i cicli produttivi con l'obiettivo di effettuare interventi mirati, volti alla prevenzione della formazione di sottoprodotti potenzialmente dannosi, inoltre, vengono sviluppati interventi di riqualificazione e recupero. In particolare, le tematiche di ricerca di frontiera sono:

### **Eco-innovazione di processi e prodotti**

- Punto di deliquescenza e cristallizzazione del particolato atmosferico;
- Studio modellistico di processi di adsorbimento e reattività di composti organici su particolato atmosferico;
- Processi di formazione di particolato atmosferico secondario e primario, studi in *smog-chamber*;
- Interazione del particolato atmosferico e piante allergiche;
- Produzione di biocarburanti e materiali biodegradabili e innovativi a partire da fonti lignocellulosiche.
- Studio computazionale di proprietà spettrofotofisiche di complessi metallo-organici di ioni lantanidi come concentratori solari luminescenti;
- Composti metallorganici con nuove proprietà elettroniche;
- Studio teorico di sistemi enzimatici coinvolti nella trasformazione di piccole molecole di rilevanza ambientale;
- Sviluppo di catalizzatori innovativi mediante studi modellistici e su scala di laboratorio;
- Prevenzione, misura e mitigazione degli impatti sull'ambiente dei processi termici: studio dei meccanismi di formazione e distruzione di microinquinanti organoclorurati;
- Processi di recupero di materia ed energia da sottoprodotti o rifiuti;
- Valutazione dell'impatto ambientale dell'intero ciclo di vita di un prodotto secondo l'approccio del *Lyfe Cycle Thinking*.
- Studio sull'uso di enzimi e sistemi biomimetici per la modifica di polifenoli e realizzazione di nanostrutture (fibre, particelle) basate su polifenoli.
- Realizzazione di polimeri funzionali su base di lignina raffinata e omogeneizzata per applicazioni biomedicinali.

### **Ambienti degradati e/o contaminati**

- Riqualificazione ambientale;
- Phytoremediation;
- Processi di depurazione delle acque reflue;
- Utilizzo di microalghe per la depurazione di reflui urbani e industriali e valorizzazione della biomassa prodotta;
- Sviluppo di tecniche analitiche per il monitoraggio di inquinanti emergenti e sostanze di interesse in campo ambientale, alimentare, tossicologico e forense;
- Definizione dei deflussi minimi vitali nei corsi d'acqua e ottimizzazione della gestione delle derivazioni;
- Caratterizzazione e studio di minerali potenzialmente utili come trappole per radionuclidi e di minerali secondari che si possono formare nel confinamento di scorie nucleari;
- Studi per la valutazione e la riduzione dell'inquinamento acustico.
- Caratterizzazione e monitoraggio di suoli contaminati.
- Studio dell'erosione in suoli di ambiente montano.

- Sviluppo di metodologie di biorisanamento per il trattamento di siti contaminati e la valutazione dei processi biologici in ambienti contaminati
- Studio delle comunità microbiche in ambienti, contaminati e non, e definizione dei processi che ne determinano la struttura.
- Studio della produzione di polifenoli nelle (micro)alghae in funzione dell'inquinamento da nitrati e fosfati delle acque superficiali a fini di monitoraggio e analisi.
- *Coral Restoration*
- Valutazione stato di salute coralli

#### **Sistemi agricoli e forestali**

- Energia rinnovabile da biomassa;
- Ottimizzazione della filiera legno.

### **2.2.3 Monitoraggio ambientale e geologico e valutazione dei rischi in ambito terrestre e marino**

La conoscenza delle caratteristiche fisiche, chimiche, biologiche e geologiche dell'ambiente e del territorio, sia naturale che sottoposto ad alterazioni di origine antropica, è il punto di partenza fondamentale per qualunque tipo di attività volta alla gestione, alla conservazione e al recupero dei sistemi ambientali e delle risorse naturali nonché alla protezione dell'uomo e delle sue attività. Si tratta quindi di una attività trasversale ai vari cluster.

In particolare, rappresenta la base conoscitiva essenziale per la valutazione, la previsione, la prevenzione e la mitigazione dei rischi ambientali e geologici. Questa tematica strategica e multidisciplinare, sia pure con diverse modalità e metodologie, ha sempre rappresentato uno dei principali filoni di ricerca di entrambe le sezioni del Dipartimento.

Le principali linee di ricerca di queste complesse tematiche, sviluppate anche in relazione alle esigenze delle normative Europee (quali Direttiva Quadro sulle Acque, Direttiva Habitat, REACH, ecc.) possono essere sintetizzate come segue.

#### **1. Monitoraggio ambientale**

- Sviluppo di tecniche di telerilevamento per lo studio e la modellizzazione di processi ambientali in sistemi naturali e semi-naturali a scala locale, regionale e globale.
- Monitoraggio delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dei diversi comparti degli ecosistemi acquatici e terrestri.
- Monitoraggio e classificazione di habitat e paesaggi
- Realizzazione di banche dati ambientali territoriali utilizzando metodi e strumenti della geomatica a supporto delle problematiche Geologico Ambientali.
- Monitoraggio acustico in ambito urbano e extraurbano.

#### **2. Rischi ambientali**

- Sviluppo applicazione e validazione di modelli per la previsione della distribuzione e destino ambientale di contaminanti, naturali e xenobiotici, nei diversi comparti ambientali (acque superficiali e sotterranee, aria suolo, sedimenti, biomassa).
- Studio *in vivo*, *in vitro* e *in silico* degli effetti, sull'uomo e sull'ambiente, di contaminanti ambientali tradizionali e emergenti, inclusi nanomateriali.
- Studi di modellistica molecolare per la comprensione dei meccanismi di azione biologica di contaminanti ambientali.

- Sviluppo di modelli QSAR (Quantitative Structure Activity Relationships) per la predizione *in-silico* delle proprietà ambientali e tossicologiche di sostanze chimiche.
- Valutazione degli effetti di fattori multipli di stress (chimici, fisici, biologici, climatici, ecc.) per l'uomo e per l'ambiente a diversi livelli gerarchici di organizzazione bio-ecologica (dalla cellula al paesaggio).
- Stima, caratterizzazione e mappatura del rischio per l'uomo e per l'ambiente e delle alterazioni degli ecosistemi acquatici e terrestri a diversi livelli di scala (locale, regionale, globale).
- Valutazione d'Impatto Ambientale e Valutazione Ambientale Strategica.

### 3. Rischi geologici

- Genesi ed evoluzione delle forme del rilievo sommerso e valutazione dei rischi geologici in ambiente marino.
- Paleosismologia, pericolosità sismica e vulcanica.
- Previsione di instabilità di versante, sviluppo di modelli evolutivi e criteri di allertamento.
- Valutazione dei rischi di degrado (erosione, acidificazione, salinizzazione, contaminazione) dei suoli.
- Valutazione di pericolosità, rischio e multi-rischio di fenomeni naturali, dell'efficienza di interventi di mitigazione e degli impatti geomorfologico-ecologici di opere idrauliche.
- Caratterizzazione dell'attività sismica preistorica, e valutazione delle zone di debolezza sui vulcani attivi.

#### 2.2.4 Gestione delle risorse naturali terrestri e marine

Le risorse naturali del nostro pianeta, se opportunamente valorizzate, utilizzate e trasformate, sono in grado di dare un contributo significativo alla valorizzazione ambientale e all'evoluzione del sistema socio-economico, venendo dunque ad assumere un'importanza strategica. La gestione di queste risorse deve essere quindi orientata a conciliare la dimensione ambientale e territoriale con quella antropica. Le linee di ricerca sviluppate nel DISAT in questo ambito sono numerose, rivolte sia allo studio di risorse rinnovabili che non rinnovabili, con un approccio multidisciplinare tra ecologia, biologia, chimica, geologia e fisica che caratterizza il nostro dipartimento fin dalla sua costituzione.

1. **Risorse idriche superficiali e sotterranee** - Le risorse idriche rappresentano un settore strategico per l'intera comunità e, nell'ambito della multidisciplinarietà del nostro dipartimento, vengono analizzate nello spettro più ampio possibile. In particolare gli aspetti sviluppati sono:
  - la valutazione della qualità degli ambienti lentici (laghi, paludi stagni) e lotici (ruscelli, torrenti, fiumi), e recupero della loro naturalità e funzionalità; lo studio, valorizzazione e potenziamento della biodiversità strutturale e funzionale degli ecosistemi acquatici;
  - la pianificazione dell'uso sostenibile della risorsa idrica a livello di bacino con valutazione degli effetti di pressioni multiple sugli ambienti fluviali e identificazione di strategie e interventi per minimizzarne gli impatti, con particolare riferimento ai deflussi ecologici;
  - lo studio e la modellazione dei sistemi idrogeologici, in terreni porosi, per la caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle risorse idriche sotterranee e loro relazione con le acque superficiali: valutazione della percolazione di nitrati e pesticidi in falda attraverso la zona non satura; flusso e trasporto, anche reattivo, delle contaminazioni naturali ed antropiche negli acquiferi superficiali e profondi;
  - lo studio delle acque sotterranee in acquiferi fessurati e carsici tramite analisi con traccianti fluorescenti, monitoraggio in pozzo dei flussi verticali e indagini idro-geofisiche; la modellazione

di flusso acque sotterranee per problemi di stabilità dei versanti, la gestione e contaminazione delle risorse idriche;

- lo studio di problematiche idrogeologiche in paesi in via di sviluppo nel contesto della cooperazione internazionale, in collaborazione con Organizzazioni Non Governative;
- l'ideazione, sviluppo e implementazione di banche dati idrogeologiche per ricostruzioni tridimensionali delle caratteristiche degli acquiferi.

2. **Biodiversità vegetale e animale** - Linea di ricerca molto articolata all'interno del dipartimento, rivolta anche all'educazione ambientale e alla divulgazione scientifica, si declina in:

#### Ambiente terrestre

- studio, monitoraggio, conservazione, recupero e protezione della biodiversità animale e vegetale e dei servizi ecosistemici;
- identificazione di modelli di gestione ambientale e territoriale sostenibili per la conservazione della biodiversità e dei servizi ecosistemici e analisi degli impatti antropici sulla biodiversità;
- conservazione del suolo, gestione e pianificazione del territorio e del paesaggio;
- utilizzo di tecniche acustiche per la valutazione della qualità dell'ambiente terrestre.

#### Ambiente marino

- biodiversità e conservazione degli organismi biocostruttori marini;
- mappatura, caratterizzazione e modellizzazione della distribuzione di habitat bentonici a diverse scale spaziali;
- valutazioni d'impatto delle pressioni antropiche e dell'evoluzione dell'ambiente bentonico in epoca storica;
- utilizzo di tecniche acustiche per la valutazione dell'ambiente marino.

3. **Idrocarburi** - Le attività scientifiche nel settore della ricerca di idrocarburi possono essere riassunte in due linee:

- sviluppo di metodi per l'individuazione di tipologie non convenzionali di reservoir, come lo studio delle associazioni di minerali pesanti coadiuvato da tecnologie innovative (e.g., Raman, QEMSCAN) per l'analisi di provenienza e la correlazione in assenza di marker biostratifici, in collaborazione con Centri di Eccellenza europei;
- studio della genesi, composizione e struttura di rocce organogene come potenziali reservoirs.

4. **Estrazione di materiali e geositi** - La ricerca svolta in dipartimento si articola:

- nella ricerca e caratterizzazione chimica, petrografica, mineralogica e tecnica di minerali metallici, rocce e minerali industriali e rocce ornamentali;
- nello studio delle problematiche ambientali legate all'estrazione e lavorazione di materie prime minerarie.

5. **Suoli** – Le ricerche sui suoli toccano in particolare tre tematiche:

- cartografia pedologica di semidettaglio (a indirizzo tassonomico e per proprietà e caratteristiche dei suoli), con esplicitazione del modello suolo-paesaggio e ricorso a tecniche di *digital soil mapping* (metodi statistici, reti neurali artificiali);
- cartografia di grande dettaglio di caratteri dei suoli, ottenuta a partire da rilievi geofisici a tutto campo e tramite campionamenti mirati dei terreni, a servizio delle tecniche di agricoltura di precisione;

- valutazione dello stoccaggio di carbonio nel suolo sotto forma di sostanza organica, in relazione a diversi utilizzi (agricolo, forestale, pastorale, antropico) e a varie pratiche gestionali, nell'ottica della riduzione della CO<sub>2</sub> atmosferica.

### **2.2.5 Caratterizzazione e modellazione dei geomateriali in ambito geologico, geomorfologico e applicativo**

L'ambito di ricerca integra diverse competenze nello studio delle proprietà idro-meccaniche e dei meccanismi di deformazione, viscosità e rottura dei geomateriali a diversa scala spaziale (da micro a macro) e temporale (da processi di lunghissima durata a quelli catastrofici), in diverse condizioni di sollecitazione e in relazione a varie applicazioni. Queste includono: deformazione tettonica; sismogenesi; evoluzione geomorfologica del paesaggio, anche in relazione a cambiamenti climatici; ricerca e sfruttamento di fluidi e minerali strategici e industriali; utilizzo del sottosuolo per lo stoccaggio di fluidi e gas (es. CO<sub>2</sub>) e analisi dei rischi connessi; circolazione di fluidi e utilizzo a fini geotermici; scavi in sotterraneo; interazioni tra opere di ingegneria e ambiente geologico; controllo delle condizioni termiche di acquiferi come marker di variazioni climatiche e disturbo antropico; analisi dei processi di instabilità dei versanti (nucleazione, evoluzione temporale, collasso) e prevenzione/mitigazione dei rischi connessi, in diversi contesti geodinamici e morfoclimatici.

Le proprietà fisiche dei geomateriali sono il risultato della sequenza di processi geologici che ne hanno caratterizzato la formazione ed evoluzione. Inoltre, una robusta comprensione del comportamento e delle proprietà dei geomateriali è fondamentale per modellizzare i processi geologici e risolvere problemi applicativi.

**Obiettivi generali** delle ricerche sono quindi:

- caratterizzare quantitativamente le proprietà fisiche e idro-meccaniche dei geomateriali;
- analizzare i processi che ne controllano l'evoluzione sul lungo e breve termine;
- modellizzare gli aspetti idro-meccanici di problemi geologici, geomorfologici e applicativi.

Questi sono perseguiti con **attività di ricerca** condotte a diversa scala e in diverse condizioni:

- microscala: caratterizzazione microstrutturale e tessiturale di rocce con fabric complesso, tramite microscopia ottica, elettronica e analisi d'immagine; caratterizzazione delle proprietà fisiche delle rocce tramite analisi non distruttive (MicroCT, porosimetria, analisi tribologiche, propagazione di onde elastiche, analisi termografiche); modellizzazione microfisica delle proprietà reologiche;
- micro-mesoscala: caratterizzazione fisica e idro-meccanica di terreni e rocce a bassa ed elevata resistenza in laboratorio e sito, in diverse condizioni di sollecitazione, sviluppo di tecniche e apparecchiature innovative per la modellazione costitutiva; caratterizzazione e modellazione del comportamento reologico ed idromeccanico, anche tempo-dipendente), di rocce di faglia e zone di taglio cataclastiche associate a processi superficiali (es. grandi frane); modellazione costitutiva di fenomeni di degradazione chimico-fisica di rocce tenere e di processi di danneggiamento e rottura progressiva di rocce fragili;
- meso-macroscale: caratterizzazione geometrica e idro-geomeccanica di ammassi rocciosi fratturati tramite tecniche di terreno, ricostruzione di *Digital Outcrop Models* da rilievi 3D (es. TLS, fotogrammetria), analisi quantitative da dati telerilevati da piattaforme terrestri, avioniche e satellitari (termografia IR, sensori multispettrali, SAR); modellazione di reti discrete di fratture (DFN) con applicazione a zone di faglia, stabilità dei versanti, circolazione di fluidi idrotermali, e idrocarburi; modellazione geologica 3D di unità tettoniche e strutture geologiche con tecniche di rilievo tradizionali, *remote sensing* e integrazione GIS, per studi di geologia e tettonica

regionale, tettonofisica e paleostress, sismogenesi, ricostruzione di sezioni bilanciate e relative applicazioni (es. idrocarburi), modellazione numerica di processi geodinamici; modellazione numerica del comportamento idro-chemo-termo-meccanico di terreni e rocce.

Le diverse attività di ricerca contribuiscono in modo sinergico alla soluzione di problemi di ricerca di base ed applicata, che possono essere riuniti nelle seguenti **macro-tematiche**.

### **Caratterizzazione sperimentale e modellazione costitutiva di materiali e strutture geologiche.**

Obiettivi: fornire contributi nel campo della caratterizzazione e modellizzazione fisico-meccanica dei geomateriali a diversa scala spaziale e temporale, con riferimento a: caratterizzazione sperimentale di materiali e strutture geologiche, modellazione costitutiva del comportamento idro-meccanico dei materiali, studio dei processi di interazione fluido-roccia, alterazione, danneggiamento, deformazione e rottura e relativi effetti sulle proprietà dei materiali. Applicazioni a: problemi geologico-applicativi, geomorfologici ed ingegneristici (es. stabilità dei versanti, miniere e scavi in sotterraneo, grandi opere); faglie sismogenetiche; circolazione di geofluidi (idrotermali, idrocarburi, acqua, CO<sub>2</sub>).

### **Modellazione geologica e geomeccanica 3D a scala di sito**

Obiettivi: sviluppare tecniche innovative e integrate di caratterizzazione e modellazione geologica e geomeccanica quantitativa a partire da dati di laboratorio, cartografia geologica sul terreno e Digital Outcrop Models, e remote sensing (es. satellitare, fotogrammetria, laser scanner), come base per la rappresentazione geologica 3D, la ricostruzione dei processi geologici e geomorfologici e la soluzione di problemi applicativi attraverso specifici modelli.

### **Modellazione numerica avanzata per applicazioni geologiche, geomorfologiche e geologico-applicative**

Obiettivi: simulare processi idraulici (circolazione di fluidi e interazione fluido-roccia) e meccanici (danneggiamento, deformazione tempo-dipendente e rottura di geomateriali ad alta e bassa porosità) rilevanti per la soluzione di problematiche geologiche (es. sismogenesi, tettonica attiva), geomorfologiche (es. evoluzione degli sforzi topografici e influenze su processi di danneggiamento ed evoluzione del paesaggio in diversi sistemi morfogenetici) e ingegneristiche (scavi in sotterraneo, stabilità dei versanti a diversa scala spaziale/temporale, interazione geomateriali-strutture).

### **2.2.6 Tettonica e processi erosivi e sedimentari**

L'oggetto della ricerca sono i processi tettonici ed erosivi che determinano l'evoluzione della superficie terrestre e la quantificazione dei flussi di sedimento che ne derivano considerando un'ampia gamma di scale spaziali e temporali.

I processi naturali di produzione e trasporto dei sedimenti sono stati modificati in modo spesso radicale nell'ultimo secolo a causa dell'aumento esponenziale della popolazione e delle attività umane. La costruzione di dighe, sia all'interno dei bacini idrografici montani sia lungo il corso dei fiumi di pianura, associata all'estrazione dei sedimenti prelevati in alveo ha portato ad un decremento dei sedimenti fluviali totali trasportati. Inoltre, la stabilizzazione del reticolo idrografico attraverso la canalizzazione dei fiumi e dei suoi affluenti ha interrotto il processo che permetteva loro di divagare

all'interno delle pianure. Questo sta determinando una serie di gravi problemi ambientali, dal rapido interrimento di canali e serbatoi, all'erosione accelerata dei delta e delle aree costiere.

Solo una conoscenza profonda dei sistemi naturali, dei loro equilibri e della loro vulnerabilità può consentire di ottimizzare l'uso del territorio e la preservazione delle risorse naturali lungo ogni singolo bacino idrografico, che rappresenta un'unica unità fisiografica integrata dalle aree montuose a quelle costiere.

#### I punti qualificanti della nostra ricerca sono:

La caratterizzazione tessiturale, petrografica, mineralogica, geochimica e geocronologica delle diverse frazioni granulometriche dei sedimenti, con lo scopo di comprendere e ricostruire in modo quantitativo le dinamiche erosive nelle aree sorgenti e di accumulo nei bacini sedimentari, in risposta soprattutto al regime tettonico, alle variazioni climatiche, e alle attività umane.

Lo studio multidisciplinare delle successioni stratigrafiche, che registrano le diverse fasi dell'evoluzione ed esumazione orogenica e preservano informazioni sui livelli strutturali ormai erosi non desumibili dall'analisi delle rocce affioranti.

Lo studio dei rapporti tra processi tettonici e lo sviluppo dei bacini sedimentari e sul ruolo giocato dal controllo delle strutture tettoniche sin-sedimentarie sulla struttura delle catene.

La quantificazione dei flussi di sedimento attuali dovuti a movimenti in massa e al trasporto fluviale in relazione a condizionamenti litologici e Quaternari, unitamente alle forzanti climatiche ed antropogeniche attuali.

#### Tematiche di ricerca:

Le ricerche hanno come filo conduttore lo studio quantitativo della composizione dei sedimenti come chiave di comprensione dei fenomeni geologici a grande scala. Il nostro obiettivo primario è ricostruire in modo quantitativo le dinamiche erosive nelle aree sorgenti e di accumulo nei bacini sedimentari, in risposta soprattutto al regime tettonico, alle variazioni climatiche, e alle attività umane. Dopo avere utilizzato soprattutto metodologie classiche (petrografia in sezione sottile, analisi dei minerali pesanti), nel corso del tempo abbiamo aggiunto sempre nuove tecniche innovative per lo studio dei sedimenti, tra cui le analisi diffrattometriche, chimiche, geocronologiche, isotopiche (Sr, Nd), e soprattutto la spettroscopia Raman.

### **2.2.7 Geodinamica e petrogenesi dei processi subduttivi**

I processi subduttivi giocano un ruolo di primo ordine nella dinamica terrestre. La discesa della litosfera fredda, accompagnata da sismicità e magmatismo di arco, modifica profondamente la struttura termica e chimica del mantello terrestre. La caratterizzazione geodinamica e petrologica dei processi subduttivi profondi richiede quindi un approccio multidisciplinare che permetta l'osservazione e l'analisi dei sistemi naturali a diversa scala.

Gli studi a scala regionale si concentreranno sulla ricostruzione:

- della reologia e dei processi deformativi
- dei percorsi *P-T-t*
- dei meccanismi di esumazione dei complessi rocciosi subdotti
- della geochimica del magmatismo di arco generato durante le fasi di convergenza.

Lo studio delle successioni sedimentarie nei bacini associati alle zone di subduzione fornirà importanti vincoli per la ricostruzione dei processi subduttivi nel tempo e nello spazio. L'analisi geochimica e strutturale alla micro e nanoscala delle rocce metamorfiche e magmatiche e dei loro costituenti mineralogici, associata alla modellizzazione termodinamica e petro-termomeccanica, permetterà di valutare gli effetti della subduzione nel mantello terrestre e di investigare il ciclo

profondo delle fasi volatili C-O-H, governato dalle reazioni metamorfiche ad alta pressione di minerali idrati quali il serpentino. L'analisi strutturale, dalla mega- alla micro- e nano-scala, permetterà di investigare il ciclo sismico lungo le interfacce di placca. Lo studio dei processi di subduzione ed esumazione sarà inoltre applicato agli asbesti naturali presenti in rocce mafiche ed ultramafiche, fornendo i presupposti per una miglior valutazione delle relative ricadute ambientali.

### **Tematiche di ricerca e obiettivi:**

#### **1) Evoluzione geodinamica delle catene collisionali.**

1.1) Evoluzione delle catene collisionali. Riconoscimento della deformazione pre-, sin- e post-collisionale a scala continentale e caratterizzazione degli eventi deformativi e metamorfici attraverso la loro integrazione con datazioni assolute. Integrazione tra dati petrologici e strutturali a scala microcristallina per lo studio di unità ofiolitiche per definirne ambiente di formazione (bacino, retro-arco, intra-arco), età e meccanismi di messa in posto in contesti di prismi di accrezione. Integrazione dei dati strutturali, geochimici, geocronologici in modelli geodinamici, numerici e analogici, finalizzati all'integrazione di diverse basi di dati geologici e alla loro interpretazione quantitativa (Alpi, Appennino, orogenesi Cimmerica: Pamir, Iran, Karakorum). Utilizzo di complessi di subduzione esumati per studiare il ciclo sismico all'interfaccia di placca (terremoti da megathrust oceanici e collisionali). Sviluppo di progetti cartografici.

1.2) Ricostruzione dell'evoluzione tettonica delle zone di arco vulcanico e di retro-arco, e analisi delle relazioni con l'attività vulcanica. Caratterizzazione da un punto di vista geometrico, cinematico e cronologico, delle principali strutture presenti nelle zone di intra-arco e retro-arco di margini convergenti attivi, con particolare riferimento all'evoluzione mio-pliocenica e quaternaria. I dati raccolti sono confrontati con la distribuzione e tipologia degli edifici vulcanici nel tempo e interpretati anche tramite la modellizzazione dei processi geodinamici, tettonici e vulcanici coinvolti. Particolare riguardo viene dato allo studio delle strutture di alimentazione del magma quali dicchi, inclined sheet e sill, in corrispondenza di sistemi vulcanici erosi, e dei loro effetti sulle deformazioni crostali tramite modelli analogici, numerici e dati di terreno. L'obiettivo finale è di definire le relazioni tra strutture tettoniche e attività magmatica.

1.3) Studio dei processi sedimentari nei margini convergenti. Lo studio petrografico, mineralogico, geochimico e geocronologico delle successioni sedimentarie deposte in bacini di avampaese, oceanici residuali e di forearc rappresenta uno strumento essenziale per ricostruire l'evoluzione nel tempo e nello spazio di un margine convergente. Esiste infatti uno stretto rapporto di retroazione tra processi tettonici e processi sedimentari in atto presso le zone di subduzione. Volumi di sedimenti trasferiti a distanza dalle sorgenti orogeniche alle fosse oceaniche ne condizionano la dinamica di accrezione, i meccanismi deformativi e lo sviluppo della topografia.

1.4) Vincoli cinematici per le ricostruzioni geodinamiche. I vincoli cinematici desunti dall'analisi dei livelli più superficiali delle zone di subduzione, sul terreno e in laboratorio, rappresentano un fondamentale contributo per le ricostruzioni geodinamiche e una chiave interpretativa per le indagini geofisiche di crosta profonda e mantello. Lo studio integrato delle zone di subduzione a diversi livelli strutturali permetterà di indagare fenomeni ampiamente dibattuti, come l'esumazione di rocce di pressione (ultra)alta e il magmatismo in orogeni di tipo alpino.

#### **2) Ciclo profondo terrestre degli elementi volatili e applicazioni dei processi mineralogici e petrologici a scopo ambientale**

2.1) Ruolo dei volatili (C-O-H-S) nel magmatismo orogenico e intraplacca. Caratterizzazione dell'evoluzione delle fasi volatili nei magmi orogenici e intraplacca e analisi dei processi metasomatici nel mantello sorgente volti alla ricostruzione delle relazioni tra magmatismo e geodinamica. Le aree di studio includono: Vesuvio, Campi Flegrei, Yellowstone, Canarie, e Capo Verde.

2.2) Ciclo profondo terrestre degli elementi volatili (C-O-H-S). Analisi degli elementi e dei composti volatili e del loro comportamento ad altissima pressione in minerali e fluidi metamorfici per comprendere il trasferimento di elementi dalla placca in subduzione al mantello ed i successivi processi di degassamento profondo, anche in riferimento allo stato di ossidazione del sistema slab e mantello (es. genesi dei diamanti). Dati provenienti da casi di studio naturali (Alpi Occidentali e Centrali, Western Gneiss Region, Dabie-Sulu) saranno integrati con modelli termodinamici previsionali e chimici computazionali.

2.3) Serpentino: struttura, proprietà ed effetti ambientali. Caratterizzazione cristallografica microstrutturale e nanotribologica dei minerali del gruppo del serpentino atta a spiegare la meccanica delle rocce e i meccanismi di idratazione e carbonatazione del mantello soprasubduzione a profondità di forearc. Utilizzo dell'antigorite come serbatoio per lo stoccaggio di CO<sub>2</sub> ambientale e valutazione delle ricadute ambientali indotte dalla presenza di asbesti naturali.

2.4) Recupero e caratterizzazione di *Critical Raw Materials* (CRM). Ricerca e caratterizzazione di CRM (es. REE, PGE, Co, Ga, Ge, In, Li, Nb, Ta), con particolare attenzione al loro recupero da *tailings* e da sottoprodotti dell'attività mineraria, in un'ottica di economia circolare.

2.5) Simulazione dell'erosione spaziale di silicati e composti carboniosi tramite impulsi laser ad alta energia. Caratterizzazione morfologica, chimica e strutturale di prodotti ottenuti tramite ablazione effettuata con impulsi laser ad alta energia su bersagli solidi minerali e di composti organici al fine di comprendere le trasformazioni indotte dai processi di *space weathering* su corpi planetari.

## 2.3 Progetto di Eccellenza

Il DISAT ha ricevuto nel 2018 il finanziamento MIUR "Dipartimenti di Eccellenza" per un progetto di cinque anni (2018-2022) inerente il cambiamento climatico e avente come obiettivo generale triplice e integrato di: 1) ricostruire i meccanismi che hanno influito sui cambiamenti climatici nel passato, 2) monitorare la situazione attuale e quindi capire il presente, 3) ipotizzare scenari futuri per valutare l'impatto dei cambiamenti climatici sull'ambiente e sulla società per suggerire azioni efficaci di mitigazione e adattamento. Il progetto si articola da una parte in azioni di ricerca che rispondono agli obiettivi del progetto, dall'altra in azioni volte alla creazione e potenziamento di infrastrutture innovative, quali il laboratorio PROVENANCE e il laboratorio GEMMA (Geo Environmental Measuring and Monitoring from multiple pLAtforms), che fornendo una serie di nuove attrezzature permettano di raccogliere immagini e dati geo-ambientali per monitorare le condizioni attuali della superficie del pianeta e valutarne l'evoluzione nel tempo. Sempre parte del progetto è un investimento sull'alta formazione a livello di Lauree Magistrali e Dottorato, sviluppando tematiche inerenti il progetto.

Nel triennio 2021-23 verranno continuate e attivate diverse ricerche su tematiche inerenti il progetto, facilitando le sinergie tra i diversi gruppi di ricerca del DISAT anche mediante l'istituzione di progetti di dottorato e assegni di ricerca su temi interdisciplinari. Le infrastrutture di nuova creazione, Provenance e GEMMA (Geo-Environmental Measuring and Monitoring from multiple pLAtforms), e quelle potenziate mediante il finanziamento MIUR (e.g. laboratorio di Microscopia, EUROCOLD Lab) sono attualmente operative e nel corso del prossimo triennio garantiranno il supporto allo sviluppo e consolidamento di innovative linee di ricerca che vertano su temi di interesse geologico ambientale quali:

1) l'avanzamento della conoscenza del clima nel passato geologico, mediante lo studio di carote di ghiaccio antartico per ricostruire le variazioni di particolato atmosferico durante il Pleistocene medio e superiore, l'analisi di provenienza di sedimenti e polveri atmosferiche, l'analisi delle variazioni nelle componenti biotiche dell'ecosistema marino, l'analisi e modellazione delle relazioni tra deformazione

tettonica e evoluzione geomorfologica a diverse scale areali e temporali in aree tettonicamente attive, lo studio del ciclo terrestre del carbonio alla scala geologica;

2) lo Sviluppo di tecniche avanzate di monitoraggio e analisi per capire il presente, come ad esempio il monitoraggio e modellazione dell'impatto della degradazione di masse glaciali e permafrost in ambiente alpino su *rock glacier*, morene e pareti in roccia in cui forti escursioni termiche possano originare frane, il monitoraggio di cambiamenti nell'estensione degli habitat marini sui margini continentali di aree temperate e piattaforme oceaniche di acque equatoriali, lo studio della variazione della temperatura delle acque sotterranee di prima falda e potenziale utilizzo geotermico, l'estrazione e l'elaborazione di informazioni da banche di dati climatici per identificare gli effetti della variabilità naturale e antropogenica a diverse scale.

3) la modellazione dell'impatto futuro di eventi naturali a fini decisionali mediante lo sviluppo di modelli predittivi per la gestione e mitigazione dei rischi naturali, come ad esempio la creazione di mappe di pericolosità di eventi meteorologici estremi, lo sviluppo di scenari di risposta dei produttori di CaCO<sub>3</sub> biogenico e di habitat marini biocostruiti a scala regionale, lo sviluppo di scenari di pericolosità e di evoluzione di frana a scala regionale in relazione a condizioni meteo-climatiche.

## 2.4 Progetti di ricerca

### 2.4.1 Progetti su bandi competitivi (responsabile scientifico un componente del Dipartimento)

Presso il DISAT, per il triennio 2018-2020 risultano in corso o approvati in negoziazione 64 progetti su bandi competitivi con responsabile scientifico affiliato al Dipartimento per un importo complessivo di circa 4.5 MEU. Di questi, 11 sono progetti internazionali, dei quali 7 sono comunitari e 2 nell'ambito di H2020 Sempre considerando il totale dei progetti su bandi competitivi, 29 risultano essere progetti finanziati dal MIUR (PRIN, FFABR, altro tipo), 3 da altri Ministeri e 4 da altri enti pubblici. Tra i restanti 3 sono finanziati da enti regionali o locali e 1 dalla Fondazione *University for Innovation (U4I)*. L'azione del Dipartimento si colloca quindi in piena continuità con il Piano Strategico di Ateneo, che vede nella crescita dei fondi di ricerca competitiva uno dei propri cardini; inoltre, l'approccio del DISAT verso la promozione dell'innovazione è in linea con il Piano Strategico anche per quel che riguarda lo sfruttamento delle opportunità offerte dalla Fondazione U4I. Si allega l'elenco completo dei progetti su bandi competitivi per il triennio 2018-2020 ([Allegato 2](#))

## 2.5 Convenzioni di ricerca con Enti esterni

Il DISAT ha sviluppato fino dalla sua nascita rapporti di ricerca molto stretti con il CNR, prima Centro Alpi di Milano, poi IDPA, oggi IGAG sede di Milano. La convenzione di ricerca, scaduta a fine 2020 è in fase di rinnovo presso gli uffici dell'Ateneo ed è stata deliberata dal Consiglio di Dipartimento a fine 2020. La convenzione prevede la condivisione di alcuni spazi del piano 4 in U1 con la condivisione di strumentazioni e di attività di ricerca da parte di vari gruppi del DISAT, attraverso la predisposizione di specifici progetti di ricerca su temi nei settori di ricerca della geologia e dell'ambiente volti allo studio dell'evoluzione dei sistemi geologico-ambientali, dei rischi e dell'interazione uomo-ambiente. La relazione finale del CNR-IGAG, comprendente i risultati comuni delle ricerche effettuate fino al 2020, è disponibile in [Allegato 3](#).

Sono inoltre stati riallacciati i rapporti con l'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) alla fine del 2020 attraverso una convenzione quadro d'Ateneo sui seguenti temi: sismologia applicata, microzonazione sismica, studio di fenomeni sismoindotti (e.g., liquefazioni e frane) e vulcanotettonica.

In quest'ambito, l'INGV ha finanziato una borsa di dottorato per il XXXVII ciclo per lo sviluppo di ricerche da effettuare attraverso l'utilizzo della DAS (reti a fibra ottica).

È stata attivata poi una convenzione con la Prefettura di Milano per l'acquisizione di prestazioni specialistiche per la determinazione del contenuto quali/quantitativo delle sostanze stupefacenti e psicotrope.

Dal 2021 è attiva un accordo quadro con l'ASI Agenzia Spaziale Italiana, nell'ambito della quale il DISAT si occuperà di sviluppare tematiche relative al *remote sensing* per studi di dinamica ambientale. Nel 2021 è stata stipulato un accordo con il Governo delle Maldive (Ministero della Pesca e Agricoltura e Risorse Naturali) per la realizzazione della stesura del protocollo nazionale, da utilizzare sul territorio Maldiviano per il recupero delle scogliere coralline mediante tecniche di *coral restoration*. Sono inoltre attive numerose altre convenzioni con enti pubblici e stranieri.

## 2.6 Centri di ricerca del DISAT

### 2.6.1 EUROCOLD Lab (EUROpean COLD laboratory facility)

L'infrastruttura EUROCOLD Lab dell'Università Milano-Bicocca è uno tra i più grandi e moderni laboratori freddi ad atmosfera controllata dove si possono conservare, lavorare ed analizzare carote di ghiaccio e campioni glaciologici tramite tecniche analitiche di frontiera. A fianco delle tradizionali attività di Glaciologia e Paleoclimatologia portate avanti sin dal 1992 (CryoLab), EUROCOLD Lab è una grande infrastruttura di Ateneo che ha permesso di implementare metodi ad altissima sensibilità che hanno portato alla nascita di nuovi approcci allo studio della criosfera e della comprensione dei Cambiamenti Climatici.

Il laboratorio copre un'area di 600 m<sup>2</sup> e integra tre tipologie di laboratori interconnessi tra di loro. Le camere fredde permettono di effettuare esperimenti, lavorare e stoccare campioni glaciologici e testare strumentazioni anche di grandi dimensioni a temperatura controllata fino a -50°C. Le camere bianche invece rappresentano ambienti ideali per la decontaminazione, il trattamento e l'analisi in condizioni ambientali controllate (ISO6/ISO5) di campioni glaciologici provenienti soprattutto dalle regioni polari del pianeta, ma anche da aree glacializzate non-polari d'alta quota.

EUROCOLD è sede associata di Glaciologia del Museo Nazionale dell'Antartide, rientrando nel Deposito Nazionale di Campioni Congelati (DeNCC). Alla sede è affidata la conservazione, il trattamento e la movimentazione dei campioni, prelevati nelle spedizioni antartiche PNRA a partire dal 1985, che devono essere conservati a temperature negative.

EUROCOLD è diventato un hub fondamentale a livello internazionale e nazionale nell'ambito di numerosi progetti di ricerca internazionali e nazionali, principalmente finanziati dal Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA), rivolti allo studio dei cambiamenti climatici e del paleoclima, nonché dei processi in ambiente glaciale.

Attualmente tra le linee di ricerca in fase di sviluppo presso EUROCOLD si ricordano:

1- Sviluppo di nuove tecniche ottiche di analisi delle polveri minerali in ghiaccio che permettano di comprendere meglio gli effetti degli aerosol minerali sul trasferimento radiativo in atmosfera nel passato grazie all'accesso diretto alla sezione d'urto di estinzione e allo spessore ottico delle particelle unitamente alla misura della concentrazione a basso fondo delle particelle e alla loro granulometria ad elevata risoluzione spettrale. Nati dalla collaborazione pluriennale tra EUROCOLD e il Laboratorio di Ottica (Dip. Fisica) di UNIMI, anche in collaborazione col Dipartimento Affari Regionali e Autonomie, della Presidenza del Consiglio dei Ministri, questi studi sono oggi in fase di rapido sviluppo che vede la messa a punto anche di un sistema di analisi in continuo, ad oggi in fase progettuale, e di un sistema innovativo di tipo olografico.

2- Studio della radioattività glaciale e delle proprietà chimiche del ghiaccio. L'applicazione alla glaciologia di tecniche radiometriche a basso fondo tipiche della fisica degli eventi rari (Low-Background Instrumental Neutron Activation and Gamma Spectroscopy), ha permesso di implementare metodi non distruttivi ad altissima sensibilità per la caratterizzazione geochemica del particolato atmosferico presente nei ghiacci polari e non-polari e per lo studio della radioattività ambientale nei contesti glaciali. Relativamente a quest'ultima tematica, dall'elevato potenziale di sviluppo, si sottolinea che in pochi anni il laboratorio EUROCOLD e quello di Radioattività del Dipartimento di Fisica, sono diventati un punto di riferimento. La radioattività glaciale si sta rivelando un importante strumento non soltanto per la datazione del ghiaccio, ma anche per la comprensione del comportamento dei ghiacciai e ai fini dello studio dell'impatto delle attività umane sulla criosfera

3 - Sviluppo di nuovi metodi per lo studio dei ghiacci polari basati sulla radiazione di sincrotrone. Negli ultimi anni sono state messe a punto nuove metodologie per lo studio delle carote di ghiaccio antartico con la radiazione di sincrotrone, in collaborazione con l'INFN e il DIAMOND Light Source. È possibile oggi misurare quantità di analita nell'ordine dei picogrammi, rendendo possibile l'osservazione di processi fino ad oggi soltanto ipotizzati da modelli teorici come la neoformazione a temperature criogeniche di nuovi composti in ghiaccio, filone di ricerca che ha destato particolare interesse nell'ambito delle scienze planetarie.

### **2.6.2 GEMMA**

GEMMA (Geo-Environmental Measuring and Monitoring from multiple pLAtforms) è un'infrastruttura scientifico-tecnologica basata su strumentazioni di nuova generazione in grado di effettuare il monitoraggio dell'ambiente, della superficie terrestre, marina e dell'atmosfera con configurazioni innovative. GEMMA si è costituita nell'ambito delle iniziative legate al Progetto di Eccellenza ed è rappresentata da un Comitato Scientifico e una struttura tecnica con competenze in diverse aree di ricerca. Dispone, in particolare, di una flotta di droni equipaggiati con differenti sensori per effettuare misure a distanza di parametri geo-ambientali e di una piattaforma per lo studio dell'idrosfera mediante indagini subacquee:

- 1) sistema ottico-termico integrato su drone DJI Matrice 210: include tre sistemi di ripresa, una camera termica, una camera RGB ad elevata definizione ed una camera multispettrale a nove canali;
- 2) sistema *Near Surface Profile* integrato su drone Matrice 600: sistema georadar multifrequenza che permette indagini da remoto a piccola profondità;
- 3) sistema *3D Digital Outcrop Model*: costituito da droni leggeri (DJI Spark e Mavic) per rilievi 3D equipaggiati con sensori RGB;
- 4) sistema atmosferico integrato su drone DJI Wind 4: comprende sensori meteorologici, un etalometro e radiometri per la determinazione sperimentale del tasso di riscaldamento dell'atmosfera in relazione alla sua composizione chimica.
- 5) sistema idrosfera: piattaforma per l'acquisizione in ambiente marino/lacustre di dati batimetrici ad alta risoluzione tramite ecoscandaglio *Multibeam*.

La strumentazione di GEMMA comprende anche strumenti di laboratorio e di campo per la calibrazione e la validazione dei dati acquisiti dai segmenti avionico e marino. Per il processamento dei dati e la loro archiviazione si avvale della infrastruttura informatica *Cloud Microsoft Azure*, UNIMIB.

Nel triennio 2021-2023 l'attività sarà dedicata alla messa a punto della catena di elaborazione dei dati e alla progettazione di specifici esperimenti di carattere multidisciplinare geo-ambientale e clima. Verranno facilitate le sinergie tra gruppi di ricerca del DISAT e rafforzate collaborazioni in atto, promuovendo *network* con enti di ricerca di eccellenza e attività di trasferimento tecnologico. Il laboratorio GEMMA supporterà inoltre le attività di alta formazione contribuendo alla ricerca

condotta nell'ambito di dottorati di ricerca e tesi di laurea. La strumentazione innovativa del laboratorio verrà anche utilizzata nell'ambito di esercitazioni didattiche previste in diversi insegnamenti, tra cui quelli del nuovo curriculum "*GeoRisk and Climate Change*".

### **2.6.3 PROVENANCE**

Il Centro di Ricerca *Provenance*, costituitosi formalmente di recente nel quadro delle iniziative previste dal Progetto di Eccellenza, darà seguito nel prossimo triennio a una esperienza pluridecennale acquisita nello studio multidisciplinare della provenienza dei sedimenti, documentato da oltre 200 articoli pubblicati dai geologi del DISAT in riviste *Peer Review* a larga circolazione internazionale. Nel corso del prossimo triennio le attività di ricerca proseguiranno su molti fronti, con il contributo di due assegnisti di ricerca e di due dottorandi che lavoreranno su grandi sistemi sedimentari fluviali, eolici, costieri e torbidity soprattutto in Asia, Africa, Sudamerica, e Oceano Indiano. Grazie alla recente acquisizione di nuova strumentazione (spettroscopio Raman e FTIR - spettroscopio a infrarossi in trasformata di Fourier) le ricerche del centro potranno focalizzarsi anche sull'analisi mineralogica delle frazioni più fini (*silt*) e della materia organica, sfruttando le competenze di ricercatori del DISAT sia in campo chimico che in campo geologico. Tali attività verranno avviate anche con il supporto di uno o più nuovi dottorati di ricerca finanziati dal Progetto di Eccellenza, mentre un nuovo Assegno di Ricerca consentirà di sviluppare nuovi studi multidisciplinari applicando tecniche termocronologiche all'evoluzione della catena alpina.

## **2.7 Centri e piattaforme di ricerca interdipartimentali**

### **2.7.1 Piattaforma di microscopia**

La Piattaforma di Microscopia dell'Università Milano-Bicocca (PMiB) è un centro interdipartimentale che riunisce sotto un'unica struttura diversi servizi di microscopia ottica ed elettronica. Fondata nel 2017 per iniziativa dei Dipartimenti di Biotecnologie e Bioscienze, Fisica, Scienze dell'Ambiente e della Terra e di Scienza dei Materiali, la PMiB è volta a soddisfare le sempre crescenti esigenze di caratterizzazione di campioni geologici, materiali e tessuti biologici a scala sub-microscopica. La PMiB offre la possibilità di usufruire del servizio anche a ricercatori di altre università e centri di ricerca pubblici e ai privati sotto forma di ricerca commissionata, secondo modalità stabilite da un Regolamento e costi previsti da un Tariffario. La PMiB annovera tra i suoi strumenti:

- FEG-SEM Zeiss Gemini 500
- TEM JEOL JEM 2100Plus
- TEM JEOL JEM 1220
- SEM Tescan VEGA TS 5136XM
- Microscopio confocale Nikon A1R

Tra questi spiccano strumenti di ultima generazione come il microscopio elettronico a scansione (SEM) Zeiss Gemini 500 ed il microscopio elettronico a trasmissione (TEM) JEOL JEM 2100P. Grazie al finanziamento MIUR per i Dipartimenti di Eccellenza, è stato possibile ampliare le capacità analitiche del SEM Zeiss Gemini 500 con l'acquisizione di un Rivelatore Argus FSE/BSE di supporto alle indagini EBSD e di un sistema di microanalisi in dispersione di lunghezza d'onda Bruker Quantax WDS – XS200i da usare in combinazione con l'esistente sistema EDS. Inoltre, sono stati acquisiti una lappatrice a vibrazione "Shapir Vibro" ed un metallizzatore Quorum Q150T ES per la preparativa SEM. Allo stato attuale, il SEM Zeiss Gemini 500 rappresenta quindi uno strumento top di gamma, estremamente ben equipaggiato sia per la capacità analitiche che per la preparativa. Per quanto riguarda il TEM JEOL 20100P, è in corso un progetto di upgrade, cofinanziato dal Progetto di Eccellenza, che prevede

l'acquisto di un assottigliatore ionico di precisione (PIPS) per la preparativa di campioni massivi ed un porta-campioni raffreddante per lo studio dei materiali sensibili. Queste acquisizioni renderebbero il TEM JEOL 2100P uno strumento molto versatile, adatto allo studio di una più ampia varietà di campioni geologici, biologici e materiali.

### **2.7.2 Piattaforma di spettrometria**

La piattaforma interdipartimentale di Spettrometria di massa è stata costituita nel 2019 per iniziativa del dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra e del dipartimento di biotecnologie e bioscienze.

Ospita due Strumentazione: Orbitrap Fusion™ Tribrid™ accoppiato a EASY-nLC 1000 UHPLC e TSQ Quantum™ Access MAX accoppiato a UltiMate 3000 UHPLC (Thermo Fisher Scientific).

La piattaforma di spettrometria di massa è volta all'analisi di piccole e grandi molecole da campioni purificati o da matrici complesse per quantificazione, caratterizzazione strutturale e studi omici con altissima risoluzione.

Gli strumenti sono prevalentemente utilizzati come supporto alla ricerca interna ma anche a ricerche esterne secondo modalità stabilite da un Regolamento e costi previsti da un Tariffario.

### **2.7.3 Centro POLARIS (Polveri In Ambiente e rischio sulla Salute)**

Il Centro di Ricerca POLARIS (Polveri in Ambiente e Rischio per la Salute), con sede presso il Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra, è stato istituito nel 2008. Ad oggi il Centro conta 36 afferenti tra docenti e ricercatori di UNIMIB e di altre istituzioni. Alle attività del Centro collaborano al momento anche 1 tecnologo, 1 tecnico, 2 assegnisti di ricerca, 1 dottorando e 1 borsista. Il Centro collabora attivamente con diverse Università, Istituti di ricerca e aziende del territorio per sviluppare progetti di ricerca collaborativa e commissionata. Il Centro è stato rinnovato nel 2017 e ulteriormente prorogato nel 2020.

Le principali tematiche di ricerca del Centro sono state le seguenti: i) il monitoraggio e la caratterizzazione chimico-fisica e biologica delle polveri in ambiente e il loro impatto sui sistemi viventi; ii) la valutazione della sicurezza delle nanotecnologie per la salute dell'uomo e dell'ambiente; iii) la valutazione della sostenibilità ambientale di prodotti e processi.

Nel 2021 il Centro verrà rifondato, ampliando i settori di ricerca e allargando ulteriormente alla partecipazione di altri Dipartimenti di UNIMIB e di altri ricercatori italiani e stranieri sui temi legati a Salute e Sostenibilità Ambientale. Il progetto per i prossimi anni è rivolto allo sviluppo di ricerche in linea con il *Green Deal* europeo e la strategia *One Health*, in cui i temi ambientali, anche legati ai cambiamenti climatici e alla diffusione di agenti patogeni, sono messi al centro sia degli aspetti inerenti alla prevenzione e mitigazione degli effetti sulla salute, sia della sostenibilità di processi (innovativi) di produzione di beni e servizi. In particolare, le seguenti 4 aree tematiche sono state identificate come caratterizzanti per lo sviluppo di progetti interdisciplinari all'interno di POLARIS:

- 1) Qualità dell'aria e impatto sulla salute umana e ambientale
- 2) Sviluppo di (nano)tecnologie innovative, sicure e sostenibili
- 3) Valutazione degli impatti ambientali, economici e sociali di prodotti e processi in ottica di sostenibilità e circolarità
- 4) Studio di contaminanti emergenti (incluse micro- e nano-plastiche), del loro impatto sulla salute e di strategie di prevenzione e mitigazione dei rischi.

Tale progettualità consentirà di formare e dare opportunità di lavoro a giovani ricercatori, di implementare le infrastrutture di ricerca, di promuovere l'internalizzazione, di collaborare con le attività di alta formazione e di promozione delle politiche di sostenibilità dell'Ateneo e del territorio.

#### **2.7.4 Centro CUDAM (Centro Universitario per le Datazioni di Milano-Bicocca)**

Il CUDAM, nato e vissuto come Centro Interdipartimentale, si appoggia fra gli altri Dipartimenti anche al DISAT, che mette a disposizione apparecchiature e personale per la ricerca geocronologica e archeometrica. Le pubblicazioni del CUDAM in conto DISAT per il periodo 2018-2020 sono state 28 lavori ISI e circa 20 tra riassunti (non successivamente pubblicati) e *proceedings* di conferenze.

#### **2.7.5 MaRHE Center (Marine Research and High Education Center)**

MaRHE è un Centro Interdipartimentale il cui comitato scientifico è rappresentato per il 50% da membri afferenti al DISAT. Il Centro ospita in loco ogni anno circa il 50% degli studenti iscritti al Corso di Laurea in *Marine Sciences* per attività di stage e tesi ed è inoltre scelto come luogo per lo svolgimento di stage da parte di numerosi studenti iscritti alle lauree triennali afferenti al DISAT. MaRHE Center ha una forte valenza internazionale rafforzata dal 2021 grazie al suo inserimento in EMBRC (European Marine Biological Resource Centre), l'infrastruttura della Comunità Europea dedicata agli studi di biologia marina. Nel 2020 sono stati pubblicati 43 lavori ISI, presentati 15 lavori a Congressi. La sua valenza di terza missione è documentata anche dalle 118 citazioni avute solo nel 2020 sugli organi di stampa nazionale, internazionale e locale (Televisione, Radio e quotidiani).

#### **2.7.6 CEDRA (Centro di Documentazione Rumore Aeroportuale)**

Il CeDRA, realizzato e sviluppato per effetto della collaborazione fra Università degli Studi di Milano-Bicocca e Regione Lombardia che ha messo a disposizione insieme con l'APAT (oggi ISPRA) le risorse finanziarie necessarie, è nato dall'esigenza di poter disporre di uno strumento conoscitivo - costantemente aggiornato e di livello europeo - degli aspetti tecnico-scientifici e degli interventi tecnico-amministrativi afferenti al settore relativo alla riduzione dell'inquinamento acustico aeroportuale. Si è configurato quale struttura in grado di censire, acquisire, organizzare catalogare e distribuire pubblicazioni, documenti e letteratura tecnico-scientifica e di normazione italiana ed internazionale, oltre che dati ed informazioni sugli effetti ambientali, specificatamente in materia di inquinamento acustico.

### **2.8 Laboratori di ricerca**

Il DISAT ospita una vasta gamma di laboratori, utilizzati per la didattica e per la ricerca, in ambito chimico, biologico, geologico e ambientale. Al momento si contano circa 70 laboratori, per ognuno dei quali è stato nominato un RADL di riferimento per le problematiche relative alla sicurezza. Il quadro complessivo dei laboratori è riportato nell'[Allegato 4](#).

#### **2.8.1 Azioni di supporto per la gestione delle apparecchiature scientifiche dipartimentali e interdipartimentali**

**Azione 2.1: RIAGGREGAZIONE DELLE MEDIE/GRANDI STRUMENTAZIONI DIPARTIMENTALI. CREAZIONE DI LABORATORI SPECIFICI DEDICATI CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI SPAZI DIPARTIMENTALI**

**Obiettivo specifico:** la creazione di laboratori specifici con personale tecnico dedicato ha contribuito ad un migliore utilizzo della strumentazione da parte di tutti i gruppi di ricerca del DISAT e grazie alla ricerca commissionata ha contribuito alla manutenzione delle apparecchiature stesse. L'obiettivo è

di proseguire l'azione iniziata nelle due precedenti programmazioni e di riqualificare spazi precedentemente destinati ad altro uso, anche nell'ottica delle esigenze legate alle attività progettuale su bandi competitivi nazionali e internazionali, nonché ai fini della formazione di studenti e dottorandi iscritti ai corsi incardinati presso il DISAT ed anche per incrementare l'attrattività del Dipartimento verso ricercatori e studenti.

**Descrizione:** interventi di ristrutturazione e di risistemazione degli spazi dell'U1 sono stati completati nel 2020 per laboratori di ricerca e in parte anche per laboratori didattici. Sempre in U1 al 5° piano, l'ex laboratorio radioattivi è stato completamente ristrutturato e sono stati realizzati laboratori di biologia e tossicologia cellulare applicati allo studio degli effetti sulla salute di particolari atmosferici e nanomateriali innovativi. Nei prossimi anni verranno implementate le strumentazioni per l'esposizione di sistemi cellulari in vitro agli aerosol ambientali e alle nanoparticelle. La sperimentazione biologica e tossicologica con vertebrati acquatici (*zebrafish* e l'anfibio *Xenopus laevis*) verrà ulteriormente implementata nei prossimi anni con la realizzazione del nuovo stabulario U1.

Allo stesso tempo sono stati riqualificati alcuni magazzini dell'edificio U1 al piano -2 in occasione dell'inizio dei lavori per la realizzazione dello stabulario interdipartimentale. L'esperienza della creazione di laboratori dipartimentali dedicati, tutti con tecnico responsabile, si è rivelata positiva sia per quanto riguarda l'attività di ricerca, sia per quanto riguarda l'attività di conto terzi. Si cercherà di ottimizzare la allocazione delle strumentazioni disponibili e si creeranno nuovi laboratori anche in funzione di quanto richiedono le parti sociali per incrementare la ricerca commissionata.

È stato predisposto un progetto di riqualificazione dei piani -2 e -3 dell'edificio U4 allo scopo di creare nuovi laboratori nell'area oggi destinata alla litoteca e di riqualificare altri spazi per un loro migliore utilizzo. Il progetto è disponibile al seguente link: XXXX (DOCUMENTO CONDIVISO?)

A titolo di esempio si riporta il progetto per la realizzazione del Laboratorio di analisi chimiche e strumentali in U9 oggi in corso. Il laboratorio nasce dalla collaborazione con la Prefettura di Milano ed è stato equipaggiato per la preparazione del campione e con un cromatografo liquido ad ultraelevata prestazione accoppiato con uno spettrometro di massa a triplo quadrupolo (Nexera X2-LCMS8060 (Shimadzu) per la quantificazione delle sostanze psicotrope. A questo scopo si sta sviluppando e validando, secondo la norma ISO 17025, un metodo LC-MS/MS che permette in meno di 10 minuti la rivelazione simultanea delle 12 sostanze illecite da spaccio più utilizzate, permettendo così di fornire alla Prefettura, per i reperti più urgenti, un rapporto di prova anche nell'arco delle 24 ore dall'accettazione degli stessi e non oltre una settimana per le persone denunciate a piede libero.

**Cronologia:** azione iniziata nell'anno 2013 e tuttora in corso.

**Monitoraggio e verifica:** Monitoraggio da parte della Giunta e del Direttore, Verifica al termine del 2023, anno in cui dovranno essere attivati con relativo regolamento d'uso almeno 3 nuovi laboratori.

## **Azione 2.2: ISTITUZIONE DI PIATTAFORME INTERDIPARTIMENTALI PER LA GESTIONE DELLE GRANDI STRUMENTAZIONI E LORO OTTIMIZZAZIONE**

**Obiettivo specifico:** creazione e potenziamento di piattaforme interdipartimentali per la gestione delle grandi strumentazioni con personale tecnico dedicato per consentire un utilizzo performante della strumentazione scientifica di punta da parte di tutti i gruppi di ricerca del DISAT. L'azione permetterà di stabilire contatti e reti con altri atenei ed enti di ricerca e di favorire la terza missione.

**Descrizione:** l'esperienza della creazione della prima piattaforma interdipartimentale (piattaforma di microscopia) si è rivelata estremamente positiva sia per quanto riguarda l'implementazione dell'attività di ricerca, sia per quanto riguarda l'attività di conto terzi. Nel triennio passato è stata costituita anche la piattaforma di spettrometria di massa; entrambe le piattaforme sono ospitate al piano -2 dell'U3 e sono descritte specificamente nei precedenti capitoli. Grazie alle azioni di

cofinanziamento da parte dell'Ateneo e dei dipartimenti coinvolti, entrambe le strutture hanno avuto la possibilità di arricchirsi di nuove grandi strumentazioni oggi in funzione.

Nel periodo 21-23 si cercherà di migliorare ulteriormente il funzionamento delle piattaforme con completamento, per quanto riguarda quella di microscopia, della preparazione dei campioni da sottoporre ad analisi del TEM JEOL JEM 2100Plus (assottigliatore ionico, carrello refrigerante, ecc.) e la calibrazione del sistema WDS abbinato al FEG-SEM Zeiss Gemini 500 e finanziato attraverso il Progetto di Eccellenza. È prevista anche la manutenzione e implementazione del TEM JEOL GEM 1220 per microscopia ultraveloce.

Per la piattaforma di spettrometria di massa, si cercherà di acquisire una trappola ionica per ampliare lo spettro di analisi.

Si opererà inoltre per la creazione di altre reti/piattaforme per la spettroscopia e per le risonanze magnetiche in collaborazione con gli altri dipartimenti, ai fini della valorizzazione e di una maggiore efficienza nell'utilizzo delle risorse strumentali.

**Cronologia:** azione iniziata nell' anno 2017 e tuttora in corso.

**Monitoraggio e verifica:** le due piattaforme di Scienze oggi esistenti sono dotate di un regolamento d'uso e di un tariffario relativo a tutti i tipi di prestazioni erogate. Grazie al cofinanziamento del DISAT e dei gruppi di ricerca interessati, è stato possibile implementare la preparazione e l'analisi di campioni solidi per il SEM per analisi di vario tipo anche mediante l'utilizzo del sistema EBSD.

Monitoraggio da parte della Giunta e del Direttore con verifica al termine del 2023 insieme ai Presidenti dei relativi comitati di gestione per quanto riguarda il funzionamento e la situazione economica di ciascuna piattaforma. Si prevede inoltre di attivare per il 2023 almeno 1 rete/piattaforma interdipartimentale dotata di relativo regolamento d' uso.

### **Azione 2.3: COFINANZIAMENTO DA PARTE DEL DIPARTIMENTO DELL'ACQUISIZIONE DI MEDIE APPARECCHIATURE PER CUI SIA DISPONIBILE UN FINANZIAMENTO DI PIÙ GRUPPI DI RICERCA**

**Obiettivo specifico:** rinnovo e integrazione delle apparecchiature scientifiche con un costo variabile tra i 5000 e i 50000 euro. L'obiettivo è di proseguire l'azione attraverso una call interna annuale calibrata sui fondi disponibili.

**Descrizione:** apparecchiature di ricerca del costo compreso tra 5000 e 50000 sono le più utili e necessarie per la ricerca sperimentale, così come gli interventi di manutenzione straordinaria o il rinnovo parziale di strumentazioni di maggiore importanza. Risultando spesso difficile per il singolo gruppo di ricerca procedere alla sostituzione o all'acquisto di queste apparecchiature, vengono raccolte annualmente le richieste e cofinanziate dal Dipartimento sulla base dei fondi disponibili a fine anno. Le priorità sono decise sulla base della messa in sicurezza dei laboratori e sulla numerosità degli utenti delle strumentazioni esistenti.

Contributi finanziari importanti sono giunti anche attraverso i fondi del Progetto di Eccellenza relativamente alla realizzazione di un efficiente laboratorio per la preparazione delle sezioni sottili di campioni di roccia. Lo stesso approccio è stato seguito anche per la messa a punto della preparativa per i campioni solidi della piattaforma di microscopia.

**Cronologia:** azione iniziata nell' anno 2015 e tuttora in corso.

**Monitoraggio e verifica:** Monitoraggio da parte della Giunta e del Direttore con delibera annuale del Consiglio; verifica al termine del 2023. L'elenco delle apparecchiature cofinanziate dal 2018 al 2020 è disponibile nell'[Allegato 5](#).

### **Azione 2.4: CERTIFICAZIONE DI LABORATORI DI RICERCA E DIDATTICA E REALIZZAZIONE DI UNO STABULARIO A NORMA**

**Obiettivo specifico:** promuovere l'accreditamento di laboratori di ricerca e didattica è un punto qualificante la qualità di entrambe le attività, oltre ad essere un punto qualificante per le prestazioni conto terzi nel rispetto della normativa vigente.

**Descrizione:** nel recente passato è stato accreditato il Laboratorio di Chimica del Dipartimento (U1-1), tramite l'applicazione del sistema *OHSAS18001* e più recentemente sono state messe a norma le porte di accesso ed uno spogliatoio per gli studenti. Per quanto riguarda l'area chimica, si prevede di procedere all'accreditamento e alla certificazione di alcuni laboratori di analisi chimica e strumentale nel prossimo futuro.

Nel triennio 18-20 è stata realizzata la *facility* di Zebrafish, autorizzata da ATS l'allevamento di pesci per la produzione di uova e embrioni utilizzati per studi di tossicologia della riproduzione e dello sviluppo di inquinanti acquatici (incluse micro- e nanoplastiche).

È stato infine accreditato a fine aprile 2021 il laboratorio SEM dell'U4 per il riconoscimento dell'amianto; si prevede di estendere le certificazioni ad altri tipi di analisi petrografiche anche per la piattaforma di microscopia.

Relativamente allo stabulario, il progetto di massima approvato dal CdA nel 2017 è stato completato nell'arco del triennio 2018-2020 con partecipazione al tavolo dei lavori anche dei principali interessati del DISAT in modo tale che potessero essere integrate anche le esigenze del nostro dipartimento all'interno del progetto. I lavori sono iniziati nel 2021 con forte ritardo rispetto alle previsioni. Lo stabulario avrà carattere interdipartimentale e servirà soprattutto per ricerche in campo biologico, medico e ambientale.

**Cronologia:** azione iniziata nell'anno 2015 e tuttora in corso.

**Monitoraggio e verifica:** la precedente programmazione prevedeva la certificazione entro il 2020 di almeno 2 laboratori di ricerca e lo stabulario.

Per il triennio di interesse si prevede di ottenere la certificazione dello stabulario e di almeno altri 2 laboratori.

#### **Azione 2.5: MAPPATURA DELLA STRUMENTAZIONE DI RICERCA DI DIMENSIONE MEDIO GRANDI (VALORE > 40.000 €)**

**Obiettivo specifico:** verifica e aggiornamento delle schede esistenti relative a questo tipo di attrezzature; inserimento di nuove schede per le strumentazioni di nuova acquisizione, preparazione di regolamenti d'utilizzo e di calendari per la prenotazione dell'utilizzo delle strumentazioni. L'operazione di mappatura permetterà una migliore visibilità insieme ad un utilizzo più razionale di tutte le strumentazioni esistenti.

**Descrizione:** a partire dal 2020 nell'ambito di un progetto di Ateneo è partito un censimento delle infrastrutture con raccolta dati e inserimento in apposite schede in IRIS, con lo scopo di valorizzare gli strumenti, aumentandone la redditività e ottimizzandone l'utilizzo, e di rendere accessibili le informazioni. L'operazione di mappatura verrà effettuata dal referente delle schede infrastrutture del DISAT in collaborazione con i responsabili scientifici di ciascuna infrastruttura.

Si è partiti dalle infrastrutture/strumentazioni con valore di acquisto superiore a 40000€. I dati relativi al DISAT sono illustrati nell'[Allegato 6](#).

**Cronologia:** azione iniziata nell'anno 2020 e tuttora in corso.

**Monitoraggio e verifica:** completamento della mappatura entro fine 2021 con verifica da parte del Direttore.

## 2.9 Aspetti critici da superare nell'ambito della ricerca

La progressiva integrazione delle competenze originariamente presenti nei due Dipartimenti, il cui accorpamento nel 2012 ha dato luogo alla struttura attuale del DISAT, è stata sicuramente favorita, nell'ultimo triennio, dagli sviluppi legati al Progetto di Eccellenza. In particolare, quest'ultimo ha dato occasione, anche attraverso l'acquisizione di nuove figure di personale tecnico e docente e di importanti risorse strumentali, di sfruttare sempre di più le sinergie non solo entro le singole aree, ma anche trasversalmente alle stesse, nel contesto degli obiettivi del Progetto, ma anche al di là di questi. Tuttavia, un significativo grado di frammentazione dei gruppi – problema già evidenziato nella passata programmazione – permane, e pur essendo almeno parzialmente fisiologico in un dipartimento fortemente multidisciplinare, rappresenta ancora, in parte, una criticità. Il DISAT intende affrontare tale criticità sviluppando una serie di azioni volte a rinforzare i legami tra i differenti gruppi promuovendo lo sviluppo di progetti su tematiche di interesse comune nell'ambito degli obiettivi di respiro europeo (*green deal, recovery plan, PNR, Sustainable Europe 2030, Horizon Europe, etc.*). Si prevede che un importante contributo a questo tipo di iniziative venga fornito dall'assunzione dei nuovi ricercatori unitamente al contributo fornito dalle figure di PO e di PA previste in programmazione.

Allo stesso tempo, si ritiene necessario acquisire ulteriori risorse strumentali, ai fini soprattutto di un ulteriore ammodernamento e completamento delle apparecchiature scientifiche ad elevate prestazioni, nonché ai fini di porsi nelle condizioni di usufruire al meglio di tali risorse, presenti e future. A tal riguardo, risulta strategico l'obiettivo legato all'acquisizione di nuove unità di personale tecnico di specifica qualificazione, a supporto delle attività del personale docente e ricercatore già presente presso il DISAT.

Tali azioni risulteranno pienamente funzionali anche ai fini dell'aumento della competitività del Dipartimento sia in termini di pubblicazioni scientifiche, sia in termini di presentazione di progetti con positive ricadute sulla didattica e sulla terza missione.

### **Azione 2.6: CREAZIONE DI RETI DI RICERCA NAZIONALI E INTERNAZIONALI**

**Obiettivo specifico:** realizzazione di reti di ricerca con istituti di ricerca e atenei nazionali e internazionali (ESFRI).

**Descrizione:** partendo dai rapporti esistenti e sfruttando le nuove infrastrutture di ricerca acquisite nell'ultimo triennio, ci si propone di ampliare i rapporti nazionali e internazionali inserendo il DISAT all'interno di reti di ricerca esistenti o di nuova costituzione. La creazione di rapporti stabili di ricerca con soggetti esteri favorirà la partecipazione a progetti europei competitivi e lo sviluppo delle piattaforme e dei centri di ricerca. L'organizzazione di interscambi con ricercatori stranieri e periodi programmati di attività all'estero favorirà questo tipo di processo.

**Cronologia:** azione in corso.

**Monitoraggio e verifica:** nel 2023 da parte del direttore e della giunta, con realizzazione di almeno 2 reti di ricerca a carattere nazionale e 2 a carattere internazionale.

### **Azione 2.7: FORMAZIONE PER LA COMPETITIVITÀ INTERNAZIONALE ED INCREMENTO DELLA PARTECIPAZIONE A PROGETTI EUROPEI**

**Obiettivo specifico:** l'azione si prefigge di aumentare il numero di progetti con partecipanti e/o responsabili scientifici afferenti al DISAT attraverso l'organizzazione di incontri e corsi di formazione per preparare ricercatori e tecnici qualificati all'elaborazione di richieste di finanziamento presso enti finanziatori internazionali (in collaborazione con area della ricerca ed altri dipartimenti dell'Ateneo).

Supportare la partecipazione di assegnisti, giovani ricercatori, tecnici qualificati a scuole internazionali di alta formazione scientifica.

**Descrizione:** il Dipartimento supporterà finanziariamente la partecipazione di personale o contribuirà all'organizzazione di corsi di formazione su argomenti che si ritengono strategici per il Dipartimento. Iniziativa rivolta a giovani ricercatori e personale tecnico qualificato. Verrà promossa una maggiore sinergia con l'area della ricerca e altri dipartimenti interessati.

**Cronologia:** azione iniziata nel 2014 e ancora corso.

**Monitoraggio e verifica:** nel 2023 da parte del direttore e della giunta, con aumento complessivo del 50% del numero di progetti europei con responsabile scientifico afferente al DISAT nel corso del prossimo triennio, rispetto ai numeri riportati nel presente documento per il triennio 2018-2020.

### 3. Terza Missione

Il Dipartimento ha in atto diversi progetti volti a valorizzare i prodotti della ricerca sia attraverso brevetti con partecipazioni industriali, sia recentemente attraverso il supporto alla realizzazione di spin off. IL DISAT è ben integrato con le attività imprenditoriali del territorio a cui fornisce anche una vasta gamma di servizi analitici. Il personale del Dipartimento e i suoi laboratori (alcuni di eccellenza a livello europeo) hanno in atto diverse convenzioni per attività in conto terzi con committenti esterni pubblici e privati. Il personale svolge attività di consulenza di alto profilo anche per enti e istituzioni straniere e contribuisce alla formazione e aggiornamento delle competenze di lavoratori e professionisti. Le entrate medie a bilancio riguardanti la ricerca commissionata nel triennio 2018-2020 hanno superato i 900.000 euro/anno, e l'obiettivo per il prossimo triennio è quello di un'ulteriore espansione, con raggiungimento di un livello di entrate a bilancio di almeno 1.000.000 di euro l'anno per tutto il triennio.

Il DISAT ha da sempre assunto, accanto a quelli tradizionali dell'alta formazione e della ricerca scientifica, il fondamentale obiettivo del dialogo con la società, in accordo con ANVUR che definisce la "terza missione culturale e sociale" come la produzione di beni pubblici che aumentano il generale livello di benessere della società, aventi contenuto culturale, sociale, educativo e di sviluppo di consapevolezza civile. La necessità di tale missione è anche data dall'emergere di contesti di studio e ricerca che sempre più vanno a incrociare aspetti etici della società e a occupare in maniera crescente la comunicazione con il pubblico. In questa logica il DISAT ha provveduto a consolidare la parte di comunicazione con la società civile grazie ai rapporti con i Media e alla presenza a manifestazioni scientifiche aperte al grande pubblico come "la Notte dei Ricercatori".

La terza missione intesa come comunicazione con il cittadino attraverso i Media (stampa e televisione nazionale e locale) è passata da 134 presenze nel 2015 a 502 nel 2020.

Anno	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Presenza DISAT sui media	134	189	143	115	366	502

#### 3.1 Spin off

Nell'ambito delle attività 18-20, sono stati sviluppati tre spin off, con responsabili docenti del DISAT.

##### 3.1.1 EG4 RISK

###### MISSIONE

L'idea di impresa che si intende proseguire poggia sulla sinergia tra docenti e personale tecnico dell'Università (soci fondatori della società) e professionisti specializzati nella progettazione, realizzazione e gestione di opere nel settore della caduta massi, dell'ingegneria geotecnica e della geologia applicata. Un ulteriore valore aggiunto è rappresentato dall'avere come socio fondatore una affermata società nel campo della commercializzazione e assistenza di software in ambito ingegneristico e geologico applicativo.

Il valore aggiunto del personale dell'Università coinvolto nella società sta in una conoscenza dettagliata delle problematiche, che deriva dalla ricerca applicata sui fenomeni, e sulla loro modellazione teorica e numerica e offre un vantaggio competitivo a EG4 Risk rispetto ad altre aziende del settore. In altre parole, EG4Risk, essendo un soggetto che "genera" modelli ed approcci, è in grado

di condurre, giudicare ed implementare analisi complesse 3D. Da qui il claim di EG4RISK: “Science to Design Better”. EG4 Risk fornisce prodotti e servizi per diffondere nel mercato una best-practice derivata da oltre venti anni di ricerca avanzata in ambito internazionale.

L’approccio metodologico, sviluppato a partire da un prodotto software innovativo per la simulazione 3D di frane di crollo (HY-STONE), si articola in un workflow di analisi sperimentale, modellazione 3D geotecniche/geologiche e analisi di rischio a diretto supporto della progettazione di interventi di mitigazione dei rischi idrogeologici.

### CAMPI D’APPLICAZIONE

L’approccio metodologico sviluppato nell’ambito della protezione dalle frane di crollo viene adattato ed esteso all’applicazione a diverse problematiche in settori connessi in ambito geologico-applicativo e di ingegneria geotecnica, al fine di creare un approccio generalizzato.

EG4Risk dalla sua creazione svolge attività nelle seguenti Business Unit (BU):

BU#1 - Caduta Massi - vendita, training, assistenza software Hystone;

BU#2 - Modellazione Geotecnica - servizi di modellazione geotecnica avanzata in condizioni statiche e dinamiche per società di ingegneria;

BU#3 - Modellazione Idrogeologica e Geotermia;

BU#4 - Rischi naturali geologici ed antropici in particolare colate ed esondazioni,

BU#5 - Modellazioni numeriche ambientali (ad esempio vibrazioni) ed applicazioni di strumentazioni innovative.

### PUNTI DI FORZA

Lo Spin-Off è costituito da un team di Docenti Universitari e liberi professionisti, la cui integrazione fornisce valore aggiunto ai prodotti e servizi, contraddistinti da un livello qualitativo superiore derivato da:

- profonda conoscenza dei processi e delle problematiche trattate derivante da solide esperienze di ricerca e applicazione testimoniate da ampia produzione scientifica,
- approccio multidisciplinare sui temi della geologia, geologia applicata, ingegneria geotecnica, geomeccanica, idrogeologia e scienze ambientali.

### ATTIVITA’

La società costituita nel maggio 2018 ha innanzitutto creato tre posti di lavoro stabili per persone sotto i 35 anni, ha venduto 5 licenze di HyStone ad aziende internazionali, ha svolto più di 30 analisi numeriche nel settore della modellazione geotecnica e della geologia applicata e ha in attivo 6 attività di progettazione e messa in sicurezza in ambito di appalti pubblici in Italia ed all’estero.

In questi primi anni di attività EG4RISK ha raggiunto e superato gli obiettivi fissati nel business plan presentato in sede di costituzione e sta proseguendo il suo percorso di crescita.

### PERSONALE

EG4 Risk attualmente ha 3 dipendenti di cui due giovani con meno di 29 anni assunti con contratto di alto apprendistato. Il più giovane segue anche un percorso di PhD in Alto Apprendistato.

## **3.1.2 GROUTFREEZLAB**

### MISSIONE

Groutfreezlab nasce come spin-off dell’Università degli Studi di Milano Bicocca cogliendo una duplice opportunità:

1) di sviluppare a fini scientifici ed economici il brevetto NR. 102018000002647 dal titolo "Dispositivo e metodo di simulazione di iniezioni di miscele cementizie e/o chimiche in terreni" depositato il 13/02/2018 e rilasciato dall'Ufficio Italiano Brevetti e Marchi (UIBM) in data 13.03.2020 e che vede alcuni soci fondatori come inventori e GroutFreezLab con i diritti di sfruttamento.

2) di valorizzare il progetto finanziato dalla Fondazione U4i (*University for Innovation*) denominato "*Injection Tube System (ITS): uno strumento strategico per il consolidamento dei terreni*" che consente la simulazione ottimizzare in laboratorio costosi processi in sito raccogliendo informazioni quantitative del comportamento dei terreni e delle miscele di consolidazione.

Groutfreezlab ha l'obiettivo di creare un centro di eccellenza, nell'ambito del consolidamento di terreni mediante iniezioni e congelamento, dove sia possibile svolgere: i) attività di ricerca attraverso nuove apparecchiature sperimentali e modellazioni numeriche avanzate; ii) sviluppo, innovazione e certificazioni di materiali, strumentazione e procedure; iii) fornitura di servizi rivolti agli operatori del settore (progettisti, produttori di materiali e strumentazioni, imprese esecutrici, organi di controllo e direzione lavori); iv) eventuale sviluppo e vendita di prodotti e strumentazioni per il miglioramento delle tecniche di trattamento di geomateriali.

#### PUNTI DI FORZA:

Raggruppare al suo interno il mondo universitario, il mondo industriale, il mondo professionale e il mondo manageriale con l'obiettivo comune di trasferire al mercato aspetti di innovazione nati in università dalla stretta collaborazione con realtà imprenditoriali presenti sul territorio lombardo.

#### ATTIVITA'

Costituita nel settembre 2019 la società ha creato un posto di lavoro per un giovane laureato e attualmente ha sottoscritto accordi con Unimib come partner industriale per la formazione di tre dottorandi a partire da novembre 2020 (2 PhD Executive e 1 PhD in Alto Apprendistato). Nel frattempo ha già ottenuto una commessa da un'importante cliente estero e sta sviluppando collaborazioni con partner italiani per applicazioni riguardanti: A) Studio e sviluppo dei materiali (tubi valvolati e miscele di iniezione, B) Supporto alla progettazione di trattamenti di *permeation grouting*, C) Supporto alle prove di qualifica e messa punto in cantiere, D) Prove meccaniche ed idrauliche ad alto valore scientifico.

### **3.1.3 M<sup>3</sup>R srl - Monitoring and Management of Microbial Resources**

#### MISSIONE

M3R nasce come *spin-off* accademica nell'agosto del 2019 e svolge attività di consulenza altamente specializzata nel settore delle bonifiche ambientali, mettendo a disposizione le competenze e una lunga esperienza del DISAT in questo settore, per contribuire alla redazione di progetti di biorisanamento, all'esecuzione degli interventi, alla fornitura di una consulenza specialistica nelle fasi decisionali e di confronto con gli enti preposti.

La società si rivolge ai maggiori operatori nel campo della caratterizzazione e della bonifica dei siti contaminati e alle società di consulenza ambientale. Le attività della società sono rivolte principalmente agli aspetti microbiologici dei processi di biorisanamento a supporto dell'intero iter di bonifica per individuare le migliori soluzioni di intervento e giungere alla soluzione definitiva del problema.

## SERVIZI

- Consulenza nel settore delle bonifiche ambientali: assistenza al cliente attraverso l'analisi del problema e la definizione di strategie specifiche, caso per caso, mediante la ricerca di soluzioni sostenibili in termini sia economici che ambientali.
- Prove di fattibilità di trattamenti biologici in scala di laboratorio e/o scala pilota per simulare le diverse condizioni di trattamento al fine di definire le migliori condizioni operative di specifici interventi di bonifica biologica.
- Analisi microbiologiche molecolari per la caratterizzazione delle comunità microbiche nelle diverse matrici ambientali (suolo, acque sotterranee ed aria) e per il monitoraggio dei processi di degradazione biologica.
- Identificazione e caratterizzazione di microrganismi con capacità metaboliche interessanti per applicazioni ambientali.
- Ricerca e sviluppo di metodologie innovative per il monitoraggio dei processi biologici e il biorisanamento ambientale.

## PUNTI DI FORZA

La compagine sociale include ricercatori negli ambiti biotecnologico, ambientale ed ingegneristico, insieme a un socio proveniente dall'ambito industriale, in modo da garantire un'efficace trasferimento dei risultati dell'attività di ricerca e sviluppo. Ad oggi la società è l'unica realtà imprenditoriale a livello nazionale ad offrire analisi microbiologiche molecolari applicate al risanamento ambientale.

## PERSONALE

M3R ad oggi impiega un amministratore a tempo pieno e un collaboratore part-time. Allo stato attuale è già stata firmata una convenzione con l'Università di Milano per l'attivazione di una posizione di dottorato in alto apprendistato all'interno del Dottorato in Scienze, Chimiche ed Ambientali nell'ambito del XXXVII ciclo.

## ATTIVITA'

Dal momento della sua costituzione la società si è accreditata come fornitore ed ha svolto attività di consulenza per grandi gruppi industriali (ENI Rewind, Hera Ambiente, Gruppo CAP, CESI Ricerca, Carus Europe SL) e a vari operatori del settore delle bonifiche (Tauw, HPC Italia, HPC AG, Montana, Terracorrect, Politecnico di Milano).

## Il piano di sviluppo della società nel triennio 2021-2023 prevede:

- La valorizzazione dei risultati di un progetto finanziato dalla Fondazione U4i (University for Innovation) denominato "Bioelectrochemical Cube (eCUBE)" tramite l'acquisizione del brevetto, attualmente in fase di deposito. Questa acquisizione permetterà di diversificare le attività societarie.
- di ampliare il numero di progetti sul territorio nazionale grazie all'attività di collaborazione già in atto tra la società e alcune importanti realtà imprenditoriali operanti nel settore delle bonifiche (Eni Rewind S.p.a., Gruppo Hera).
- di ampliare il proprio mercato al territorio nord europeo grazie anche alla presenza di un socio straniero operante in Belgio;
- di sviluppare metodologie innovative per il monitoraggio microbiologico molecolare. L'obiettivo è di proporre entro due anni un nuovo pacchetto di analisi che possano essere eseguite più rapidamente, con costi minori ma con il medesimo contenuto informativo delle

attuali modalità di analisi. Parte dei ricavi aziendali verrà dedicato a tale attività di sviluppo metodologico.

- di sviluppare, in collaborazione con enti di ricerca, un prodotto ammendante per le bonifiche biologiche di terreni contaminati. L'obiettivo è porre questo nuovo prodotto sul mercato entro tre anni.
- la partecipazione a bandi competitivi nazionali (1-2 all'anno) ed internazionali (1 ogni due anni) per progetti di ricerca e sviluppo di nuove tecnologie con finalità di brevettazione e successiva valorizzazione.

### **Azione 3.1: SUPPORTO DEL DIPARTIMENTO ALLA CREAZIONE DI SPIN OFF**

**Obiettivo specifico:** promuovere coerentemente alcune attività di trasferimento Tecnologico attraverso l'impegno di alcuni docenti del DISAT allo sviluppo di specifici *spin-off*.

**Descrizione:** il Dipartimento agevolerà la costituzione degli spin off mettendo a disposizione alcuni spazi per le attività, attraverso la riqualificazione di alcuni spazi.

**Cronologia:** azione incominciata nell'anno 2018.

**Monitoraggio e verifica:** entro il 2023 verranno valutati dalla Giunta del Dipartimento i vantaggi dell'operazione.

## **3.2 Conto terzi**

Il DISAT, dalla sua fondazione si è sempre occupato di sviluppare attività applicative relative alla gestione dell'ambiente e del territorio su tematiche molto differenziate, frutto della forte componente multi e interdisciplinare che costituisce il dipartimento stesso, essendo questo composto da geologi, biologi chimici, fisici, agronomi e ingegneri

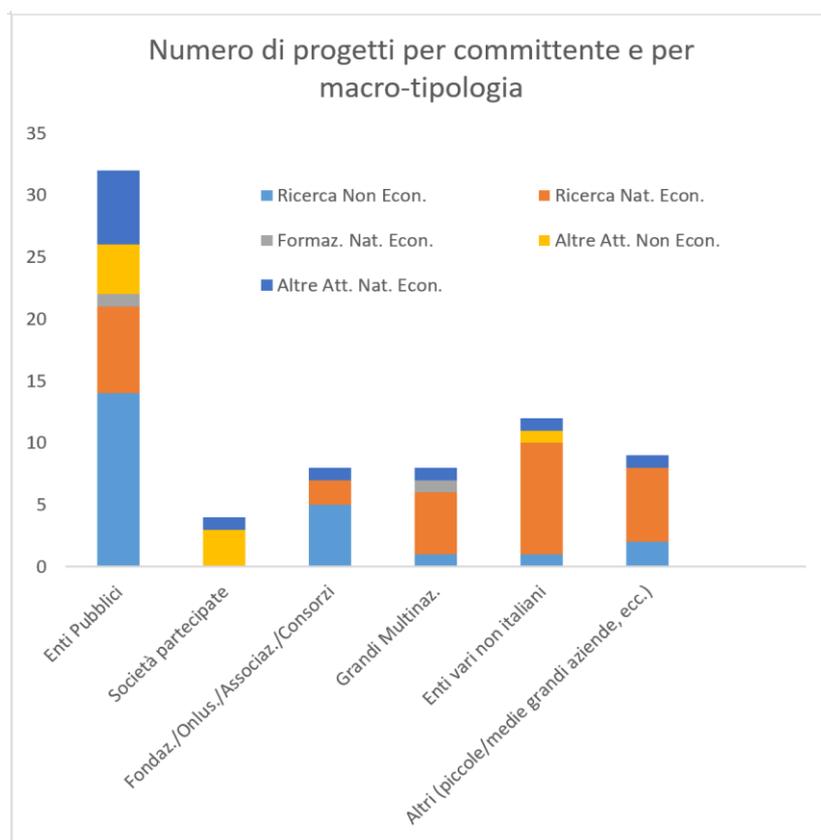
Frutto di questa intensa attività di interazione con il territorio circostante sono 100 progetti per un importo totale di 2.098.000 € per il periodo 2018-2020. Nella *Figura 1* del presente documento, i suddetti progetti vengono suddivisi in una rappresentazione grafica in funzione delle tipologie di Enti coinvolti in contratti col DISAT, e in funzione della macro-tipologia di attività oggetto dei contratti. Le tipologie di enti considerati sono le seguenti: Enti pubblici; Società partecipate; Fondazioni/ONLUS/Associazioni/Consorzi/etc.; Grandi multinazionali; Enti/aziende non italiani; Altre aziende a rilevanza locale/nazionale (l'elenco di enti/aziende ricomprese in ciascuna delle predette tipologie è riportata in Appendice). Per quel che riguarda la suddivisione in macro-tipologie di attività, si è proceduto ad utilizzare le apposite macro-tipologie previste entro il database IRIS/BOA, ovvero:

- altre attività di natura economica;
- altre attività di natura non economica;
- formazione di natura economica;
- ricerca di natura economica;
- ricerca di natura non economica

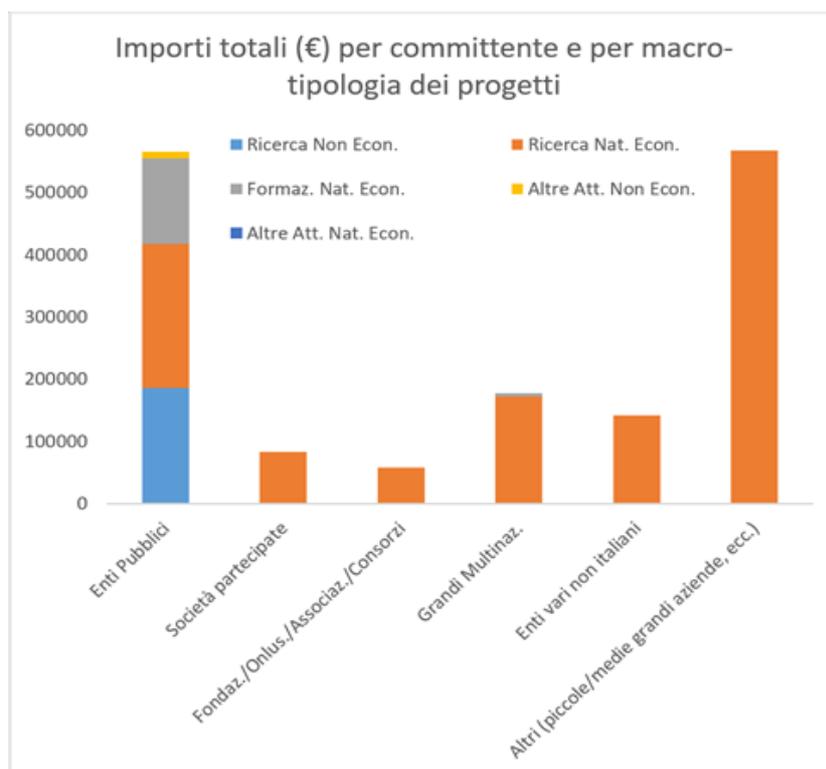
In *Figura 2*, vengono usate le medesime categorie di attività e di enti per suddividere gli importi totali associati ai contratti: risultano di maggior importanza le attività con aziende di rilievo locale e nazionale, seguite da quelle con enti pubblici, a loro volta seguite dalle attività con grandi multinazionali, con enti esteri e con società partecipate. Per ultime figurano le attività con fondazioni e similari. Anche il quadro riguardante la numerosità delle attività (*Figura 1*) evidenzia una significativa prevalenza delle convenzioni con enti pubblici e con aziende a carattere locale, nazionale e multinazionale. Di notevole rilievo per numerosità risultano le attività di ricerca di natura non economica soprattutto con enti pubblici, che denotano l'importanza e la diffusione delle competenze negli studi a carattere ambientale indirizzati ad una gestione più razionale e sostenibile del territorio.

Le attività conto terzi hanno dato luogo a un fatturato annuo pari a 1.097.000, 1.022.000 e 836.000 € IVA inclusa negli anni 2018, 2019, 2020; al netto della flessione dell'ultimo anno, dovuta principalmente agli effetti della crisi pandemica, i dati riportati sono in linea con gli obiettivi riportati nel documento di programmazione dipartimentale relativo al precedente triennio.

In conclusione, il quadro sopra descritto dimostra il costante impegno del DISAT verso uno sviluppo il più ampio possibile della ricerca commissionata e in generale dell'attività conto terzi, in piena coerenza con le linee di indirizzo del Piano Strategico 2020-2022.



**Figura 1.** Numero di progetti su convenzioni stipulate dal DISAT nel periodo 2018-2020, suddiviso per macro-tipologia di attività e per tipo di ente coinvolto nelle convenzioni



**Figura 2.** Distribuzione degli importi su convenzioni stipulate dal DISAT nel periodo 2018-2020, con suddivisione per macro-tipologia di attività e per tipo di ente coinvolto.

### **Azione 3.2: MANUTENZIONE E AGGIORNAMENTO PERIODICO DEL SITO WEB DISAT**

**Obiettivo specifico:** pubblicazione del sito web DISAT associato al portale di Ateneo. Integrazione di specifiche sezioni con contenuti del sito di Ateneo. Reperimento dei contenuti per le sezioni specifiche di Dipartimento.

**Descrizione:** dopo la messa in produzione del sito dipartimentale affiliato al portale di Ateneo (28 giugno 2018), il sito è stato via via implementato.

I contenuti delle pagine relative ai corsi di laurea sono stati concordati e verificati periodicamente dai presidenti di CCD e/o da docenti di riferimento. I contenuti delle pagine relativi al Dottorato SCGA sono stati definiti e periodicamente aggiornati con il coordinatore del dottorato. La parte “dinamica” del sito, le news e gli eventi, vengono aggiornati in autonomia dalla redazione web DISAT (Barberini) su segnalazione diretta dei docenti, della redazione web di Ateneo o raccogliendo informazioni dal sito di Ateneo o da informazioni di seminari o corsi tramite il gruppo mail DISAT.

Attualmente i contenuti di alcune parti richiedono di essere aggiornati. In particolare: le pagine relative alla ricerca e ai laboratori, e le pagine di presentazione del Dipartimento.

**Cronologia:** azione iniziata a fine 2017, ancora in corso.

**Monitoraggio e verifica:** i contenuti saranno verificati periodicamente della redazione WEB con il supporto del personale docente per la definizione dei contenuti con monitoraggio da parte del Direttore del Dipartimento e della Giunta.

### **Azione 3.3: ATTIVITÀ DI CONSULENZA DI ALTO PROFILO SIA PER SOGGETTI PRIVATI SIA PER ENTI E ISTITUZIONI PUBBLICHE**

**Obiettivo specifico:** Mantenere contatti con qualificate organizzazioni pubbliche e private a livello nazionale e internazionale.

**Descrizione:** sono state svolte molte attività di consulenza di alto profilo, tra cui si riportano: come esempi: comitato Scientifico dell'ESA (Ente Spaziale Europeo), l'EMA (Agenzia Europea del Farmaco), Mission Advisory Group ESA, delegato EXPO a Dubai, Protezione civile, Tossicologia e altre.

**Cronologia:** Le attività sono state svolte a partire dal 2015 e sono tuttora in corso.

**Monitoraggio e verifica:** le attività potranno essere mantenute e incentivate mediante contatti diretti con le organizzazioni e attraverso la partecipazione a bandi internazionali. Le ricadute dell'attività verranno valutate dalla Giunta del Dipartimento.

#### **Azione 3.4: INIZIATIVE DEL DISAT PER LA FORMAZIONE E L'AGGIORNAMENTO DELLE COMPETENZE DI LAVORATORI E PROFESSIONISTI**

**Obiettivo specifico:** offrire a ricercatori, professionisti e dirigenti delle pubbliche amministrazioni il modo per aggiornare le proprie conoscenze tecniche e sviluppare nuove competenze in collaborazione con le iniziative promosse dal Prorettore per l'alta formazione e il *Job placement*.

**Descrizione:** Personale afferente al DISAT offre annualmente importanti iniziative volte a migliorare le competenze di studiosi, lavoratori e professionisti. Segnaliamo, a titolo di esempio, alcune iniziative svolte recentemente sulla Statistica di base per la Chimica analitica rivolto ai funzionari di pubblica sicurezza, altre per la Protezione civile, nel campo dell'Ecotossicologia per la BASF e a carattere geotecnico per l'industria (Edison), corso sulla gestione delle acque sotterranee per ARPA Lombardia, corsi di modellistica idrogeologica rivolta a dipendenti pubblici e professionisti.

**Cronologia:** azione in corso.

**Monitoraggio e verifica:** si prevede di svolgere almeno due iniziative volte all'anno per aggiornamento di specifiche categorie di lavoratori e professionisti. La validità delle iniziative sarà valutata dalla giunta del Dipartimento sulla base del numero degli iscritti esterni e sulla base della soddisfazione dei partecipanti valutata tramite apposite schede di valutazione.

#### **Azione 3.5: AUMENTO DEL NUMERO DI BREVETTI E DELLE COMPARTICIPAZIONI INDUSTRIALI**

**Obiettivo specifico:** aumentare il numero di brevetti con e senza compartecipazioni industriali.

**Descrizione:** attualmente alcuni gruppi di ricerca del DISAT che hanno solidi contatti con industrie hanno dato origine ad un significativo numero di brevetti ([Allegato 7](#)). I brevetti sono stati acquisiti e/o sono in via di acquisizione tramite specifiche azioni di riorganizzazione del personale interno ed eventuale acquisizione di personale anche a tempo determinato in collaborazione con i centri di ricerca e gli spin-off legati al DISAT.

**Cronologia:** azione incominciata nell'anno 2014 e tuttora in corso.

**Monitoraggio e verifica:** ci si pone l'obiettivo di depositare almeno 2 brevetti l'anno con compartecipazione industriale; il monitoraggio è a cura del Direttore del DISAT.

## 4. Risorse Umane

### 4.1 Sviluppo del dipartimento dal 2018 al 2020

A partire dal 2013, anno in cui afferivano al DISAT 64 strutturati (10 PO, 17 PA, 35RU di cui 2 RTA), il dipartimento ha effettuato una continua crescita, risultata particolarmente significativa nel triennio 2018-2020. All'inizio del 2018, anno in cui è stato deliberato il precedente documento di programmazione, afferivano al DISAT 65 strutturati (10 PO, 33 PA, 16 RU, 4 RTDB, 2 RTDA), con il pensionamento previsto nel 2019 di 2 PO e di 1 RU.

La politica sul reclutamento perseguita nella precedente programmazioni 2018-2020 si è mossa essenzialmente lungo tre direzioni: 1) aumentare fortemente il numero dei professori associati, condizione necessaria per reggere il peso della didattica, 2) reclutare nuove unità di personale opportunamente selezionate per compensare le perdite di personale docente dovuta ai pensionamenti e 3) aumentare il numero complessivo di PO, che risultava tra i più ridotti in paragone agli altri dipartimenti dell'Ateneo. Nonostante fosse stato dichiarato nella precedente programmazione che: *“per esigenze didattiche e di ricerca sarebbe necessario bandire nel prossimo triennio molte più posizioni di PA di quelle che si potranno ragionevolmente bandire”*, grazie ad una serie di fattori positivi concomitanti, basati sugli ottimi risultati della VQR 2011-2014, il DISAT, oltre ad essere risultato vincitore di un Progetto di Eccellenza di durata quinquennale (2018-2022), ha ottenuto dall'Ateneo le risorse necessarie per completare la programmazione entro l'inizio del 2020 utilizzando i Porg della dotazione ordinaria. Inoltre, grazie all'attivazione del piano straordinario per gli RTDB del 2020-2021, è stato possibile mettere a bando 3 ulteriori posizioni attraverso tali risorse già nel 2020. I 3 vincitori hanno già preso servizio nel marzo del 2021. Un ulteriore contributo al completamento della programmazione è stato fornito dal piano straordinario RU-PA del 2019, che ha coperto l'upgrade di una posizione.

Attraverso un'attenta pianificazione e gestione del reclutamento del personale, al DISAT afferiscono oggi 76 docenti strutturati, 24 tecnici a tempo indeterminato, tra i quali 2 tecnici EP, 20 tecnici di livello D, 2 di livello C, 2 tecnici a tempo determinato e un tecnologo.

Grazie all'aiuto dell'Ateneo, è stato possibile compensare la perdita dovuta alla prematura scomparsa del Prof. Bruschi con la chiamata di un PA dello stesso settore che è stato assunto nel marzo del 2021. È da sottolineare, inoltre, che all'inizio del 2019 ha preso servizio presso il DISAT un ulteriore ricercatore di tipo B, risultato vincitore di un progetto Levi-Montalcini e rientrato quindi dall'estero, azione che indica l'attrattività del dipartimento.

La bontà del reclutamento effettuato in questi ultimi anni è indicata dalla partecipazione alla VQR 2015-2019 del DISAT con 210 pubblicazioni, senza che sia stato necessario richiedere esenzioni di alcuna sorta e, soprattutto, con pubblicazioni per le quali è stato possibile effettuare una prevalutazione bibliometrica, risultando collocate in categorie comprese tra le eccellenti ed estremamente rilevanti (A) e subordinatamente tra le eccellenti (B), alle quali ha contribuito l'intero corpo del personale docente senza esclusioni.

Per quanto riguarda la programmazione dei tecnici, grazie alle risorse aggiuntive del progetto di eccellenza e al recupero di cessazioni/pensionamenti, è stato possibile acquisire due nuove posizioni a tempo indeterminato di tipo D dedicate ai laboratori Provenance e GEMMA, direttamente connessi allo sviluppo del progetto stesso. Sono inoltre stati realizzati 3 passaggi di posizione da tecnico di livello C a tecnico di livello D e 2 passaggi da tecnico D a tecnico EP, rispettivamente per la gestione delle nuove infrastrutture di GEMMA e per la gestione dei numerosi laboratori già esistenti dedicati alla meccanica delle terre e delle rocce. Per quanto riguarda la posizione da tecnico richiesta dall'area

chimica nella programmazione 2018-2020 e non ancora attivata, le necessità sono state solo parzialmente coperte attraverso l'assunzione di un tecnico di laboratorio di posizione D incardinato sulla Scuola di Scienze per l'assistenza ai laboratori didattici di area chimica di tutti i corsi della Scuola di Scienze.

## 4.2 Criteri di reclutamento di personale del Dipartimento

### Azione 4.1: STANDARD RICHIESTI AGLI ASSEGNISTI DI RICERCA

**Obiettivo specifico:** tutti gli assegnisti di ricerca di tipo A1 del Dipartimento devono raggiungere una produttività scientifica minima di una pubblicazione all'anno di media.

**Descrizione:** Dal 2013 il Dipartimento bandisce su fondi di Ateneo solo assegni di tipo A1. I Responsabili scientifici degli assegnisti di tipo A1 si sono impegnati a far rispettare l'obiettivo minimo entro i due anni, a pena di essere esclusi dalle successive attribuzioni di risorse dipartimentali.

**Cronologia:** dal 2013 a seguire.

**Monitoraggio:** a cura della Commissione di controllo della qualità della Ricerca e della Giunta del Dipartimento e valutazione finale biennale con relazione al Consiglio di Dipartimento per il rinnovo della borsa.

### Azione 4.2: POLITICHE DI RECLUTAMENTO DEI RICERCATORI DI TIPO A

**Obiettivo specifico:** Le posizioni da ricercatore di tipo A bandite su fondi di Ateneo rientrano a pieno titolo nella Programmazione Didattica e di Ricerca del Dipartimento e sono quindi considerate come prioritarie per la successiva programmazione di ricercatori di tipo B. L'obiettivo di questa azione è legato al reclutamento di ricercatori promettenti.

**Descrizione:** Dal 2016, tramite delibera del Consiglio, il Dipartimento si è impegnato a seguire questa politica di reclutamento per i ricercatori di tipo A, deliberando contemporaneamente che l'istituzione di posizioni di ricercatore di tipo A su fondi di progetto non rientra nella programmazione dipartimentale. La numerosità delle posizioni messe a bando deve tenere presente l'impegno futuro del Dipartimento a sostenere, di norma, altrettante posizioni di tipo B.

**Cronologia:** dal 2017 a seguire.

**Monitoraggio:** a cura della Commissione di controllo della qualità della Ricerca e del Consiglio del Dipartimento con presentazione di relazione finale dopo il primo triennio, indipendentemente dalla fonte di finanziamento della posizione, ai fini di un eventuale rinnovo (2 anni).

### Azione 4.3: POLITICHE DI RECLUTAMENTO DEI RICERCATORI DI TIPO B

**Obiettivo specifico:** le posizioni da ricercatore di tipo B sono di importanza fondamentale per lo sviluppo futuro del Dipartimento stesso, trattandosi di posizioni che nel giro di tre anni si trasformeranno, previa verifica del lavoro svolto, in posizioni da PA, garantendo il necessario rinnovo generazionale dei docenti. È quindi fondamentale garantire un'elevata qualità scientifica dei futuri ricercatori.

**Criteri:** per quanto riguarda le motivazioni dell'istituzione della posizione, ci si atterrà alle indicazioni deliberate dal CDA nella seduta di febbraio 2020. Secondo tale delibera la richiesta deve essere formulata sulla base di esigenze di ricerca; l'impegno nella didattica infatti, pur essendo previsto per legge, è pur sempre considerato residuale nella categoria. Oltre a questo criterio generale stabilito dal CdA d'Ateneo, si ritiene opportuno prevedere l'impegno didattico, obbligatorio per legge anche per gli RTDB, soprattutto in considerazione del loro futuro passaggio da RTDB a PA.

**Cronologia:** dal 2017 a seguire.

**Monitoraggio:** a cura della Commissione di controllo della qualità della Ricerca con presentazione di relazione finale al Consiglio di Dipartimento, secondo le norme di legge e quanto stabilito dall'Ateneo, che dovrà comprendere anche l'attività didattica svolta e la sua valutazione.

#### **Azione 4.4: INDICAZIONE DEI MINIMI DI PRODUTTIVITÀ PER LA CHIAMATA DI PA E PO**

**Obiettivo specifico:** reclutare professori di prima e seconda fascia con caratteristiche di eccellenza scientifica e di elevata qualità nella didattica in grado di coprire, soprattutto per quanto riguarda i PO, anche ruoli gestionali all'interno del Dipartimento e dell'Ateneo ed eventualmente di partecipare a commissioni locali e nazionali di valutazione, nonché a ruoli di responsabilità scientifica e organizzativa a livello nazionale e internazionale.

**Criteri:** per quanto riguarda le motivazioni dell'istituzione della posizione, ci si atterrà alle indicazioni dal CDA nella seduta di febbraio 2020:

- Professore Associato: la richiesta deve essere formulata per soddisfare, in pari misura, esigenze di didattica e di ricerca;
- Professore Ordinario: la richiesta deve essere formulata per soddisfare esigenze accademico-gestionali, con riferimento alle cariche istituzionali e ai progetti di ricerca e per migliorare le potenzialità attrattive di fondi di ricerca del Dipartimento.

**Cronologia:** azione incominciata nell'anno 2013.

**Monitoraggio:** a cura del Direttore del Dipartimento coadiuvato dalla Commissione di controllo della qualità della Ricerca e della Giunta del Dipartimento.

#### **Azione 4.5: RECLUTAMENTO E INCENTIVAZIONE DEL PERSONALE TECNICO**

**Obiettivo specifico:** verranno bandite posizioni specifiche di personale tecnico per supportare la gestione di strumenti e laboratori per la ricerca e la didattica, la costituzione di nuovi centri strumentali e le attività di terza missione. Verrà inoltre costituito un fondo di incentivazione dipartimentale per la premialità, in accordo con la Direzione Generale secondo le modalità stabilite dall'Ateneo.

**Criteri:** le priorità per le richieste saranno stabilite sulla base dei seguenti elementi:

- necessità di sostituzione di personale esistente che lascia la posizione (pensionamento, trasferimento, dimissioni);
- importanza delle attrezzature utilizzate, del carico di lavoro e del ruolo nella ricerca, didattica e conto terzi.

Le proposte vanno inoltre discusse con il personale tecnico (rappresentanti in CdD) e vanno attentamente valutate nell'ambito dei carichi di lavoro e delle competenze già presenti nel dipartimento. È prevista la possibilità di cofinanziare ulteriori figure di tecnico in caso di specifiche esigenze soprattutto di rilevanza interdipartimentale e con carattere di urgenza.

**Descrizione:** inserimento di posizioni di personale tecnico nella programmazione e creazione di un fondo di incentivazione dipartimentale per la premialità del personale tecnico allo scopo di valorizzarne il contributo allo sviluppo del Dipartimento. Verrà inoltre favorita anche la partecipazione del personale tecnico a congressi, scuole, corsi di formazione, etc.

**Cronologia:** azione incominciata nell'anno 2017.

**Monitoraggio e verifica:** a cura della Giunta del Dipartimento e del Direttore.

### **4.3 Necessità del Dipartimento triennio 2021-2023**

Considerato il pieno raggiungimento degli obiettivi relativi al precedente triennio 2018-2020, che hanno permesso al DISAT di potenziare le proprie risorse di personale nel campo della ricerca, della

didattica e della terza missione, le politiche di arruolamento del triennio 2021-2023 seguiranno 3 principali obiettivi:

- 1) il **primo obiettivo** è rivolto al necessario **rinnovo generazionale** della base dei ricercatori attraverso l'attivazione di posizioni da **RTDA e RTDB**;
- 2) il **secondo obiettivo** è rivolto direttamente all'**ampliamento del numero di PO**, reso necessario dallo sviluppo delle numerose e complesse attività del DISAT, anche alla luce del pensionamento di 2 PO nel 2022;
- 3) il **terzo obiettivo** riguarda lo sviluppo del personale tecnico.

Il **primo obiettivo** riveste un ruolo di grandissima importanza e riguarda il reclutamento di giovani ricercatori che permetteranno un rinnovo generazionale del personale docente. Criterio fondamentale di base nella scelta delle posizioni future da RTD resta sempre un'adeguata distribuzione delle risorse tra tutte le aree presenti nel DISAT, con la finalità di favorire uno sviluppo armonico dell'intero dipartimento con chiaro riferimento alle tematiche di ricerca proprie del DISAT, già esplicitate in modo dettagliato nel capitolo dedicato ai cluster di ricerca, e con particolare attenzione alle 7 principali tematiche di ricerca: 1) Cambiamenti climatici in ambito terrestre e marino, 2) Sostenibilità delle attività antropiche nei diversi ecosistemi, 3) Monitoraggio ambientale e geologico e valutazione dei rischi in ambito terrestre e marino, 4) Gestione delle risorse naturali terrestri e marine, 5) Caratterizzazione dei geomateriali e modellizzazione dei processi geologici; 6) Tettonica e processi erosivi e sedimentari; 7) Geodinamica e petrogenesi dei processi subduttivi.

Tale impostazione di base ha trovato un suo naturale sviluppo nel piano straordinario RTDB 2020-2021, permettendo al DISAT di acquisire ben 9 nuove posizioni, 4 della quali sulla base di progetti competitivi a livello d'Ateneo. Parte di questo processo decisionale è stato comunque avviato già nel 2020 con una prima fase di programmazione delle risorse 2020-2022, legata al completamento anticipato della precedente programmazione. Sempre nell'ambito di tale progetto di rinnovo e potenziamento della base della ricerca, sono previste in programmazione 7 posizioni da RTDA.

Bisogna però ricordare allo stesso tempo che, alla luce delle attuali regole amministrative, il passaggio dalla posizione di RTDB a quella di PA richiede 0.2 PORG a carico del dipartimento e che questi dovranno essere disponibili al momento della fase di valutazione finale degli RTDB a 3 anni di distanza dalla presa di servizio dei vincitori delle varie posizioni messe a bando. Lo stesso criterio resta valido anche per le posizioni da RTDA per le quali il DISAT ha preso l'impegno dal 2017 di garantire la messa a bando di una posizione da RTDB, trascorsi i primi 3 anni del contratto. Di conseguenza, risulta necessario che sia prevista la disponibilità di una notevole quantità di PORG per gli anni futuri, con una necessità di 0,4 PORG per il 2021, di 0,6 PORG per il 2022 e di ben 2PORG per il solo 2024.

Nel triennio d'interesse sono inoltre previsti un passaggio da RTDB a PA nel 2022 e due passaggi da RTDB a PA nel 2023, per i quali i PORG risultano però a carico del Progetto di Eccellenza.

Per quanto riguarda il **secondo obiettivo**, le molteplici attività del DISAT, comprendenti 6 corsi di laurea, un dottorato di ricerca con più di 50 dottorandi, oltre alla gestione di progetti internazionali, di 70 laboratori, di centri e di piattaforme interdipartimentali richiedono infatti figure di PO adeguate a ricoprire ruoli gestionali nell'interesse non solo del Dipartimento ma anche dell'Ateneo. Alcune di queste attività e ruoli di grande importanza sono ancora oggi gestiti grazie alla competenza e totale disponibilità di molti PA, a testimonianza della necessità di ampliare il numero di PO. Inoltre, oggi afferiscono al DISAT solamente 12 PO, dei quali 2 andranno in pensione nel 2022, un numero decisamente basso anche in confronto alla numerosità dei PO in forze presso gli altri dipartimenti dell'Ateneo.

Notevole attenzione è stata data anche all'incremento delle posizioni relative al personale tecnico, **che costituisce il terzo obiettivo** della programmazione, di estrema importanza soprattutto nel campo delle attività di ricerca e di terza missione. In questo caso le richieste sono legate primariamente alla sostituzione di prossime cessazioni, al recupero di posizioni in aspettativa e al necessario supporto ad alcune aree prive o rimaste prive di un contributo di tipo tecnico.

Per quanto riguarda le figure di Professore associato, il pieno raggiungimento della passata programmazione rivolta in gran parte all'upgrade degli RU, unitamente alle progressioni di carriera previste per gli RTDB, hanno portato a limitarne il numero in programmazione. È comunque prevista la messa a bando di una posizione da PA/PO esterno per il settore GEO/08 a seguito di pensionamento e si prevede infine la possibilità di usufruire del piano straordinario RU-PA per una singola posizione in upgrade con presa di servizio nel 2022.

Ci si riserva comunque la possibilità di integrare motivatamente la programmazione, qualora le mutate condizioni lo richiedessero, per meglio adeguarla agli obiettivi generali della stessa, soprattutto nel caso in cui venissero promossi dal MUR ulteriori piani straordinari a livello nazionale.

Resta infine aperta la possibilità di acquisire posizioni (PA/PO) attraverso chiamate esterne sostenute dal Ministero e/o dallo stesso Ateneo, purché in linea con le finalità della programmazione prevista nel periodo di interesse, previa approvazione da parte del Consiglio di Dipartimento.

### Posizioni Prioritarie

PA Posizioni attualmente ricoperte da RTDB, prioritarie	
<b>2021</b>	
BIO/07	Attualmente ricoperta da RTDB
GEO/02	Attualmente ricoperta da RTDB
<b>2022</b>	
GEO/03	Attualmente ricoperta da RTDB
GEO/03	Attualmente ricoperta da RTDB
CHIM1	Attualmente ricoperta da RTDB Progetto ecc. no PORG
CHIM12	Attualmente ricoperta da RTDB
<b>2023</b>	
GEO/11	Attualmente ricoperta da RTDB Progetto ecc. no PORG
GEO/12	Attualmente ricoperta da RTDB Progetto ecc. no PORG

## Necessità del Dipartimento

### Tabella riassuntiva:

RTD-A				RU-PA				
2021	Pos	SSD	Commenti	2021	Pos	SSD	Commenti	
1	RTDA	GEO/01		1	PA		Prog. Str. RU-PA	
<b>2022</b>								
1	RTDA	CHIM/12		<b>PO</b>				
2	RTDA	GEO/04	Marino	<b>2021</b>				
3	RTDA	GEO/04	Terrestre	1	PO	BIO/07	in corso	
<b>2023</b>				2	PO	CHIM/02		
1	RTDA	CHIM/02		3	PO	GEO/05	in corso	
2	RTDA	GEO/05		<b>2022</b>				
3	RTDA	GEO/12		1	PA/PO	GEO/08	esterno	
<b>RTD-B</b>				<b>2023</b>				
<b>2021</b>	<b>Pos</b>	<b>SSD</b>	<b>Commenti</b>	1	PO	CHIM/01		
1	RTDB	BIO/01	Prog. str. in corso	2	PO	ICAR/07		
2	RTDB	BIO/06	Prog. ord. in corso					
3	RTDB	BIO/07	Prog. str. in corso					
4	RTDB	BIO/19	Prog. str. in corso					
5	RTDB	CHIM/01	Prog. str. in corso	<b>TECNICI</b>				
6	RTDB	GEO/06	Prog. str. in corso	<b>2021-23</b>		<b>Pos</b>	<b>Area</b>	<b>Commenti</b>
7	RTDB	GEO/10	Prog. str. in corso	1	TEC C	BIO	Recupero	
<b>2022</b>				2	TEC D	BIO	Stabulario (cofin.)	
1	RTDB	BIO/07		3	TEC D	CHIM	Prog. 18-20	
2	RTDB	GEO/05		4	TEC D	CHIM	Strumentazione	
3	RTDB	ICAR/07		5	TEC C	GEO	Sez. sottili	
<b>2023</b>				6	TEC D	GEO	Eurocold pensione	
1	RTDB	AGR14		7	TEC D	GEO	Marino	
2	RTDB	CHIM/12		8	TEC D	INF/NUM	Modelli numerici	
	RTDB	BIO/01						
	RTDB	FIS/07						

**N.B. L'ordine di presentazione delle richieste non ha valore di priorità.**

Prog. str. in corso: posto bandito grazie alle risorse del piano straordinario RTDB 2020-2021

Prog. ord. in corso: posto bandito grazie alle ordinarie

Prog. Str. RU-PA: piano straordinario per upgrade da RU a PA con presa di servizio nel 2022