

Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra

Direttore Paolo Natoli

Piano Dipartimentale 2026-2028

La struttura di governance del Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra (DFST) dell'Università di Ferrara è organizzata come segue.

La gestione del Dipartimento è affidata al **Direttore**, eletto dal Consiglio di Dipartimento per un mandato di quattro anni, rinnovabile una sola volta, e a un Vice Direttore, nominato dal Direttore per garantire le funzioni vicarie in caso di assenza o impedimento. Attualmente, queste cariche sono ricoperte rispettivamente dal **Prof. Paolo Natoli** e dal **Prof. Francesco Di Benedetto**.

Il Direttore ha funzioni di indirizzo, iniziativa e coordinamento delle attività scientifiche e didattiche del Dipartimento; è responsabile dell'attuazione di quanto deliberato dagli organi collegiali, indirizza e coordina il personale tecnico amministrativo sulla base delle disposizioni del Regolamento di organizzazione; sovrintende all'attività di ricerca, curandone la valutazione, e alla ripartizione dei compiti didattici tra professori e ricercatori del Dipartimento, secondo le linee di indirizzo di Ateneo sulla programmazione didattica, e vigila sull'assolvimento di tali compiti.

Il **Consiglio di Dipartimento** è l'organo di programmazione e di gestione delle attività del Dipartimento, ne definisce gli obiettivi e i programmi di ricerca e detta i criteri generali per l'impiego dei fondi assegnati al Dipartimento per la ricerca e la biblioteca.

Tra le sue principali attribuzioni:

- approvare un piano annuale di sviluppo di ricerche di interesse del Dipartimento;
- esprimere pareri in ordine ai Professori a contratto;
- collaborare con gli organi di governo dell'Università.

Durante le riunioni del Consiglio di Dipartimento viene redatto apposito verbale.

Il **Segretario amministrativo** (Dr.ssa Chiara Zagato) è responsabile della segreteria amministrativa del Dipartimento, ha funzioni di coordinamento delle attività amministrativo-contabili e didattiche. E' inoltre parte del Consiglio di Dipartimento, con la funzione di segretario verbalizzante, e della Giunta con la medesima funzione e con voto consultivo.

La **Giunta di Dipartimento** coadiuva il Direttore ed esercita funzioni deliberative su delega del Consiglio di Dipartimento. Ne fanno parte il Direttore, il vicedirettore, i Coordinatori dei CU afferenti, il Segretario Amministrativo e 4 docenti in rappresentanza delle due aree scientifiche afferenti al Dipartimento (due per l'area di Fisica, due per l'area di Scienze della Terra).

Al fine di rendere sempre più efficace l'attività di indirizzo e programmazione, il Dipartimento si avvale delle seguenti strutture:

- La **Commissione Dipartimentale per la Ricerca e la Terza missione** coadiuva il Direttore nell'attuazione del monitoraggio delle strategie Dipartimentali in materia di Ricerca e terza missione, ed è costituita dalla Giunta a cui si aggiungono i coordinatori dei Corsi di Dottorato afferenti al Dipartimento, o loro delegati.
- La **Commissione paritetica Docenti - Studenti** (CPDS) si attiva per ricevere segnalazioni provenienti dagli studenti e dai corsi di studio del Dipartimento e approfondire gli aspetti critici legati al percorso di formazione (esperienza dello studente) offrendo un prezioso supporto di indagine oltre a quello fornito dai questionari di valutazione. Dà inoltre parere sulla proposta di attività programmata per la verifica della congruità dei crediti con gli obiettivi formativi dei corsi di studio. La CPDS redige una Relazione annuale ed eventuali verbali delle riunioni svolte durante l'anno.

Delegati del Dipartimento

Qui di seguito viene riportato l'elenco dei delegati, nominati dal Direttore per specifici compiti e materie di competenza del Dipartimento.

- Delegati all'internazionalizzazione, per questioni attinenti la didattica e la ricerca
- Delegati per questioni VQR
- Delegati per Orientamento all'ingresso e promozione delle iniziative didattiche e scientifiche del Dipartimento
- Delegati per il Tutorato
- Delegati per la organizzazione e la gestione del sito internet di Dipartimento
- Delegato del Direttore per la Radioprotezione
- Rappresentante del Dipartimento nel Consiglio Direttivo del Centro di Ateneo per la Cooperazione e lo sviluppo
- Rappresentante del Dipartimento nel Consiglio di disciplina di Ateneo
- Rappresentante del Dipartimento nel Consiglio scientifico della Macroarea del Sistema Bibliotecario di Ateneo
- Rappresentanti nel Consiglio di Gestione del Sistema Museale di Ateneo
- Coordinatori Erasmus
- Responsabile del Museo di Strumentazione Antica del Dipartimento di Fisica
- Referente per problematiche studenti con disabilità - DSA
- Componenti dei Comitati di redazione delle Sezioni degli Annali on line
- Componente del Consiglio Direttivo del Centro Teatro Universitario
- Componente del Consiglio Direttivo del Centro Emostasi e Trombosi
- Componente del Consiglio Direttivo del Centro Malattie Vascolari
- Rappresentanti del Dipartimento nel Comitato scientifico del laboratorio Terra&Acqua Tech.
- Rappresentanti del Dipartimento nel Centro di Microscopia Elettronica
- Delegata per la parità di genere

Deleghe, rappresentanti e referenti sono costantemente aggiornati al fine di ottimizzare le attività, la partecipazione ai lavori per mettere in atto le strategie programmate e monitorare le azioni in modo continuativo (ultimo aggiornamento Commissioni e Delegati: delibera del Consiglio di Dipartimento del 16 dicembre 2024). l'elenco con i nominativi aggiornati è disponibile a questo indirizzo: <https://fst.unife.it/it/organizzazione/personae>.

Consiglio unico per i Corsi di Studio in Fisica

Il coordinatore dei Corsi di Studio in Fisica (Laurea Triennale in Fisica - Master's Degree in Physics) è il Prof. Fabio Mantovani.

Consiglio unico per i Corsi di Studio in Scienze Geologiche

La coordinatrice dei Corsi di Studio in Scienze Geologiche (Laurea Triennale in Scienze Geologiche - Laurea Magistrale in Scienze Geologiche, Georisorse e Territorio) è la Prof.ssa Monica Ghirotti.

Offerta formativa in CdS afferenti al Dipartimento

Il DFST si distingue per la sua solida tradizione in termini di qualità della ricerca e della proposta formativa. Il DFST offre due Corsi di Laurea Triennale (**Laurea Triennale in Fisica** e **Laurea Triennale in Scienze Geologiche**) e due Corsi di Laurea Magistrale: **Master's Degree in Physics** con possibilità di doppio titolo con l'Università Paris-Saclay e **Laurea Magistrale in Scienze Geologiche, georisorse e territorio** con possibilità di doppio titolo con l'Università di Cadice.

Il Corso di Laurea Triennale in Fisica è strutturato per fornire una solida base nelle discipline della fisica classica e moderna, integrata da competenze trasversali in matematica, informatica e statistica, con un orientamento esplicito allo sviluppo di capacità di analisi critica e problem solving. L'impianto formativo è concepito non solo per garantire una preparazione rigorosa, ma anche per favorire una progressiva familiarità con il metodo scientifico e una naturale proiezione verso attività di ricerca e innovazione.

Particolare attenzione è dedicata alla fase iniziale del percorso. Il modulo di Analisi Zero, ormai consolidato, continua a rappresentare uno strumento efficace per rafforzare le competenze di base degli studenti e prepararli in vista degli insegnamenti fondamentali. Le inevitabili difficoltà che si registrano nel primo anno, in particolare negli insegnamenti di Analisi 1 e Fisica 1, sono affrontate attraverso un potenziamento sistematico delle attività di tutorato e di supporto alla didattica, con un monitoraggio continuo delle carriere e un progressivo affinamento degli strumenti di accompagnamento allo studio.

Negli ultimi tre anni il numero di immatricolati al primo anno si è attestato mediamente intorno alle 65 unità, rappresentando il valore più elevato nella storia del corso. Questo risultato è riconducibile a una sinergia efficace tra le attività di orientamento e il coinvolgimento diretto degli studenti nelle iniziative di terza missione. Le indagini condotte sugli iscritti evidenziano come il principale fattore di attrazione sia il passaparola, legato alla buona reputazione del corso e alla qualità percepita dell'esperienza formativa.

Il corso mantiene un'elevata flessibilità nella costruzione del percorso formativo e nella preparazione della tesi, con opportunità di collaborazione con enti di ricerca e contesti industriali avanzati, oltre alla partecipazione ai programmi di mobilità internazionale.

Il Master's Degree in Physics, completamente erogato in lingua inglese, si configura come un percorso formativo flessibile e fortemente orientato all'internazionalizzazione. La recente ristrutturazione del corso ha introdotto una maggiore libertà nella costruzione del piano di studi e una più chiara articolazione dei sei career paths, che coprono ambiti quali astrophysics and cosmology, didactics of physics, physics applied to energy, environment and health, physics of condensed matter, physics of fundamental interactions e theoretical physics. Questa struttura consente agli studenti di sviluppare un percorso coerente con i propri interessi scientifici e professionali, mantenendo al contempo un elevato grado di interdisciplinarietà.

Gli effetti della riforma sono evidenti nei dati di iscrizione. Nell'anno accademico 2025-2026 è stato raggiunto il numero record di 25 studenti, con una componente internazionale particolarmente significativa: 10 iscritti provengono da paesi extra-europei, tra cui India, Pakistan, Palestina, Ghana, Giordania e Turchia. A questi si aggiungono studenti Erasmus in ingresso da paesi europei, come Turchia e Spagna, a testimonianza di un processo di internazionalizzazione ormai strutturato e in continua crescita. Il corso assume quindi una dimensione pienamente internazionale, non solo nella lingua di erogazione, ma anche nella composizione della comunità studentesca.

Un elemento distintivo dell'offerta è la possibilità per gli studenti di operare a stretto contatto con gruppi di ricerca attivi e con grandi infrastrutture scientifiche internazionali, tra cui CERN, SLAC, Fermilab, DESY, IHEP e i Laboratori Nazionali dell'INFN. Questo collegamento diretto con la ricerca rappresenta un fattore di forte attrattività e consente un'integrazione efficace tra formazione avanzata e attività sperimentale.

Particolare rilievo assume il programma di doppio titolo con l'Università Paris-Saclay, che nell'anno 2025-2026 ha visto la partecipazione di due studenti. A supporto di questo percorso è stata sviluppata una guida dedicata, che accompagna gli studenti anche negli aspetti organizzativi e logistici. Nel complesso, in questa nuova configurazione il Corso mostra un chiaro trend di crescita e si sta consolidando come un polo attrattivo a livello internazionale.

Il Corso di Laurea Triennale in Scienze Geologiche ha come obiettivo specifico quello di formare laureati in possesso di una preparazione di base nelle discipline chimiche, fisiche, matematiche e nei settori caratterizzanti le Scienze della Terra. Le competenze acquisite permetteranno loro di interpretare i processi geologici e le loro relazioni spazio-temporali, unitamente alla capacità di applicare il metodo scientifico allo studio del sistema Terra. Particolare importanza è attribuita alle attività di terreno, già dal primo anno di corso, che gli studenti svolgono partecipando a escursioni con il riconoscimento di 2 crediti F. Numerose escursioni sono previste nei singoli corsi oltre al corso di Rilevamento geologico al III anno, caratterizzato da 7 CFU di attività pratiche sul campo, pari a 84 ore, sotto la guida di tre docenti, tutor e supporti alla didattica. Strategie di orientamento in entrata, perseguite con dedizione dal corpo docente, hanno permesso di invertire la tendenza negativa degli ultimi anni, incrementando il numero delle immatricolazioni ad un valore di 29, di tutto rispetto nel confronto con l'area geografica di riferimento e con il dato nazionale. A partire dall'anno accademico 2026/2027, sono stati inoltre introdotti crediti F per attività di terza missione, con l'obiettivo di coinvolgere gli studenti in iniziative di orientamento rivolte a scuole primarie, secondarie e al pubblico generale. Questa partecipazione diretta permetterà agli studenti di sviluppare competenze trasversali, rafforzando la capacità di comunicare la scienza in modo efficace. Continuano negli anni le attività di supporto alla didattica e di tutorato, destinate prevalentemente agli insegnamenti con criticità o con un elevato carico di attività laboratoriale e/o sul terreno. L'offerta formativa del Corso di Laurea in Scienze Geologiche che è progettata per consentire al laureato di entrare nel mondo del lavoro come Tecnico geologico, offre altresì una preparazione idonea per il proseguimento degli studi nella Laurea Magistrale della classe LM-74.

Il Corso di Laurea Magistrale in Scienze Geologiche, georisorse e territorio è strutturato per fornire allo studente le conoscenze scientifiche e metodologico-applicative necessarie per operare con i metodi più moderni e le tecnologie più avanzate proprie delle Scienze della Terra. I laureati saranno in grado di acquisire, analizzare ed elaborare dati inerenti i processi geologici e finalizzati alla valutazione, monitoraggio e mitigazione della pericolosità e del rischio connesso a fenomeni endogeni ed esogeni e a quelli indotti dai cambiamenti climatici; alla quantificazione e gestione sostenibile delle risorse naturali e delle materie prime e al recupero della qualità ambientale delle aree degradate. Il Corso fornisce le competenze spendibili nei diversi ambiti occupazionali della Geologia quali la valorizzazione delle georisorse, comprese quelle idrogeologiche, la pianificazione geologico-territoriale, la progettazione, la caratterizzazione e conservazione di sistemi e materiali geologici, la gestione delle emergenze geologiche ed ambientali di origine naturale ed antropica. La recente rimodulazione dell'offerta formativa prevede due percorsi: **Geoscienze e rischi geologici** e **Georisorse e sostenibilità** adeguati alle sfide che uno sviluppo sostenibile richiede, pur senza tralasciare gli aspetti più specialistici della geologia di base, con l'introduzione di insegnamenti calibrati sulle competenze scientifiche e professionali del corpo docente. La struttura del corso prevede tra primo e secondo anno tre insegnamenti obbligatori, e la scelta di un percorso consente agli studenti di personalizzare il piano di studi in modo flessibile. Il doppio titolo erogato in partnership con l'Universidad de Cadiz (Spagna) permette di conseguire un Master in Gestion Integrada de Areas Litorales. Il laureato di questo corso è un Geologo in possesso di elevata preparazione

scientifico e tecnico-professionale, raggiunta attraverso una significativa attività formativa teorica, di laboratorio e di campagna. La Laurea Magistrale permette di avviarsi, previo superamento dell'esame di stato, alla libera professione o ad attività professionali in svariati settori dell'industria e della pubblica amministrazione. Nel percorso didattico gli studenti possono altresì avvalersi di visite, tirocini e ricerche condivise con numerosi laboratori di enti pubblici e aziende, sia italiani che internazionali (**ESRF, Elettra, CNR**).

Il DFST promuove due dottorati (**Fisica e Scienze della Terra e del Mare - EMAS**) con una forte connotazione internazionale. Infatti, nell'ambito del percorso dottorale in **Fisica** è attivo un percorso di doppio titolo internazionale in convenzione con *Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics (Polish Academy of Sciences, Kraków, Poland)*, mentre il dottorato di ricerca internazionale in **Scienze della Terra e del Mare (Earth and Marine Sciences - EMAS)** è organizzato dall'Università di Ferrara e vede la collaborazione dell'Università di Cadice - *UCA*. Recentemente, il DSFT è entrato in un Dottorato di interesse nazionale in Space Science and Technology (SST), coordinato dall'Università di Trento.

Per quanto riguarda il **Dottorato di Ricerca in Fisica**, il numero di borse di studio bandite negli ultimi anni è andato crescendo passando da 9 borse nel 2017 fino a 13 borse nel 2025, cui si aggiunge quella destinata al Dottorato di interesse nazionale SST. Tutto questo è stato possibile grazie all'incremento delle borse cofinanziate sia da enti di ricerca (INFN, ASI, INAF, etc.) che dalle aziende. In particolare, queste ultime vedono il DFST come un centro dove si possa svolgere attività di ricerca e sviluppo. La convenzione tra Università di Ferrara e l'INFN ha contribuito ad incrementare il numero di borse di dottorato dedicate a tematiche di fisica nucleare e subnucleare.

Per quanto riguarda il **Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra e del Mare - EMAS**, il numero di borse di studio bandite ha registrato un incremento molto significativo nel quinquennio 2018-2022 grazie al finanziamento ministeriale nell'ambito dei Dipartimenti di Eccellenza che ha consentito di erogare 6 borse di dottorato aggiuntive rispetto alle borse gravanti su budget UniFe con ulteriore effetto leva nell'attrarre cofinanziamenti per borse da altri enti (CNR, INGV, RER).

La forte propensione del DSFT ad investire sul dottorato ha reso possibile il reclutamento sempre crescente di studenti, portando il rapporto dottorandi (53) / strutturati (47) pari a 1.1. Questo dato, unito al rapporto tra RTDa, RTDb, assegnisti e strutturati, pari a 0.45, è indice della significativa capacità di ricerca del Dipartimento.

Attività di ricerca del DFST

Nell'ultimo decennio il DFST ha mantenuto costante la forte propensione per la ricerca, sia a livello di base che applicata, come evidenziato dai progetti finanziati sia a livello europeo che nazionale e regionale, nonché dal rilascio di brevetti e dalle attività legate agli spin-off.

Nel settore della fisica, le attività di ricerca del DFST si sviluppano in diverse linee: fisica sperimentale delle alte energie e delle interazioni fondamentali, fisica teorica e computazionale, fisica della materia condensata, cosmologia e astrofisica, fisica ambientale, medica e dei beni culturali, didattica della fisica. Parallelamente, il DFST svolge ricerche nell'area delle Scienze della Terra, con studi che spaziano dalla paleontologia alla stratigrafia, dalla mineralogia alla geochimica, dalla petrografia alla vulcanologia, dall'idrogeologia alla geologia applicata, dalla geologia dei terremoti alla geofisica. Queste attività di ricerca beneficiano di una stretta collaborazione con

istituzioni nazionali di ricerca come il CNR e l'ASI, e in alcuni casi sono potenziate da convenzioni specifiche con l'INFN, l'INAF e l'INGV.

Un punto di forza del DFST è la solida collaborazione con l'INFN. La sezione di Ferrara dell'INFN, alla quale afferiscono numerosi docenti del DFST, svolge un ruolo attivo in esperimenti organizzati nell'ambito delle linee di ricerca dell'Istituto. Questi esperimenti, di rilevanza internazionale, coprono una vasta gamma di settori, tra cui la fisica delle particelle ad alta energia, la fisica astro-particellare, la fisica nucleare, la fisica teorica e le tecnologie nucleari applicate a sensori, salute, ambiente e beni culturali e alla fisica medica. Questo ampio portafoglio di ricerche sottolinea la versatilità e l'ampio raggio d'azione del DFST nell'ambito della ricerca scientifica.

La sua produzione scientifica del DFST è di alto livello, con una media annua (valutata nel periodo 2020-2024) di circa 230 articoli in riviste di fascia Q1, e tre professori inseriti tra i primi 100 "Top Italian Scientists" per rispettive aree di competenza. Inoltre, due professori del DFST, uno per area 02 e uno per area 04, sono classificati "within the top 2% of scientists in their main subfield" da Ioannidis et al. 2020 ("Stanford ranking") che ha valutato gli scienziati per l'impatto delle citazioni lungo la carriera fino alla fine del 2019. Nel periodo 2020-24, per quanto riguarda l'area Fisica complessivamente le pubblicazioni su riviste scientifiche indicizzate sono state 1270, di cui 1018 appartenenti al primo quartile, per un totale di circa 48000 citazioni, mentre per l'area Scienze della Terra complessivamente le pubblicazioni su riviste scientifiche indicizzate sono state 294, di cui 148 appartenenti al primo quartile, per un totale di 3414 citazioni.

Nell'ultimo quinquennio, il DFST si è distinto per le sue attività di ricerca, caratterizzate da una notevole vivacità e da un impegno profuso in una serie di progetti finanziati a livello nazionale ed europeo. Il DFST ha ricevuto finanziamenti da quattro progetti Horizon 2020, tra cui un ERC (Consolidator), un Horizon Europe EIC Pathfinder, due INTERREG CBC Italia-Croazia, due LIFE (2014-20 e 2021-27), un Urban Innovative Actions, e una serie di progetti nel campo dell'agricoltura di precisione e dell'Industria 4.0. L'ampio spettro di queste iniziative riflette le diverse competenze dei membri coinvolti, che spaziano dalla modellistica al calcolo distribuito, alla gestione dei Big Data. Inoltre, nel quinquennio 2018-22 il DFST è stato selezionato come beneficiario di un finanziamento di oltre 7 mln € in qualità di Dipartimento di Eccellenza. Il premio è stato attribuito sulla base dei risultati della VQR 2011-14, che per l'area disciplinare 04 Scienze della Terra ha fruttato al DFST una collocazione con ISPD=100, e del progetto presentato che ha visto il DFST collocarsi in prima posizione nella graduatoria finale dei cinque dipartimenti finanziati in area Scienze della Terra. La valutazione della VQR 2015-19 si è confermata molto elevata, rientrando nell'insieme dei 300 migliori Dipartimenti italiani con una valutazione ISPD=99.5 per l'area disciplinare 02.

Le competenze interdisciplinari del DFST si sono rivelate preziose per la partecipazione a numerose iniziative legate al PNRR. Il Dipartimento ha svolto un ruolo attivo in due importanti progetti del PNRR: il Centro Nazionale di HPC, Big Data e Quantum Computing (ICSC) e il progetto Ecosystem for Sustainable Transition in Emilia-Romagna (ECOSISTER). La capacità del DFST di attrarre fondi esterni è ben documentata dalle numerose convenzioni stipulate con società private, come Lighthouse S.p.A., Polaris s.r.l., GeoExplorer s.r.l., Delta Engineering Services S.r.l., CAEN S.p.A., Protex Spa, Colacem S.p.A., Diemme Filtration S.r.l., INCO S.p.A., e con istituzioni pubbliche, tra cui la Regione Emilia-Romagna (RER), Regione Veneto, Provincia autonoma di Bolzano, ISPRA (Progetto CARG), Ferrovie Emilia-Romagna, ENEL Greenpower, ENI, l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e l'INAF. Grazie a questi accordi, il DFST ha potuto attrarre circa 2 milioni di euro di finanziamenti esterni.

Nel settore della ricerca di base e applicativa, il DFST ha mantenuto una presenza attiva, con 7 PRIN attivi nel periodo 2018-22. La collaborazione con la Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna si è inoltre rafforzata attraverso cinque progetti POR-FESR 2014-20. L'orientamento del

DFST verso la ricerca applicata si è concretizzato nel deposito di cinque brevetti nel 2021, e nello sviluppo di due spin-off e una start-up. Occorre inoltre segnalare l'importante attività della nostra sede nel quadro del completamento del Progetto CARG, con l'assegnazione a docenti del DFST di due fogli CARG (Ferrara e Monte Grappa) nel corso degli ultimi anni. Il foglio di Ferrara è stato recentemente consegnato e presentato ufficialmente.

Parallelamente alle sue attività di ricerca, il DFST si è dedicato alla divulgazione scientifica attraverso l'organizzazione di eventi di portata pubblica, tra cui "I Venerdì dell'Universo" e "Porte Aperte al Polo Scientifico Tecnologico". Questi eventi hanno richiamato una media annuale di oltre 20000 contatti in modalità sincrona e asincrona. Infine, il DFST ha continuato a promuovere la condivisione del sapere attraverso l'organizzazione di workshop e conferenze internazionali. I membri del Dipartimento hanno avuto una presenza costante nei comitati scientifici e editoriali, dimostrando ancora una volta il loro impegno per la promozione della ricerca scientifica.

Nel campo della Fisica e delle Scienze della Terra, l'importanza dell'impatto sociale della ricerca non può essere sottovalutata. In questo senso, le attività di ricerca del DFST hanno il potenziale di produrre innovazioni che possono avere un impatto diretto e tangibile sulla società. Ad esempio, la ricerca nel campo delle Scienze della Terra potrà contribuire a migliorare la nostra comprensione dei cambiamenti climatici e ad elaborare strategie più efficaci per la gestione delle risorse naturali. Le ricerche in campo fisico potranno portare a progressi in molti settori, dall'energia all'informatica, dagli smart sensors, dai materiali avanzati alla fisica medica, con un impatto che si estende ben oltre l'ambito accademico. In questo contesto, il DFST può sfruttare la crescente attenzione della società verso la sostenibilità e la resilienza, traducendo la ricerca in soluzioni concrete e pratiche per le sfide che ci attendono nel prossimo triennio. Il potenziamento dei rapporti con le aziende e gli enti di ricerca rappresenta un'opportunità di crescita per il DFST. Questi rapporti possono non solo portare a nuove fonti di finanziamento, ma anche permettere al DFST di tradurre le sue ricerche in applicazioni pratiche, ampliando l'impatto dell'attività di ricerca svolta, di sviluppare partenariati strategici con il mondo industriale e di potenziare i rapporti con enti di ricerca sia a livello nazionale che internazionale.

La tutela della ricerca di base costituisce un elemento cardine della missione istituzionale del DFST. È infatti la ricerca di base che alimenta i progressi scientifici e tecnologici a lungo termine. Pertanto, il DFST deve continuare a sostenere e promuovere lo sviluppo delle conoscenze di base, anche in un contesto in cui si tendono a privilegiare risultati di natura tecnico-applicativa a breve termine. In questo senso, l'interesse crescente per la Fisica e le Scienze della Terra da parte di organismi di finanziamento a livello nazionale e internazionale rappresenta un'opportunità significativa.

Il DFST di Ferrara opera in un contesto di sfide esogene che potrebbero minacciare la sua capacità di svolgere efficacemente attività di ricerca e didattica. L'aumento dell'inflazione, ad esempio, potrebbe limitare gli investimenti in R&D, rendendo più difficile per il DFST proseguire nel suo sviluppo. Inoltre, l'instabilità geopolitica potrebbe ostacolare lo sviluppo di collaborazioni internazionali, limitando il raggio d'azione delle ricerche del DFST. Una possibile crisi economica potrà ridurre la disponibilità di investimenti delle aziende in R&D, compromettendo potenziali fonti di finanziamento per la ricerca. Questo, a sua volta, potrebbe influire sulla capacità del DFST di realizzare progetti di ricerca ambiziosi e innovativi.

Inoltre, il calo demografico può avere un impatto negativo sulle iscrizioni ai Corsi di Laurea del DFST. In questo scenario, ed in presenza di un'ampia e crescente offerta formativa concorrente, la capacità del Dipartimento di attrarre un bacino studentesco ampio e diversificato diviene un fattore critico per la sua sostenibilità nel lungo periodo. Inoltre, l'aumento della competitività da parte degli altri atenei, in particolare del nord Italia, potrebbe influire negativamente sulla capacità di attrarre giovani che

intendano svolgere il dottorato di ricerca. Per affrontare queste sfide, il DFST deve continuare a sviluppare la sua offerta formativa e a costruire partenariati strategici, sia a livello nazionale che internazionale, incentivando il reclutamento di giovani brillanti e motivati da paesi in via di sviluppo.

Piano di sviluppo della didattica

Il DFST ha delineato le linee di sviluppo della didattica, tenendo in considerazione le competenze richieste dai diversi indirizzi di ricerca, le indicazioni del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e soprattutto le esigenze di nuovi profili professionali sia da parte delle imprese high tech che da quelle del territorio.

In prima istanza, il DFST intende confermare e, laddove è possibile, potenziare il proprio impegno nell'erogare insegnamenti di servizio nei corsi ad alta numerosità dell'Ateneo. Quest'attività è di interesse strategico sia per supportare la continua crescita di iscritti ai corsi di laurea dell'Università di Ferrara, sia per attivare sinergie didattiche e di ricerca con altri Dipartimenti. Inoltre, per migliorare la qualità della docenza, sia negli insegnamenti di servizio che in quelli dei propri Corsi di Laurea, il DFST supporta la partecipazione dei propri docenti alle iniziative di formazione ed aggiornamento in ambito didattico promosse dall'ateneo.

Per quanto riguarda il **Corso di Laurea Triennale in Fisica**, il DFST individua come priorità strategica per il prossimo triennio il miglioramento della regolarità delle carriere, con particolare attenzione al passaggio dal primo al secondo anno, che rappresenta attualmente il principale elemento di fragilità del percorso formativo. Le criticità emerse negli anni precedenti su singoli insegnamenti, tra cui la meccanica quantistica, risultano oggi superate, consentendo di concentrare gli sforzi su una visione sistemica della progressione degli studenti, come evidenziato anche dalle analisi della CPDS.

Le azioni previste si articolano su più livelli, integrando interventi didattici, organizzativi e metodologici. In primo luogo, è previsto un potenziamento significativo delle attività di tutorato, sia in termini quantitativi sia qualitativi, affiancato dall'introduzione di una nuova figura di tutorato metodologico. Tale figura, coordinata dal Coordinatore del Corso di Studi, sarà dedicata al supporto degli studenti nella pianificazione dello studio, nell'organizzazione degli esami e nella gestione del carico didattico durante il semestre, rispondendo a un'esigenza esplicitamente evidenziata dalla rappresentanza studentesca.

Parallelamente, verrà data piena attuazione alle indicazioni emerse dal tavolo tecnico tra i docenti di matematica, finalizzate a una maggiore armonizzazione dei programmi e a un incremento delle attività di esercitazione, con l'obiettivo di rafforzare le competenze di base necessarie per affrontare con continuità gli insegnamenti di fisica.

Ulteriore elemento qualificante è rappresentato dal rafforzamento del coordinamento tra i docenti del primo anno e dall'introduzione di strumenti di monitoraggio continuo delle carriere, al fine di individuare precocemente situazioni di difficoltà e attivare interventi mirati.

In questo contesto si inserisce anche l'apertura dell'aula studio F35, spazio fortemente voluto dagli studenti, che favorisce forme di apprendimento collaborativo e contribuisce a consolidare una comunità attiva, elemento ritenuto cruciale per sostenere gli studenti nella fase iniziale del percorso universitario.

Il **Master's Degree in Physics** rappresenta un segmento strategico nella formazione avanzata del Dipartimento e si configura come un ambiente formativo ad alta integrazione tra didattica, ricerca e innovazione. La recente riforma strutturale, tenendo anche conto di quanto emerso dagli incontri con il Comitato di Indirizzo, ha introdotto insegnamenti moderni e altamente qualificanti, ampliando la flessibilità del percorso e rafforzando la coerenza tra formazione e prospettive professionali. In questa direzione si inserisce l'attivazione di tre nuovi insegnamenti — *From Physics Research to Enterprise, Advanced Data Analysis for Particle and Nuclear Physics: from Detector Signals to*

Physical Results e Advanced Optics with Applications to Gravitational Wave Interferometers — che affrontano tematiche di frontiera, e contribuiscono a rafforzare il legame tra la formazione degli studenti e le sfide della ricerca contemporanea, le grandi collaborazioni internazionali e le opportunità offerte dal mondo delle startup e delle tecnologie avanzate.

Questi interventi consolidano il ruolo del Master come ponte naturale verso il dottorato, configurandolo come un vero e proprio ambiente pre-PhD. In tale ottica, si intende rafforzare ulteriormente l'integrazione con il dottorato attraverso attività condivise, maggiore coinvolgimento degli studenti nei gruppi di ricerca e un allineamento tematico delle tesi con le linee di sviluppo scientifico del Dipartimento. Parallelamente, verranno promosse attività didattiche basate su progetti reali e challenge applicative, anche in collaborazione con partner industriali e centri di ricerca, al fine di sviluppare competenze operative su dati, modelli e problemi concreti.

Un asse portante dello sviluppo è rappresentato dall'internazionalizzazione, già oggi evidenziata dalla significativa presenza di studenti stranieri e da esperienze di mobilità in ingresso. Il Dipartimento intende consolidare e ampliare questa dimensione attraverso un investimento strutturato nella promozione internazionale, con campagne mirate sui canali digitali, tra cui Instagram e YouTube, e la produzione di contenuti dedicati ai diversi career path, alcuni dei quali hanno già registrato ampia visibilità a livello globale. L'obiettivo è trasformare il corso in un hub formativo internazionale, capace di attrarre studenti qualificati e di generare un ambiente multiculturale che arricchisca il processo di apprendimento e favorisca un approccio olistico alla ricerca.

In questo contesto si inseriscono anche il rafforzamento del programma Erasmus in ingresso e la valorizzazione del doppio titolo con l'Università Paris-Saclay, asset strategico per il posizionamento internazionale del Master. La presenza crescente di studenti provenienti da contesti diversi contribuisce a una contaminazione culturale e scientifica che rappresenta un valore aggiunto per l'intero ecosistema formativo.

Infine, particolare attenzione sarà dedicata allo sviluppo delle competenze trasversali, sempre più centrali in un contesto caratterizzato dall'impatto crescente dell'intelligenza artificiale e delle tecnologie avanzate. Accanto alle competenze disciplinari, il percorso formativo sarà orientato a rafforzare capacità di problem solving, lavoro in team, comunicazione scientifica e gestione di progetti complessi. In questa prospettiva, il Master si propone non solo come luogo di formazione specialistica, ma come piattaforma per la costruzione di profili professionali flessibili, competitivi e pienamente integrati nei contesti internazionali della ricerca e dell'innovazione.

Il Corso di Dottorato in Fisica si propone di rappresentare un punto di riferimento per giovani laureati desiderosi di approfondire le proprie conoscenze in vista di un futuro nel settore della ricerca, non solo in ambito accademico ma anche in quello industriale e delle tecnologie innovative. Lo spettro delle competenze e delle attività di ricerca è molto vasto e riguarda numerosi aspetti della Fisica, come risulta dalla produzione scientifica dei componenti, e permette ai singoli dottorandi di definire in maniera flessibile ed articolata il proprio percorso di formazione e ricerca. Le tematiche principali del dottorato riguardano sia la Fisica Fondamentale, sperimentale e teorica, che la Fisica Applicata. Per i possibili progetti di ricerca fondamentale le attività spaziano dalla fisica delle particelle alla fisica della materia condensata, dalla fisica nucleare alla fisica dei sistemi complessi, dalla astrofisica e dalla cosmologia alla fisica dei neutrini. Nell'ambito della Fisica applicata si possono citare, tra le tante, attività di rilievo nell'ambito della Fisica Medica e Sanitaria, delle applicazioni della sensoristica e delle tecnologie nucleari, dello sviluppo di sistemi fotovoltaici innovativi. A queste discipline si affiancano attività di fisica computazionale e applicazioni e sviluppo di tecnologie avanzate di calcolo scientifico, dal big data analytics al quantum computing, oltre che attività dedicate alla didattica della fisica e alla comunicazione scientifica. Per quanto riguarda il

Corso di Dottorato in Fisica, il DSFT intende continuare a mantenere l'attitudine al cofinanziamento di borse di studio da parte di enti di ricerca e dell'industria. Ad esempio, sfruttando l'opportunità offerta dal finanziamento aggiuntivo a valere su risorse stanziato dal decreto ministeriale n.117, il Dottorato in Fisica ha attivato percorsi dedicati ai dottorati innovativi che rispondano ai bisogni di innovazione delle imprese. Si sono inoltre messe a sistema risorse provenienti da collaborazioni esistenti o da attivare con infrastrutture previste dal PNRR come gli "Ecosistemi dell'innovazione", "Partenariati estesi", "Centri Nazionali" e "Cluster tecnologici nazionali". Facendo leva sul network di collaborazioni dei gruppi del DFST, ad esempio quelle legate alle grandi collaborazioni degli esperimenti di fisica delle particelle, di fisica nucleare e subnucleare, dell'astrofisica e della cosmologia, il Corso di Dottorato in Fisica intende coinvolgere altri partner internazionali per l'attivazione di percorsi di "doppio titolo". Va inoltre evidenziata la forte determinazione da parte del DSFT a mantenere attiva la partecipazione al Dottorato di interesse nazionale in Space Science and Technology, nel cui collegio sono coinvolti tre docenti del Dipartimento.

Per quanto riguarda i **Corsi di Laurea Triennale e Magistrale in Scienze Geologiche**, il DFST intende proseguire negli obiettivi delineati in precedenza e che riguardano principalmente **interventi volti a incrementare il numero di immatricolati**.

Si ritiene di proseguire con le azioni di Orientamento in entrata, che per l'anno 2025 hanno visto coinvolti 685 studenti in seminari e laboratori e 348 in attività di Formazione Scuola Lavoro, a cui vanno sommati gli studenti che hanno partecipato alle iniziative Porte Aperte, Unife Orienta e Open day, per un totale di 862 e le attività di formazione di 24 docenti delle scuole superiori. All'efficacia di queste attività, che hanno visto impegnati tutti i docenti di area Scienze della Terra, è attribuibile l'aumento delle immatricolazioni del Corso di Laurea Triennale che sono passate da 20 a 29 unità. Ferrara è tra i pochi Atenei che ha invertito un trend negativo con un incremento delle iscrizioni nel panorama degli atenei del Nord Italia; a livello nazionale le matricole L-34 sono passate da 882 a 903 (dati provvisori CollGeo).

Per far fronte a questa crisi "vocazionale", testimoniata da un calo continuo delle immatricolazioni a livello nazionale iniziata nel 2017, il CU in Scienze geologiche ha attuato sia una riorganizzazione della L-34 che una riprogettazione della LM-74, affiancata da un potenziamento delle attività di orientamento in entrata, unico strumento che il CU ha a disposizione per tentare di incrementare le immatricolazioni, specialmente alla laurea triennale.

Per quanto riguarda il **Corso di Laurea Magistrale**, le matricole sono diminuite da 9 a 8. La bassa numerosità è probabilmente legata al ridotto numero di laureati di provenienza Unife (più dell'80% dei laureati L-34 UniFe prosegue nella LM-74 UniFe) e di laureati provenienti da altri Atenei. Nel dicembre 2024, a seguito del D.M. 1649/2023 che ha definito le nuove Classi di Laurea Magistrali e recependo le indicazioni della CPDS 2024, il CU ha approvato per LM-74 un processo di modifiche ordinamentali ordinarie, approvate dal CUN, che riguardano principalmente la modifica dei profili e sbocchi professionali (Quadro A2a) e la modifica dei Quadri A4a e A4b1. A4a è il Quadro più importante in quanto risponde alla necessità di corrispondere agli obiettivi definiti dalla nuova classe, si allinea agli aggiornamenti apportati all'offerta formativa negli ultimi anni, seguendo le indicazioni pervenute anche dalle parti sociali, con modifiche della struttura del corso con due percorsi: "Geoscienze e Rischi Geologici" e "Georisorse e Sostenibilità". Nelle consultazioni con le parti interessate avvenuta all'interno dei Comitati di Indirizzo l'offerta formativa proposta è stata apprezzata in quanto coerente con le richieste del mondo del lavoro. I nuovi percorsi della LM-74 sono stati ritenuti fortemente attrattivi e aggiornati con le nuove figure professionali. Tale operazione è ovviamente volta ad un adeguamento dell'offerta formativa alle necessità del lavoro e anche del territorio e, non secondariamente, a proporre un Corso di Laurea capace di attrarre un maggior

numero di studenti. Gli esiti di tale riprogettazione saranno valutabili al termine di almeno due cicli completi.

Alcune modifiche all'offerta formativa, iniziate nell'a.a. 2024-25, sono proseguite contemplando per la laurea magistrale l'introduzione di nuovi insegnamenti: River and coastal dynamics e Bonifica dei siti inquinati. Il Comitato di Indirizzo, consultato a inizio 2026, prima dell'approvazione dei Percorsi, ha espresso apprezzamento per questi nuovi insegnamenti, fortemente legati alle problematiche del territorio ferrarese. Alla luce delle indicazioni pervenute dai rappresentanti CUN di Area 04 relative all'attivazione delle nuove lauree professionalizzanti, il CU quindi ritiene di **non apportare modifiche alla struttura di entrambi i Corsi di Laurea nel 2026**. Nel momento in cui verranno approvate le lauree abilitanti con i relativi Decreti attuativi, il CU procederà alla ristrutturazione di entrambi i Corsi di Laurea secondo le prescrizioni necessarie per legge.

Alla luce di quanto esposto, entrambi i Corsi di Laurea afferenti al DFST, non prevedono progettare e/o riprogettare i propri corsi nei prossimi due anni.

Rafforzamento dell'orientamento. Miglioramento della regolarità del percorso formativo e riduzione delle percentuali di abbandono di studenti e studentesse inattivi. Miglioramento della qualità della didattica - Riesame dei risultati raggiunti

Il monitoraggio per l'anno 2025 dei CdS del DFST vede un valore invariato per l'**indicatore iC14 (Percentuale di studenti che proseguono al II anno nello stesso corso di studio)**, con un valore medio (76) prossimo al target prefissato (80), superiore a quello di Ateneo (74,8) e che raggiunge il 100% per le Lauree magistrali.

L'**indicatore iC18 (Percentuale di laureati che si iscriverebbero di nuovo allo stesso corso di studio)** con un valore di 72 supera la soglia prefissata di 70. Per i prossimi anni si intende aumentare tale soglia a 75.

È importante menzionare, sia per i corsi di Fisica che di Scienze Geologiche, l'adesione al Progetto Lauree Scientifiche approvato dal MUR nel corso del 2023. Il progetto include 37 corsi di studio in Fisica e 28 di Scienze Geologiche in Italia ed ha lo scopo di supportare iniziative di orientamento in ingresso, in itinere e di formazione insegnanti.

Il **dottorato EMAS** è finalizzato all'acquisizione di competenze scientifiche altamente qualificate in tutti gli ambiti disciplinari delle Scienze della Terra e del Mare. In particolare, il percorso formativo abbraccia i settori mineralogico, petrologico, geochimico, paleontologico, geologico-stratigrafico e sedimentologico, geologico strutturale, idrogeologico, geomorfologico, giacimentologico e geofisico. Tali conoscenze si configurano come competenze integrative anche per ambiti affini, quali le Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura, le Scienze Chimiche, le Scienze Fisiche, le Tecnologie per la Conservazione ed il Restauro dei Beni Culturali, l'Ingegneria, l'Architettura e l'Agraria. Le tematiche di ricerca sviluppate in EMAS riguardano principalmente: minerali e analoghi sintetici; genesi dei magmi e dei vulcani; geochimica ambientale e applicazioni all'agricoltura; stratigrafia e le associazioni di facies sedimentarie con applicazioni per la geologia degli idrocarburi e degli acquiferi; paleobiologia degli ecosistemi marini e variazioni climatiche e paleobiogeografiche; meccanica delle rocce e deformazioni tettoniche; geologia dei terremoti; stabilità dei versanti, dinamica di corsi d'acqua e delle coste; applicazioni dei metodi geofisici; oceanografia-fisica e geologia marina. Queste tematiche sono anche finalizzate alla valutazione della pericolosità dei fenomeni naturali ed antropici (frane, alluvioni, erosione costiera, eventi sismici). EMAS fornisce conoscenze e competenze che sono di rilevante interesse sia per la ricerca di base che per quella applicata. Il dottorato EMAS tratta argomenti che sono stati oggetto di tematiche PNRR Grande Ambito di "Sicurezza per i sistemi sociali-5.3" e in particolare nell'area "Sicurezza dei sistemi

naturali". Vi è rilevanza anche per l'ambito PNRR "Clima, energia, mobilità sostenibile-5.5" e in particolare per l'area 5.5.2 "Cambiamento climatico, mitigazione e adattamento", dove gli ecosistemi sono visti come un'opzione di mitigazione sostenibile. Infine, le tematiche di ricerca di interesse del dottorato EMAS rientrano nelle priorità della Commissione Europea nel contesto dell'European Green Deal (EGD), che menziona specificamente il perseguimento di soluzioni basate sulla natura per aumentare la resilienza e la prevenzione. Il dottorato di ricerca EMAS è anche perfettamente coerente con le tematiche che erano state incluse nel PNRR Missione 4, componente 2 "Dalla Ricerca all'Impresa" – Investimento 3.3 in quanto risponde al fabbisogno di innovazione avvertito dalle aziende di settore a livello internazionale. Il dottorato EMAS in passato ha beneficiato di forti legami con aziende private ed enti pubblici quali l'Istituto Idrografico della Marina Militare e la Regione Emilia-Romagna tramite accesso ai bandi POR FSE 2014/2020 Obiettivo tematico 10 e PR FSE+ 2021/2027 Priorità 2. Istruzione e Formazione – Obiettivo specifico "e". Negli ultimi due cicli ha inoltre ricevuto supporto tramite borse finanziate dal PNRR sulle tematiche di attinenza ai dottorati nazionali (ex-DM351) e cofinanziate dalla aziende (DM-117).

Il DFST rinnova il proprio interesse in un possibile nuovo corso di laurea professionalizzante in Scienza dei Materiali, già inserito nel Piano Strategico di Ateneo. Questa iniziativa sfrutterebbe competenze distribuite nei vari Dipartimenti (Fisica e Scienze della Terra, Ingegneria, Chimica e Scienze Farmaceutiche, Scienze della Vita e Biotecnologie) ed andrebbe a rispondere alle esigenze del tessuto industriale regionale e nazionale, ricco di PMI interessate all'applicazione dei nuovi materiali e delle tecniche di caratterizzazione. Il corso mira a formare laureati in grado di integrarsi nel settore industriale, contribuendo ad ampliare l'offerta didattica dell'Ateneo. L'ipotesi prevede un percorso coordinato dal DFST, già attivo nella ricerca in Scienza dei Materiali, oppure un percorso interdipartimentale, che beneficerebbe dell'expertise distribuita nell'intero Ateneo. L'istituzione di tale corso di laurea è attualmente prevista nel 2028.

Il DFST ha inoltre recentemente dato il via ad un master di II livello dal titolo "Tecniche di analisi, identificazione e valutazione dei giacimenti minerali" (Analysis, identification and evaluation of mineral deposits). Il master interuniversitario è stato organizzato in collaborazione con altri Atenei (Torino, Chieti, Napoli, Cagliari, Genova, Catania, Padova), l'Istituto IGG del CNR, con i Ministeri MASE e MIMIT, con ISPRA, e con privati interessati al progetto. Le finalità del Master riguardano la formazione di personale competente sul tema delle Materie Prime Critiche, sulla loro prospezione e coltivazione, in risposta alle necessità indicate dal recente CRM act (EU, 2023) recepito nella legge 115/2024.

Il DFST partecipa ai percorsi formativi abilitanti "30, 36 e 60 CFU" per l'insegnamento nella scuola secondaria di primo e secondo grado, in particolare ai percorsi A020 - FISICA, A027 – MATEMATICA E FISICA, A028 – MATEMATICA E SCIENZE, A050 – SCIENZE NATURALI, CHIMICA E BIOLOGIA.

Piano di sviluppo della ricerca e della terza missione

Piano di sviluppo della ricerca in area fisica

Per quanto riguarda l'area Fisica, il DFST propone un ricco piano di sviluppo scientifico e tecnologico che si articolerà nelle seguenti linee di ricerca.

- Fisica delle particelle e nucleare.

In aggiunta alle ben consolidate linee di ricerca sulla comprensione del Modello Standard, ricerca e studio dell'asimmetria materia-antimateria e ricerca di candidati di materia oscura (LHCb, BESIII, NA62, JUNO, XENON), si ha l'obiettivo di potenziare ed ampliare tali linee proseguendo con la partecipazione ad importanti esperimenti internazionali come DUNE presso il FermiLab ed FCC presso il CERN. Il DFST presenta una forte esperienza a livello internazionale nella fisica nucleare, nella fisica dello spin e nelle tecnologie di polarizzazione (LHCb_SMOG2, CLASS12, JEDI, ePIC, DOCET). In queste aree, membri del DFST rivestono ruoli di leadership in diversi esperimenti presso i laboratori internazionali e promuovono numerose attività di ricerca e sviluppo in materia di rivelatori innovativi, tecniche di rilevazione di particelle e tecniche di accelerazione.

- Astrofisica e cosmologia

Grazie alla partecipazione a missioni spaziali internazionali di rilievo, come Euclid (ESA) e LiteBIRD, ed osservazioni da terra quali Atacama Cosmology Telescope e Simons Observatory, il DFST contribuisce allo studio di aspetti fondamentali della ricerca cosmologica, l'energia e la materia oscura, alla misura delle proprietà dei neutrini, alla ricerca di particelle esotiche (assioni, neutrini sterili) oltre che all'individuazione di segnature di onde gravitazionali primordiali. Per quanto riguarda l'astrofisica multimessenger, una delle principali attività di ricerca è focalizzata sullo sviluppo di sensori di raggi X e gamma con un sistema di focalizzazione presso l'infrastruttura LARIX (LARGE Italian X-ray facility). Il DFST partecipa allo sviluppo di missioni chiave per le future osservazioni di alte energie, quali Theseus. La rilevazione di onde gravitazionali di origine astrofisica sarà l'obiettivo di punta del progetto Einstein Telescope (ET), progetto a cui contribuiscono diversi gruppi sia teorici che sperimentali del DFST.

- Fisica teorica

Il piano di sviluppo della ricerca nel campo teorico mira a consolidare le attività che hanno permesso di interpretare i risultati sperimentali, aprendo nuove prospettive in vari ambiti della fisica. Queste includono lo studio dell'Universo primordiale, della materia e dell'energia oscura, delle proprietà delle particelle elementari, e le teorie alternative della gravità. Le diverse collaborazioni nazionali ed internazionali favoriscono uno scambio di studenti e ricercatori e garantiscono un continuo aggiornamento e una vivace dinamica scientifica. Uno degli obiettivi è potenziare la teoria delle particelle e l'astrofisica teorica, con un focus su neutrini, materia oscura, sorgenti astrofisiche di radiazione, cosmologia e sulla connessione con la fisica delle particelle. Infine, le osservazioni provenienti dalle diverse missioni spaziali permetteranno di potenziare le ricerche nel campo della fisica delle stelle di neutroni e della formazione di materia strana.

- Fisica della materia condensata

Le attuali linee di ricerca si concentrano su: i) progettazione e realizzazione di dispositivi basati su materiali semiconduttori per sensori di gas e fotovoltaico; ii) interazioni coerenti orientazionali per la manipolazione delle traiettorie di particelle ultrarelativistiche; iii) studio e caratterizzazione di sistemi magnetici nanostrutturati, in forma di film sottili, di nanoparticelle e di nanocompositi; iv) studio teorico di onde di spin in nanostrutture. Tutte queste attività sono svolte grazie ad attrezzature e

laboratori specializzati ed a sistemi di calcolo. Nei prossimi anni, le ricerche saranno potenziate ed ampliate. Si punterà a sviluppare piattaforme multi-funzionali per l'analisi delle emissioni gassose di colture cellulari in-vitro, sia sane che malate, sottoposte a stimoli chimici, biologici e magnetomeccanici che simulino le condizioni in-vivo. Gli studi delle interazioni coerenti in cristalli verteranno sull'applicazione in macchine acceleratrici di alte energie o come calorimetri ad alta efficienza. Infine, si punta a sviluppare nuovi studi su materiali magnetici ibridi biocompatibili, per applicazioni nell'ambito della medicina rigenerativa e della sensoristica di deformazioni, ed a studi di tipo teorico per valutare gli impatti della struttura 3D delle nanostrutture sulle proprietà delle onde di spin.

- Fisica applicata alla salute, ambiente ed energia

Nel settore della fisica medica, l'obiettivo è migliorare la diagnostica e le tecniche di caratterizzazione dei tessuti mediante lo sviluppo di una nuova generazione di sensori di raggi X ad altissima risoluzione spaziale e temporale, utilizzando la tecnica della Edge Illumination (EI) con rivelatori SiPM e il rivelatore Timepix4. Il gruppo di ricerca in fisica ambientale è impegnato nel monitoraggio con droni e velivoli sperimentali, sfruttando software di analisi basati sull'intelligenza artificiale. L'obiettivo è sviluppare sensori con Technology Readiness Level, TRL, tra 5 e 7 per una migliore gestione delle risorse naturali. In ambito energetico, il DFST mira a sviluppare sistemi energeticamente autonomi con funzionalità di sensing, energy harvesting e comunicazione wireless a basso consumo, utilizzando tecnologie fotovoltaiche ad alta efficienza, nanotecnologie per micro-batterie al litio e supercondensatori.

- Didattica della fisica

L'attività di ricerca in Didattica della Fisica comprende sia l'ambito dell'insegnamento e dell'apprendimento della disciplina, sia iniziative di comunicazione, divulgazione scientifica e public engagement. Tali attività sono accomunate dallo sviluppo di programmi educativi innovativi, volti a collegare le conoscenze teoriche alle loro applicazioni nel mondo reale e a renderle accessibili anche a un pubblico non specializzato. L'attività si svolge in collaborazione con istituti scolastici e in sinergia con iniziative del Dipartimento e dell'INFN (STAGE, HoP, HOPE, ecc.), rivolte principalmente ad alunni delle scuole primarie e secondarie, con l'obiettivo di promuovere il metodo scientifico come strumento di approccio ai problemi. Sono inoltre attivi progetti di divulgazione rivolti alla cittadinanza. Tra questi, si segnala il progetto interdisciplinare di Public Engagement, in collaborazione con il Dipartimento di Architettura, "Percepire, comprendere e comunicare i luoghi storici della meteorologia ferrarese attraverso la multisensorialità", che prevede la ricostruzione in realtà virtuale dell'antico Osservatorio Meteorologico di Ferrara attraverso l'utilizzo della Collezione Instrumentaria di Scienze Fisiche.

Strategie per lo sviluppo della ricerca per l'area fisica

Il DFST ha delineato un piano strategico articolato per il suo piano di sviluppo nell'ambito dell'area fisica. Puntando sulla sua vivacità scientifica ed al conseguente aumento della visibilità delle sue ricerche, oltre che sul supporto delle figure dei manager della ricerca, il DFST intende attrarre finanziamenti da fonti esterne, come la Comunità europea, le agenzie spaziali (ASI e ESA) e gli enti di ricerca nazionali (INFN, INAF, CNR). Mediante la promozione di progetti di ricerca innovativi e di qualità, il DFST aspira a diventare un punto di riferimento per la comunità scientifica nazionale e internazionale. Inoltre, il conseguente rafforzamento del network di collaborazioni nazionali ed internazionali permetterà di consolidare le performance relative alla qualità delle pubblicazioni scientifiche e di attrarre giovani ricercatori da tutto il mondo.

Per raggiungere questi obiettivi, il DFST prevede di adottare diverse strategie. Innanzitutto, si intende sostenere finanziariamente i piccoli gruppi di ricerca in fase di sviluppo attraverso il Bando legato al fondo per l'incentivazione alla ricerca dipartimentale (FIRD) dell'Università di Ferrara, con particolare attenzione ai giovani ricercatori. Questa iniziativa permetterà di promuovere l'avvio di nuove linee di ricerca, o di consolidare quelle esistenti, e di stimolare la formazione di nuovi talenti nel campo scientifico.

Inoltre, il DFST si propone di potenziare l'officina meccanica, aumentando il personale tecnico dedicato a supportare le attività di ricerca. Questo investimento consentirà di migliorare l'efficienza di quella struttura garantendo quindi la possibilità di realizzare dispositivi/attrezzature all'avanguardia per gli esperimenti scientifici condotti presso il DFST.

Per garantire un supporto ai vari gruppi di ricerca, il DFST opera anche alla luce del "Bando per le grandi attrezzature" dell'Università di Ferrara. Questa strategia, in corso di realizzazione, permetterà di accedere a risorse finanziarie significative per l'acquisizione di attrezzature di punta necessarie per lo sviluppo delle ricerche condotte presso il DFST.

Piano di sviluppo della ricerca in area Scienze della Terra

Le tematiche affrontate dall'area 04 del DFST riguardano la storia geologica del pianeta Terra e le sue dinamiche attuali a diverse scale di osservazione e con una ampia varietà di strumenti concettuali ed analitici. Gli obiettivi delle ricerche sono riassumibili come segue:

- Esplorare il passato remoto

Le linee di ricerca in paleontologia e paleoecologia studiano l'evoluzione geologica degli ecosistemi marini attraverso l'analisi dei fossili. Un focus particolare è rivolto ai foraminiferi planctonici, come importante archivio dei cambiamenti climatici globali, soprattutto durante i periodi di riscaldamento del Cenozoico, che possono fornirci preziose informazioni sul clima futuro.

- Decifrare rocce e sedimenti

Le ricerche di geologia stratigrafica e sedimentologia si concentrano sull'evoluzione dei sistemi carbonatici della Tetide, un antico oceano, e sui fattori che ne hanno influenzato lo sviluppo. Utilizzano tecniche avanzate, come la stratigrafia isotopica, per studiare i cambiamenti negli organismi produttori di carbonato di calcio e del paleoclima oltre alla ricerca di risorse geologiche, contribuendo così agli obiettivi dell'Agenda 2030. Le aree di indagine spaziano dall'Italia alla Cina, passando per il Nord Africa e il Medio Oriente.

- I minerali, sentinelle del nostro pianeta

Nelle ricerche di mineralogia, cristallografia e cristallochimica l'attenzione è rivolta ai minerali e geomateriali, sia naturali che analoghi di sintesi. Si studiano le loro proprietà e le loro applicazioni in diversi campi, dal trattamento delle acque al recupero di energia, dall'archeometria ai materiali da costruzione. I minerali sono anche preziosi indicatori paleoambientali e paleoclimatici, e la loro analisi ci aiuta a valutare le georisorse e a monitorare l'inquinamento da particolato minerale nocivo.

- Viaggio nel cuore della Terra

Con le ricerche di petrologia, petrografia e geochimica ci si addentra nel cuore della Terra, studiando le rocce che compongono la Terra Solida. Grazie a strumenti all'avanguardia, si analizza la composizione elementare e isotopica delle rocce, svelando i segreti della formazione dei magmi e del mantello terrestre. Tali ricerche sono fondamentali per la prospezione di georisorse (e tra queste in particolare i *Critical Raw Materials*) e per lo studio dei materiali litoidi in ambito archeologico.

- La Terra e l'uomo: un equilibrio delicato

La geochimica ambientale si occupa dell'interazione tra l'uomo e l'ambiente. Attraverso analisi geochimiche e isotopiche, si studia l'impatto delle attività umane sull'ambiente, dall'inquinamento delle acque e dei suoli alla tracciabilità dei prodotti alimentari. Negli ultimi anni l'attività di ricerca sia di ambito mineralogico che geochimico-petrografico si è sviluppata molto sui *Critical Raw Materials*, oggetto di estrema attenzione in ambito EU.

- Affrontare le sfide del presente

I geologi applicati si dedicano alla mitigazione dei rischi naturali, come alluvioni e frane. Utilizzano tecniche innovative per monitorare il territorio e per sviluppare sistemi di allerta precoce. La geomorfologia studia la dinamica dei fiumi e delle coste, per una migliore gestione del territorio e per la riduzione dei rischi legati ai cambiamenti climatici. La geofisica applicata utilizza metodi geofisici per caratterizzare e monitorare il sottosuolo, con applicazioni in diversi campi, dall'ingegneria all'archeologia.

- Comprendere i terremoti

Le ricerche di tettonica e geologia dei terremoti si concentrano sullo studio delle forze che modellano la crosta terrestre e che generano i terremoti. Analizzano le sorgenti sismogeniche, ricostruiscono modelli 3D del sottosuolo e stimano la pericolosità sismica, per contribuire alla mitigazione del rischio.

In sintesi, le Scienze della Terra ci offrono una visione olistica del nostro pianeta, dalla sua storia più antica alle sfide che dobbiamo affrontare oggi e nel futuro.

Strategie per lo sviluppo della ricerca e l'area Scienze della Terra

L'area Scienze della Terra del DFST ha largamente implementato ed aggiornato la propria strumentazione nel quinquennio 2018-22 a fronte del finanziamento di oltre 7 mln € come "Dipartimento di Eccellenza". In linea con le direttive delineate nel Progetto di Eccellenza, la comunità di area 04 ha ulteriormente consolidato ed incrementato la propria strumentazione mediante fondi di Ateneo, derivanti da convenzioni e Regionali. In linea con la qualità della dotazione strumentale dipartimentale, la comunità GEO è in grado di effettuare ricerca di eccellenza ad ampio spettro sul campo delle discipline di area, e di trasferire questa ricerca in didattica di qualità nei tre livelli (dalla LT al dottorato). L'area nel suo insieme ha definito nuove strategie di acquisizione strumentale, che sono in questo momento in esecuzione, grazie al bando Grandi Attrezzature di Ateneo.

Unitamente alla comunità di area fisica, il potenziamento dell'area passerà dalla capacità di attrarre giovani ricercatori capaci di portare innovazione e ulteriore competitività sia su discipline consolidate, per un adeguato turn-over, sia su discipline innovative, su cui si intende investire nel futuro prossimo. Per questo, è stata approvata la programmazione del personale 2025-27, che vede indicate posizioni per personale docente e ricercatore.

Il grande lavoro di ricerca sperimentale potrà anche trarre grande vantaggio dall'assunzione di due unità di personale tecnico, che hanno preso in carico il supporto operativo dei numerosi laboratori disponibili presso il DFST. L'incrementata capacità della produttività scientifica dell'area sarà funzionale nel mantenere e sviluppare le attività di ricerca in collaborazione scientifica con enti di ricerca nazionali (INGV, OGS, CNR, ecc.), il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, l'ISPRA, la RER, ARPAe.

La comunità di Area 04, a fronte di un continuo confronto interdisciplinare all'interno della comunità nazionale, ha assunto una chiara posizione su alcune delle tematiche di più stringente attualità, quali lo studio dei cambiamenti climatici e la resilienza dei territori da eventi estremi, l'approvvigionamento di Materie Prime Critiche e lo sviluppo di strategie di economia circolare nel campo delle materie prime e dei materiali. Infine, occorre ricordare il lavoro di eccellenza svolto dalla nostra sede nel campo della cartografia geologica e nel campo del monitoraggio sismico, che ha portato alla recente realizzazione della sala sismica presso il DFST.

L'area 4, in sinergia con le strategie di sviluppo del Dipartimento, vuole posizionare in modo ancora più performante la propria capacità di attrazione di fondi da bandi pubblici Regionali, Nazionali, ed Internazionali anche tramite il costante confronto con i manager della ricerca.

Obiettivi dello sviluppo della terza missione del Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra

Le attività di III missione del Dipartimento costituiscono storicamente un tratto rilevante del DFST. Numerose e diversificate sono le azioni promosse dal nostro Dipartimento, capaci di coinvolgere ampie fasce della popolazione in iniziative di divulgazione scientifica di grande impatto quali: I Venerdì dell'Universo, Notte dei ricercatori, Giornata delle Università, Porte Aperte, Pint of Science e la mostra organizzata in occasione di Art&Science. Nel 2024 il progetto dal titolo "Percepire, comprendere e comunicare i luoghi storici della meteorologia ferrarese attraverso la multisensorialità" è risultato vincitore di un bando di Ateneo, riscuotendo un grande successo di pubblico, sia in modalità sincrona che asincrona. Il successo si è ripetuto nel 2025 con il finanziamento di un secondo progetto dal titolo "Ferrara delle Scienze: la Luce. Percepire, comprendere e comunicare attraverso la multisensorialità". Le iniziative di public engagement (PE) basate essenzialmente sull'Area 02, hanno visto un progressivo coinvolgimento di colleghi di Area 04. Le attività del triennio precedente verranno mantenute, e laddove possibile potenziate, mentre verrà confermata la nuova progettualità interdisciplinare, che possa soddisfare i requisiti dei futuri bandi di Ateneo. Nel 2025 le 2 aree hanno cooperato, rispondendo al bando di Ateneo per nuove iniziative di PE, con la presentazione di un progetto DFST. Tale progettualità verrà sostenuta anche a livello Dipartimentale. Relativamente alla parte di comunicazione, questa riguarderà anche la diffusione dei risultati scientifici ottenuti. In particolare, il DFST si impegna a potenziare tale attività attraverso i media locali, regionali e nazionali. Questo consentirà di aumentare la visibilità del DFST e dei suoi risultati scientifici, contribuendo a consolidare la sua reputazione come centro di eccellenza nella ricerca scientifica.

Per quanto riguarda la capacità di attrazione di fondi da terzi, questa si è concretizzata in ricerche commissionate da aziende private e da enti pubblici per un totale di circa 180.000 €/anno. Si osserva che nel 2025 l'indicatore prescelto ha ottenuto un valore di performance in linea con le previsioni. Per il prossimo triennio abbiamo quindi scelto di mantenere il target ad un valore in linea con la media storica del DFST. Tra le azioni volte a garantire performance adeguate sull'indicatore scelto si continuerà a promuovere la valorizzazione della ricerca svolta presso il DFST. Per incentivare la stipula di contratti presso il DFST, il contributo richiesto da parte del dipartimento per la gestione amministrativa sarà mantenuto entro una soglia molto competitiva. Inoltre, il DFST mira a potenziare la produzione di brevetti derivanti dalle attività di sviluppo ad alto TRL.

Criteri di distribuzione delle risorse e premialità al personale docente e tecnico-amministrativo

Fondo di funzionamento

Il fondo di funzionamento copre prioritariamente gli apparati ed il materiale di consumo necessari al funzionamento della segreteria, alla manutenzione ed al potenziamento dei servizi del Dipartimento (servizi generali, servizio meccanico, elettronico e informatico). Contribuisce inoltre, in cofinanziamento, alla gestione di alcuni laboratori, affiancando – secondo disponibilità – i bandi FIRD o i bandi di Ateneo per il reperimento delle risorse per la ricerca.

Fondo FIRD

Viene annualmente bandito un Fondo per l'Incentivazione alla Ricerca Dipartimentale (FIRD), pensato per coloro che non possiedono risorse finanziarie per la ricerca superiori ad una soglia definita per bando. L'obiettivo è di fornire ai più giovani e più in generale a coloro che, per varie ragioni, si trovano in difficoltà a ottenere fondi per la ricerca, o a chi vuole aprire nuove linee di ricerca, uno strumento adatto a superare il periodo di difficoltà in attesa di ottenere finanziamenti esterni più consistenti. Il testo del bando viene aggiornato annualmente dalla Giunta Dipartimentale, tenendo conto delle linee guida di ateneo. L'accesso al fondo necessita della presentazione di un progetto, che viene valutato da un'apposita commissione nominata su proposta della Giunta, una volta riscontrata l'assenza di conflitti di interesse. La gestione del fondo segue le indicazioni generali proposte dall'Ateneo, alle quali viene aggiunto lo scopo specifico di incentivare lo scouting di nuove idee e nuove eccellenze, dal cui sostegno si possa prevedere un futuro impegno alla ricerca di fondi di finanziamento esterni (Regionali, Nazionali, Internazionali).

Fondo 5x1000

La gestione è simile a quella del FIRD. Per stimolare la capacità progettuale dei giovani talenti, il Dipartimento punta a sostenere lo sviluppo, da parte loro, di ricerche originali. L'obiettivo è favorire l'acquisizione di una prima autonomia scientifica e gestionale, che funga da base per il successivo reperimento di risorse basato su altri canali di finanziamento.

Fondo per assegni e contratti di ricerca

Si apre annualmente un bando per il rinnovo degli assegni di ricerca. La Giunta individua la quota di cofinanziamento minima per i proponenti e, valutate le proposte ricevute, formula una proposta di assegnazione dei fondi, che viene poi discussa ed approvata dal Consiglio di Dipartimento. In caso di necessità, il DFST integra il fondo di Ateneo usando fondi propri.

Nuovo personale ricercatore e docente

È attiva la programmazione triennale di Ateneo 2025-27, nella quale sono state proposte nuove posizioni di ruolo per ricercatori e professori. Le corrispondenti delibere sono disponibili nel verbale del Consiglio di Dipartimento del 08 gennaio 2025. Secondo la procedura individuata dall'Ateneo, la decisione sull'attivazione di tali posizioni è in capo al Consiglio di Amministrazione, sentito il Senato Accademico.

Bando di Ateneo per grandi e piccole attrezzature

In occasione della disponibilità di finanziamenti da parte dell'Ateneo finalizzati all'acquisto di strumentazione di grandi dimensioni o di piccole dimensioni, la Commissione Ricerca e Terza Missione del Dipartimento (CRTM) - costantemente il punto di riferimento per le esigenze dei laboratori e dello sviluppo della ricerca - interpella i membri del Dipartimento e raccoglie le loro proposte, valutandole poi sulla base dei seguenti criteri:

- 1) Progettualità (sono apprezzate sia strumentazioni che mantengano il potenziale analitico del DFST che quelle che lo amplino verso indagini/servizi non ancora presenti presso la struttura)
- 2) Interdisciplinarietà (sono apprezzate strumentazioni che possano servire una ampia platea di docenti/ricercatori del DFST e di Ateneo)
- 3) Possibilità di impiego a supporto della didattica
- 4) Adeguato sviluppo di entrambe le aree scientifiche del DFST

Una volta vagliate le proposte, la CRTM predispone una lista di priorità e monitora lo sviluppo delle procedure di acquisizione.