

Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra
Direttore Paolo Natoli

Piano Dipartimentale 2025-2027

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

Il **Direttore** del Dipartimento, Prof. Paolo Natoli, resta in carica quattro anni ed è rinnovabile una sola volta. È eletto dal Consiglio di Dipartimento. Ha nominato un **Vice Direttore** (Prof. Francesco Di Benedetto), che ne assicura le funzioni in caso di sua assenza o impedimento.

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** definisce gli obiettivi e i programmi di ricerca del Dipartimento, elegge il Direttore del Dipartimento 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 Patrizia Fordiani) è responsabile della segreteria amministrativa del Dipartimento, ha funzioni di coordinamento delle attività amministrativo-contabili e didattiche. E' inoltre parte del Consiglio con la funzione di segretario verbalizzante, 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).

Consiglio unico per i corsi di studio in Fisica

Il coordinatore dei Corsi di Studi 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 Studi in Scienze Geologiche (Laurea Triennale in Scienze Geologiche - Laurea Magistrale in Scienze Geologiche, Georisorse e Territorio) è la Prof.ssa Monica Ghirotti.

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

Delegati all'internazionalizzazione

Delegati per questioni VQR

Delegati per l'Orientamento in ingresso e la 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 per l'internazionalizzazione della didattica

Rappresentante del Dipartimento per l'internazionalizzazione della ricerca

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 per il triennio 2025/2027

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 Comitato scientifico TekneHub

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 CdD del 16 dicembre 2024), l'elenco con i nominativi aggiornati è disponibile a questo indirizzo: <https://fst.unife.it/it/organizzazione/persona>.

Gestione delle risorse del Dipartimento

Fondo di funzionamento

Il fondo di funzionamento copre prioritariamente gli apparati ed il consumabile necessari al funzionamento della segreteria, alla manutenzione ed al potenziamento dei servizi del Dipartimento (servizi generali, servizio meccanico, elettronico e informatico). Contribuisce 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. La soglia e il bando vengono proposti annualmente dalla Giunta Dipartimentale. L'accesso al fondo necessita della presentazione di un progetto, che sarà valutato da un'apposita commissione, nominata su proposta della Giunta, una volta riscontrata l'assenza di conflitti di interesse.

Fondo 5x1000

La gestione si impronta a quella del FIRD.

Fondo per assegni e contratti di ricerca

Si apre annualmente un bando per il finanziamento di nuovi contratti di ricerca o il rinnovo di esistenti. Al fondo di Ateneo, il Dipartimento contribuisce con fondi propri. 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.

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 CD del 08 gennaio 2025. Secondo la modalità di Ateneo, la decisione sull'attivazione di tali posizioni è in capo al Consiglio di Amministrazione, sentito il Senato Accademico.

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 in fisica classica e moderna, con un forte accento sulla formazione pratica attraverso esperienze di laboratorio con strumentazione avanzata. Gli studenti vengono preparati come fisici con forti competenze nel problem solving, rendendoli adatti sia per settori innovativi che per studi avanzati. La formazione abbraccia un vasto insieme di competenze, includendo materie come matematica, fisica, informatica e statistica. Per rafforzare ulteriormente la preparazione di base, è stato introdotto un modulo di Analisi Zero nel primo semestre del primo anno, che nel periodo post COVID si è rivelato efficace nel mitigare il learning loss legato alla pandemia. Gli effetti di questa iniziativa si stanno rivelando positivi, in particolare per una maggiore consapevolezza degli studenti sull'importanza della matematica nella comprensione dei problemi di fisica.

Il corso offre flessibilità nella preparazione della tesi, permettendo la collaborazione con enti di ricerca nazionali e con contesti industriali avanzati. Inoltre, gli studenti possono partecipare con successo ad attività di mobilità internazionale (programma Erasmus). Particolare attenzione è dedicata alle attività di supporto alla didattica e al tutorato, strumenti che hanno registrato un forte apprezzamento da parte degli studenti. In particolare, il tutorato è stato sfruttato in modo efficace per mitigare alcune criticità legate agli insegnamenti di meccanica quantistica.

L'attivo coinvolgimento dei rappresentanti degli studenti sta contribuendo al consolidamento di iniziative complementari, come *Lavori in corso a Fisica* e *Che cosa fa da grande un fisico?*, che arricchiscono il percorso formativo evidenziando il ruolo del networking per le future carriere sia nella ricerca sia nel settore industriale. A partire dall'anno accademico 2024/2025, sono stati inoltre introdotti i 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. Questo permette di sviluppare competenze trasversali, rafforzando la capacità di comunicare la scienza in modo efficace.

Negli ultimi anni si è registrato un incremento costante delle immatricolazioni, portando al superamento della soglia di 70 iscritti al primo anno. Il corso si distingue per un impegno costante nel perfezionamento del programma di studi, frutto di un'attenta analisi dei feedback degli studenti, che ha permesso una riorganizzazione mirata di alcuni corsi, con un crescente riscontro positivo nella comunità studentesca.

Il **Master's Degree in Physics** è completamente svolto in lingua inglese e offre un'istruzione flessibile e aggiornata con le ultime ricerche scientifiche e tecnologiche. Gli studenti acquisiscono una conoscenza approfondita della fisica moderna e delle sue applicazioni teoriche e sperimentali, preparandosi per una vasta gamma di carriere, tra cui la ricerca avanzata, l'insegnamento o l'inserimento in aziende high-tech. L'introduzione di una maggiore flessibilità nella scelta degli insegnamenti e nella pianificazione del piano di studi ha contribuito a un costante miglioramento del numero di iscritti, che nell'anno accademico 2024/2025 ha superato le 20 unità.

L'offerta formativa è stata ampliata e aggiornata, rendendola più moderna e attrattiva, in particolare nelle aree di ricerca di punta sviluppate all'interno del Dipartimento. Inoltre, l'introduzione di sei **career paths** ha fornito un quadro chiaro delle possibili traiettorie formative, consentendo agli studenti di personalizzare il proprio percorso in modo flessibile, ma con una chiara direzione verso il mondo della ricerca o dell'industria.

Gli studenti hanno l'opportunità di lavorare a stretto contatto con le attività di ricerca svolte nel Dipartimento e possono integrare lo studio con visite presso laboratori di ricerca di livello internazionale, come il **CERN, SLAC, Fermilab, DESY, IHEP** e i Laboratori Nazionali dell'INFN (**Gran Sasso, Legnaro, Frascati e Catania**). Un forte elemento di internazionalizzazione è rappresentato dal **programma di Doppio Titolo con l'Università Paris-Saclay**, che consente agli studenti selezionati di conseguire sia la laurea magistrale italiana che il master francese.

A supporto degli studenti iscritti e di quelli interessati a iscriversi, è stata introdotta e pubblicata una **Student Guide in inglese**, con l'obiettivo di migliorare la comunicazione e fornire una presentazione chiara e sintetica dell'offerta formativa. Questo strumento è stato concepito per agevolare la comprensione del percorso accademico e delle opportunità offerte, garantendo un accesso più immediato alle informazioni essenziali.

La copertura degli insegnamenti di servizio di Fisica e delle materie complementari è un ruolo che il **Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra** ha consolidato nel tempo, accompagnando l'Ateneo nella crescita significativa del numero di studenti. Il corpo docente di area fisica eroga lezioni di servizio in corsi di laurea ad alta numerosità, per un totale di **48 insegnamenti presso 8 dipartimenti** dell'Università di Ferrara.

Il **Corso di laurea in Scienze Geologiche** ha come obiettivo specifico quello di formare laureati in possesso di una preparazione di base nelle discipline chimiche, fisiche, matematiche, informatiche e nei vari settori delle Scienze della Terra. L'obiettivo principale è di fornire competenze per l'interpretazione dei processi geologici e delle 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, finalizzate a fornire competenze nella comprensione dei fenomeni geologici, nello studio e descrizione delle geometrie dei corpi rocciosi e nell'apprendimento delle tecniche cartografiche di base, con particolare riferimento al rilevamento geologico. 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 Studio Magistrale in Scienze Geologiche**, georisorse e territorio è strutturato per fornire allo studente le conoscenze scientifiche e metodologico-applicative per poter operare con i metodi più moderni e le tecnologie più avanzate proprie delle Scienze della Terra per raccogliere, gestire, analizzare ed elaborare le informazioni inerenti i processi geologici per la valutazione, il monitoraggio e la mitigazione della pericolosità e del rischio connesso a fenomeni endogeni ed esogeni e a quelli indotti dai cambiamenti climatici, per la quantificazione e gestione sostenibile delle risorse naturali e delle materie prime e per il recupero della qualità ambientale delle aree degradate. Il Corso fornisce le competenze per elaborare soluzioni e sviluppare strategie nei diversi ambiti occupazionali della Geologia compresi quelli che riguardano la valorizzazione delle georisorse, 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 tiene conto della necessità di proporre dei percorsi professionalizzanti adeguati alle sfide che uno sviluppo sostenibile richiede pur senza tralasciare gli aspetti di geologia di base calibrati sulle competenze scientifiche e professionali del corpo docente. La struttura del Corso prevede tra primo e secondo anno tre insegnamenti obbligatori e due percorsi: "Geoscienze e rischi geologici" e "Georisorse e sostenibilità". 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 scientifica e tecnico-professionale, raggiunta attraverso una significativa attività formativa teorica, di laboratorio e di campagna. La Laurea Magistrale permette di avviarsi, attraverso l'esame di stato, alla libera professione o ad attività professionali in svariati settori dell'industria e della pubblica amministrazione.

Entrambi i percorsi forniscono allo studente gli strumenti per accedere al percorso di alta formazione dottorale, tra cui il Corso di Dottorato di Ricerca di Scienze della Terra e del Mare (EMAS) attivo a UniFe sulla base di una convenzione internazionale di dottorato congiunto, stipulata tra Università di Ferrara e Università di Cadice (Spagna).

Il corpo docente di area Geo, costituito da 15 docenti, eroga 11 insegnamenti presso altri 5 dipartimenti.

Il DFST promuove due dottorati (Fisica e Scienze della Terra) con una forte connotazione internazionale. Infatti, nell'ambito del percorso dottorale in Fisica è attivo un percorso di doppio titolo internazionale in convenzione con H. 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 in collaborazione con l'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 17 borse nel 2024, oltre a una destinata al Dottorato di interesse nazionale SST. Tutto questo è stato possibile grazie ad un significativo incremento delle borse cofinanziate da enti di ricerca (INFN, ASI, INAF, etc.) nonché da numerose aziende che vedono il DFST come un centro dove fare ricerca e sviluppo. La convenzione tra Università di Ferrara e l'INFN ha contribuito ad incrementare il numero di borse di dottorato con 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 (n. 0.5+1 da CNR, n. 3 da INGV, n. 1 da bando RER, n. 1 da bando MUR).

La forte propensione del DSFT ad investire sul dottorato ha reso possibile il reclutamento sempre crescente di studenti, portando il rapporto dottorandi (91)/strutturati (53) pari a 1,7. Questo dato, unito al rapporto assegnisti/strutturati, pari a 0,50, costituisce una capacità di ricerca significativa.

Nell'ultimo decennio il DFST ha mostrato una forte propensione per la ricerca, sia a livello di base che applicata, come evidenziato dai numerosi progetti finanziati sia a livello europeo che nazionale e regionale, nonché dal rilascio di diversi brevetti e dallo sviluppo di spin-off e start-up.

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, materia condensata, cosmologia e astrofisica, fisica ambientale, medica e dei beni culturali. 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 da tutte le commissioni nazionali. 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 la 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 è di alto livello, con una media annua di 197 articoli in riviste di fascia Q1, e quattro 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 inoltre 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. Per quanto riguarda l'area fisica, il personale afferente al DFST ha pubblicato 1267 articoli su rivista scientifica indicizzata, di cui 180 appartenenti al primo decile e 575 al primo quartile per un totale di 15608 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 fisici coinvolti, che spaziano dalla modellistica al calcolo distribuito, alla gestione dei Big Data.

Il DFST è stato selezionato per il quinquennio 2018-2022 come beneficiario di un finanziamento di oltre 7 mln di euro dal fondo previsto dalla legge di Bilancio 2017 per i "Dipartimenti di Eccellenza". Il premio è stato attribuito sulla base dei risultati della VQR 2011-14, che per l'area disciplinare 04 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 svolge 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.

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 non solo possono portare a nuove fonti di finanziamento, ma possono anche permettere al DFST di tradurre le sue ricerche in applicazioni pratiche, ampliando l'impatto del suo lavoro, sviluppare partenariati strategici con il mondo industriale e potenziando i rapporti con enti di ricerca sia a livello nazionale che internazionale.

La salvaguardia della ricerca di base rappresenta un aspetto fondamentale nella vita 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 la pressione per produrre risultati immediatamente applicabili è in aumento. 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 mantenere il suo ritmo di sviluppo. Inoltre, l'instabilità geopolitica potrebbe ostacolare lo sviluppo di collaborazioni internazionali, limitando il raggio d'azione delle ricerche del DFST. Un 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. Con meno studenti disponibili ed una crescente e sempre più differenziata offerta formativa concorrente, il Dipartimento potrebbe affrontare sfide nel mantenere una popolazione studentesca solida e diversificata, che è fondamentale per il suo successo a lungo termine. Infine, l'aumento della competitività nell'offerta formativa degli atenei del nord Italia potrebbe influire sull'attrazione di giovani ricercatori per il dottorato. 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 il contesto post-pandemico, le competenze richieste dai diversi indirizzi di ricerca, le indicazioni del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), le esigenze di nuovi profili professionali da parte delle imprese high tech e dal 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 Ferrarese. 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 Studio, 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 ha identificato **due assi principali di intervento** per il prossimo triennio.

Il **primo intervento** riguarda il monitoraggio e il supporto alla progressione delle carriere degli studenti, un aspetto particolarmente rilevante alla luce del significativo incremento delle iscrizioni al primo anno. Il rischio di rallentamenti nel percorso formativo, dovuto alla complessità di alcuni esami fondamentali, soprattutto di matematica nei primi due anni, è già evidenziato da alcuni indicatori segnalati dalla **CPDS**. Per agevolare il superamento di queste criticità, verranno potenziati il **tutorato** e altre forme di supporto alla didattica. Inoltre, sarà istituito un **tavolo tecnico tra i docenti di matematica** con l'obiettivo di armonizzare gli insegnamenti, garantendo un percorso formativo più coerente e focalizzato sulle competenze matematiche necessarie per affrontare gli insegnamenti di fisica.

Il **secondo intervento** riguarda il consolidamento dell'insegnamento della **meccanica quantistica**, disciplina centrale per diversi ambiti della fisica, tra cui la fisica delle particelle, l'astrofisica e la fisica nucleare e subnucleare. A partire dall'anno accademico **2025/2026**, il corso cambierà docente, e l'obiettivo sarà quello di portare a regime le attività didattiche con un'organizzazione che garantisca continuità e un migliore supporto agli studenti. In questo contesto, verranno potenziate le **attività di tutorato** e incrementate le ore di esercitazioni, al fine di consolidare la preparazione di base degli studenti interessati a proseguire con il **Master's Degree in Physics**.

Il Master's Degree in Physics rappresenta un segmento essenziale nel percorso formativo degli studenti di fisica, consolidando le competenze acquisite nella laurea triennale e proiettandoli verso carriere nel mondo della ricerca e dell'industria high-tech. Negli ultimi anni, il corso è stato oggetto di una riforma strutturale che ha introdotto insegnamenti moderni e innovativi, con una struttura flessibile che permette agli studenti di costruire un percorso coerente con i propri interessi e prospettive professionali. Questa riforma non è stata un intervento fine a sé stesso, ma un passaggio prodromico a un obiettivo più ampio e strategico: l'internazionalizzazione del corso di laurea. L'attrazione di studenti stranieri rappresenta la naturale evoluzione di un processo di crescita e ammodernamento che ha reso il master più competitivo e in linea con gli standard internazionali.

L'internazionalizzazione non è solo un'opportunità, ma una necessità per il futuro del corso. Il calo demografico atteso nei prossimi anni e l'aumento della concorrenza, con offerte formative sempre più variegate sul territorio nazionale, impongono un cambio di prospettiva che spinga il Dipartimento a concentrare tutti gli sforzi nell'attrarre giovani motivati dall'estero. Il fatto che il master sia interamente erogato in lingua inglese rappresenta un'opportunità unica per collocarlo in una posizione di rilievo nel panorama internazionale e per renderlo una scelta privilegiata per studenti provenienti da contesti accademici di alto livello.

Per raggiungere questo obiettivo, il Dipartimento intende migliorare la comunicazione e potenziare la promozione del master attraverso diversi strumenti e strategie. Un primo passo consiste nel rafforzare la rete di collaborazioni internazionali già attive nel

Dipartimento, sfruttando il networking accademico e scientifico per diffondere in modo capillare le opportunità offerte dal corso di laurea. Parallelamente, verrà avviato un piano di comunicazione mirato, che prevede il coinvolgimento attivo dei rappresentanti degli studenti per ampliare la visibilità del corso sui canali social, come Instagram, attraverso la promozione di iniziative specifiche, quali visite guidate, attività di orientamento e incontri con il mondo della ricerca e dell'industria. A queste azioni si affiancherà la collaborazione con agenzie specializzate nel recruiting di studenti internazionali, con la promozione del master su portali accademici, campagne di divulgazione social e attività mirate di email marketing, al fine di intercettare studenti motivati e altamente qualificati provenienti da università italiane, europee e internazionali.

Il processo di internazionalizzazione includerà anche il potenziamento della partecipazione ai programmi Erasmus e una valorizzazione più incisiva del doppio titolo con l'Università Paris-Saclay, un asset strategico ancora non completamente sfruttato, ma che potrebbe rappresentare un elemento distintivo e altamente attrattivo per gli studenti interessati a una carriera accademica o industriale con una forte dimensione internazionale.

Un ulteriore punto chiave di questa strategia riguarda la sinergia tra il master e il dottorato di ricerca. L'offerta formativa della laurea magistrale, in particolare nel secondo anno, e quella del primo anno del dottorato condividono molteplici aspetti tecnici e metodologici, creando un ecosistema formativo avanzato e stimolante. Questa integrazione può trasformarsi in un volano per attrarre talenti che intendono proseguire la loro carriera accademica e che vedono nel master un hub formativo per accedere successivamente a posizioni di dottorato. Al tempo stesso, i dottorandi internazionali già presenti nel Dipartimento potranno contribuire attivamente all'attività didattica e scientifica del master, favorendo un ambiente di apprendimento multiculturale e stimolando il confronto su tematiche di ricerca all'avanguardia.

Per aumentare l'engagement degli studenti con il DFST, gli iscritti ai corsi di laurea triennale e magistrale acquisiranno crediti F partecipando a iniziative di terza missione come la comunicazione, l'orientamento e la divulgazione scientifica e culturale, organizzate dal Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra in collaborazione con l'INFN. L'intento è coinvolgere i giovani in queste attività, magari recependo le loro idee innovative e la loro vitalità.

Il 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 la Fisica Fondamentale, sperimentale e teorica, la Fisica Applicata. Per i possibili progetti di ricerca fondamentale le attività spaziano dalla fisica delle particelle alla fisica della materia, dalla fisica nucleare alla fisica dei sistemi complessi, dalla fisica multimessenger 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. Per quanto riguarda il dottorato in Fisica, il DSFT intende consolidare l'attuale forte attitudine al cofinanziamento di borse di studio da parte di enti di ricerca e dell'industria. Sfruttando l'opportunità offerta dal finanziamento aggiuntivo a valere su risorse stanziato dal decreto ministeriale n.117, il dottorato in Fisica mira ad attivare nuovi programmi dedicati ai

dottorati innovativi che rispondano ai bisogni di innovazione delle imprese. Queste iniziative metteranno anche 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 che alimenta le grandi collaborazioni degli esperimenti di fisica delle particelle, di fisica nucleare e subnucleare, dell'astrofisica e della cosmologia, il 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 Nazionale in "Space Science and Technology", nel cui collegio sono coinvolti tre docenti del Dipartimento.

Progettazione e riprogettazione dell'offerta formativa (CdS). Riesame dei risultati raggiunti

Premesso che per le Lauree geologiche (L-34 e LM-74) il numero degli iscritti rimane il dato maggiormente critico e che il CU di Scienze geologiche ne è fortemente consapevole, come indicato nel Piano dipartimentale 2024/2026, nel 2024 il CU in Scienze geologiche ha attuato sia una riorganizzazione della L-34 che la riprogettazione della LM-74. Il numero degli immatricolati alla Laurea triennale per il primo anno è risultato stazionario a fronte di un calo a livello nazionale. La bassa numerosità degli iscritti alla LM-74 coincide con la coorte che aveva raggiunto il numero minimo di studenti che hanno proseguito fino al III anno di corso della triennale (l'86% dei laureati L-34 UniFe prosegue nella LM-74 UniFe), a cui vanno aggiunti pochi laureati presso altri Atenei.

Nel dicembre 2024, a seguito del D.M. 1649/2023 che definisce le nuove Classi di Laurea Magistrali e recepite le indicazioni della CPDS 2024, il CU ha approvato per LM-74 un processo di modifiche ordinamentali ordinarie, inviato al 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. L'esito di 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 sono operative già a partire dall'a.a. 2024/2025, altre sono programmate per il 2025/2026, in coerenza con le segnalazioni e le criticità emerse nella relazione della CPDS, altre ancora si sono rese necessarie per far fronte a periodi di congedo per malattia di docenti.

Il CU ritiene di non apportare modifiche alla struttura di entrambi i Corsi di Laurea nel 2025, la cui didattica programmata ed erogata è già stata approvata, ma intende iniziare già da ora a valutare una riprogettazione con modifiche ordinamentali del Corso di Laurea triennale nel 2026 per riequilibrare l'offerta formativa in funzione della docenza disponibile futura. Nulla nel 2027.

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

Il monitoraggio per l'anno 2024 dei CdS del DFST mostra risultati positivi per l'indicatore iC14 (Percentuale di studenti che proseguono al II anno nello stesso corso di studio), con un valore medio prossimo al target prefissato e che raggiunge il 100% per le Lauree magistrali. Si intende confermare la scelta di tale indicatore anche per il prossimo anno.

L'indicatore iC16 (Percentuale di studenti che proseguono al II anno nello stesso corso di studio avendo acquisito almeno 40 CFU al I anno) risulta invece particolarmente critico, con un valore dipartimentale pari a 19,44% ben al di sotto dell'ambizioso target prefissato e con notevoli differenze tra i diversi Corsi di Laurea.

Il monitoraggio svolto dal CU in Scienze geologiche, aveva già evidenziato un valore basso di iC16 per la L-34 e, dopo averne analizzato le cause, nel corso del 2024 ha realizzato un riordino di alcuni insegnamenti del I anno. Il quasi totale non superamento dell'esame di Matematica da parte di due coorti di studenti, ha conseguentemente portato al non assolvimento degli OFA e contribuito al non raggiungimento di 40 CFU al termine del primo anno. Il CU ha quindi apportato modifiche al percorso formativo riducendo da 12 a 9 i CFU di Matematica, erogandoli tutti al 1 semestre e con un nuovo docente affiancato da tutor didattici. Gli esiti, valutati in termini di superamento esame e OFA, sono costantemente monitorati dalla Coordinatrice: il risultato può essere considerato estremamente positivo in quanto le due coorti precedenti in debito di Matematica e quella attuale hanno nella maggioranza o quasi totalità superato l'esame e assolto gli OFA. Al fine di ridurre la percentuale di abbandoni al termine del I anno, gli studenti possono acquisire fin dal I anno 2 CFU per attività sul terreno ed escursioni geologiche. Questa modifica, che porta a 9 i crediti F, è stata apprezzata dalle parti interessate all'interno dei Comitati di Indirizzo in quanto coincide con i requisiti della futura laurea abilitante. Per quanto riguarda l'indicatore iC16 per la Laurea Magistrale, la criticità viene di fatto risolta e praticamente annullata al secondo anno, al termine del quale gli studenti della LM-74 del nostro ateneo presentano carriere molto più regolari rispetto a quelle degli studenti di atenei della stessa area geografica e a livello nazionale. Il corpo docente di area Geo è consapevole che la crisi nazionale delle iscrizioni non può essere risolta a livello di singola sede, ma richiederebbe una strategia di rilancio della figura del Geologo che purtroppo manca. A livello locale, quindi, numerose e diversificate azioni volte ad aumentare il numero di iscritti sono state messe in atto e verranno sicuramente replicate, aumentando le attività di orientamento (in entrata, in uscita, in itinere) ad attività seminariali e di PCTO. Nel corso del 2024 le attività di Orientamento in entrata hanno raggiunto più di 1500 studenti della scuola secondaria di secondo grado.

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: mineralogico, petrologico, geochimico, paleontologico, geologico-stratigrafico e sedimentologico, geologico strutturale, idrogeologico, geomorfologico, giacimentologico e geofisico che costituiscono competenze integrative anche per le Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e

la Natura, Chimiche, Fisiche, Tecnologie per la Conservazione ed il Restauro dei Beni Culturali, Ingegneria, Architettura ed 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 ricadono nel 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, il tema di ricerca proposto rientra 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 del 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 2027.

Il DFST sta lavorando alla progettazione di 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 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, ed ha come finalità 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. L'istituzione di tale master viene proposta come target per il 2025.

Il DFST partecipa all'istituzione dei recentemente attivati percorsi formativi abilitanti "30 e 60 CFU" per l'insegnamento nella scuola secondaria inferiore e superiore. In particolare, il DFST partecipa 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 ha ricco piano di sviluppo scientifico e tecnologico che si articolerà nelle seguenti linee di ricerca.

- Fisica delle particelle e nucleare.

Relativamente alla fisica delle particelle, 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 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 entrambe le aree, il DFST riveste ruoli di leadership in diversi esperimenti presso i laboratori internazionali e promuove 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 a vincolare aspetti fondamentali della ricerca cosmologica, l'energia e la materia oscura, misurare le proprietà dei neutrini, ricercare particelle esotiche (assioni, neutrini sterili) in aggiunta alla possibilità di cercare 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 missione chiave per le future osservazioni di alta energie, quali Theseus. Le onde gravitazionali di origine astrofisica saranno l'obiettivo di punta del progetto Einstein Telescope (ET) nel quale contribuiscono diversi gruppi sia teorici che sperimentali del DFST.

- Fisica teorica

Il piano di sviluppo della ricerca nel campo teorico presso il DFST mira a consolidare le attività che hanno permesso di interpretare i risultati sperimentali, aprendo nuove prospettive in vari ambiti della fisica. Questi includono la fisica medica, lo studio dell'Universo primordiale, la materia ed energia oscura, le 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 la 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 la formazione di materia strana.

- Fisica dello stato solido

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 e 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

Il DFST è impegnato nella ricerca nel campo della fisica applicata alla medicina, all'ambiente e all'energia. Nella 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 TRL 5-7 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.

Strategie per lo sviluppo della ricerca e della terza missione 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, 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.

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 per il finanziamento della Ricerca Scientifica dell'Università di Ferrara, con particolare attenzione ai giovani ricercatori. Questa iniziativa permetterà di

promuovere nuove linee di ricerca e 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 delle operazioni e di garantire la disponibilità di attrezzature all'avanguardia per gli esperimenti scientifici condotti presso il DFST.

Per garantire un supporto trasversale a tutti i gruppi di ricerca, il DFST sfrutterà anche il "bando per le grandi attrezzature" dell'Università di Ferrara. Questo permetterà di accedere a risorse finanziarie significative per l'acquisizione di attrezzature di punta necessarie per lo sviluppo delle ricerche condotte presso il DFST.

Il DFST ritiene strategico promuovere iniziative di divulgazione scientifica verso la popolazione, anche sfruttando il bando per il sostegno di iniziative di Public Engagement promosso dall'ateneo. Attraverso eventi come "I Venerdì dell'Universo" e "Porte Aperte al Polo Scientifico Tecnologico", si avrà l'opportunità di coinvolgere e sensibilizzare il pubblico sulla ricerca scientifica condotta presso il DFST, creando così una maggiore consapevolezza e apprezzamento per l'importanza della scienza e della tecnologia.

Obiettivi dello sviluppo della ricerca e della terza missione per l'area fisica

Il DFST ha stabilito importanti obiettivi per il suo piano di sviluppo. Innanzitutto, si mira a consolidare le performance già eccellenti in termini di qualità e quantità delle pubblicazioni scientifiche. Per raggiungere questo obiettivo, il DFST punta a rafforzare il suo network di collaborazioni internazionali, attrarre giovani ricercatori da tutto il mondo ed essere protagonista in importanti esperimenti internazionali. Inoltre, il DFST mira a potenziare la produzione di brevetti come conseguenza delle attività di sviluppo ad alto Technology Readiness Level (TRL). Per diffondere i risultati scientifici ottenuti dalle grandi collaborazioni internazionali, il DFST si impegna a potenziare la comunicazione e la divulgazione dei risultati attraverso i media locali, regionali e nazionali. Questo consentirà di aumentare la visibilità del DFST e dei suoi successi scientifici, contribuendo a consolidare la sua reputazione come centro di eccellenza nella ricerca scientifica.

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, minuscoli organismi che ci aiutano a comprendere come la vita marina ha reagito ai 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 paleoclimatici e per la ricerca di risorse geologiche, contribuendo così agli obiettivi dell'Agenda 2030. Le loro ricerche 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 e petrografia ci si addentra nel cuore della Terra, studiando i magmi e le rocce che compongono il nostro pianeta. Grazie a strumenti all'avanguardia, analizzano la composizione elementare e isotopica delle rocce, svelando i segreti della formazione dei vulcani e del mantello terrestre. Le loro ricerche sono fondamentali per la prospezione di georisorse 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, studiano l'impatto delle attività umane sull'ambiente, dall'inquinamento delle acque e dei suoli alla tracciabilità dei prodotti alimentari. Negli ultimi anni, si sono concentrati sulla prospezione di materie prime critiche, essenziali per le tecnologie moderne.

- *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 ed Obiettivi 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 2018-2022 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 per la quale verranno esplorate tutte le strategie possibili, a partire dai bandi Grandi Attrezzature di Ateneo.

Unitamente alla comunità di area fisica, il potenziamento dell'area passerà dalla capacità di attrarre giovani ricercatori presso la sede, capaci di portare innovazione e ulteriore competitività sia su discipline già consolidate presso la sede, verificando così un adeguato turn-over, sia su discipline innovative, sulle quali si intende investire nel futuro prossimo. Per questo, è stata approvata la programmazione del personale 2025-2027, che vede indicate posizioni per personale docente e ricercatore.

Il grande lavoro di ricerca sperimentale potrà essere portato ad ulteriori livelli di performance sia qualitativi che quantitativi mediante l'assunzione di una unità di personale

tecnico, da poter avviare al supporto operativo dei numerosi laboratori disponibili presso il DFST. Questa assunzione sarà nodale anche per 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 sta posizionandosi in modo organico nel panorama nazionale su alcune tematiche di 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.

Si intende sfruttare la recente attribuzione di una unità di personale con il ruolo di manager della ricerca, distaccata presso la ns sede e dedicata allo scouting sui nuovi bandi, per mettere a frutto la grande capacità ed esperienza scientifica su molti temi per rendere ancora più performante l'attrazione di fondi da bandi pubblici Regionali, Nazionali, ed Internazionali.

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 portate avanti 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 una nuova iniziativa DFST dal titolo "Percepire, comprendere e comunicare i luoghi storici della meteorologia ferrarese attraverso la multisensorialità" è risultata vincitrice di un bando di Ateneo, con grande successo di pubblico, in modalità sincrona e asincrona. Le iniziative di 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 2024 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, istituendo una delega specifica e un piccolo sostegno economico su fondi dipartimentali.

Per quanto riguarda la capacità di attrazione di fondi da terzi, altro punto storicamente forte delle attività di III missione del DFST, questa è si è concretizzata nel triennio 2022-2024 in ricerche commissionate da aziende private e da enti pubblici per un totale di 585.492 euro. Si osserva che nel 2024 l'indicatore prescelto ha ottenuto un valore di performance inferiore alle previsioni. Questo è dovuto al fatto che le attività di ricerca commissionata da terzi derivano in genere da pochi contratti di grande rilevanza economica, ed il raggiungimento del target risulta criticamente vincolato all'ottenimento o al rinnovo di un numero limitato di convenzioni. Per il prossimo triennio abbiamo quindi scelto di ridurre 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; sarà inoltre mantenuto il prelievo

Dipartimentale ad una percentuale molto competitiva in modo da favorire la stipula delle convenzioni presso il DFST.