UNIVERSITÀ DI TRENTO

Struttura Accademica: DIPARTIMENTO DI FISICA

Piano di Dipartimento 2025-2027 - scadenza metà novembre 2024

Il piano triennale del Dipartimento di Fisica è stato elaborato attraverso fasi successive di raccolta dati e discussione. In particolare, dopo una prima discussione nel consiglio di Dipartimento del 16 settembre 2024, si è proceduto alla raccolta delle schede con scadenza al 3 ottobre 2024, successivamente modificata al 10 ottobre 2024, per favorire un'ampia discussione interna. Le schede raccolte sono state valutate dalla Giunta di Dipartimento del 14 ottobre 2024 e raccolte in una proposta organica presentata durante il Consiglio di Dipartimento del 16 ottobre 2024, durante il quale sono stati discussi e definiti gli obiettivi strategici. Sono stati quindi istituiti tavoli di lavoro sulle singole schede che costituiscono il presente piano: le riunioni dei tavoli erano aperte a tutti i componenti del Consiglio di Dipartimento e hanno portato alla definizione delle schede, inviate al 4 novembre 2024. Il Consiglio di Dipartimento informale del 6 novembre 2024 ha consentito di elaborare ulteriormente e finalizzare le schede in un quadro organico. Successive riunioni sono state necessarie per la scheda sull'Obiettivo 1 e sull'Obiettivo 7. Infine, tutte le schede sono state raccolte e inserite nel presente Piano, che è stato inviato a tutti i membri del Consiglio di Dipartimento il 18 novembre 2024, per un'ultima valutazione prima dell'approvazione nel Consiglio di Dipartimento del 20 novembre 2024.

PARTE 1: Presentazione e analisi del Dipartimento di Fisica

Presentazione del Dipartimento. Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Trento conduce attività didattiche, di ricerca e di terza missione che coprono una vasta gamma di tematiche che spaziano dalla fisica fondamentale a quella applicata, con incursioni anche in ambiti di chimica e biologia. Le attività si articolano in 14 laboratori: Antimateria, Gas quantistici, Biofisica delle radiazioni e fisica medica, Biofotonica e neurofisica, Chimica bioorganica, Comunicazione delle scienze fisiche, Fisica atomica e molecolare, Fisica delle astroparticelle, Fisica teorica e computazionale, Gravitazione sperimentale, IdEA (Idrogeno, Energia, Ambiente), Nanoscienze, Sistemi non-lineari ed elettronica, Struttura e dinamica dei sistemi complessi.

Il Dipartimento gestisce i corsi di laurea triennale e magistrale in **Fisica**, che coinvolgono circa 400 studenti, e coordina il corso di dottorato in Fisica e il corso di dottorato nazionale in Space Science and Technology. Inoltre, contribuisce ai corsi di laurea magistrale interdipartimentali in **Quantitative & Computational Biology** e **Environmental Meteorology** e al nuovo corso di laurea in Medicina e Chirurgia. I docenti partecipano anche alla didattica di servizio nei corsi di laurea di base e offrono una vasta gamma di attività di laboratorio, incluse quelle organizzate dai **Laboratori Didattici delle Scienze Sperimentali**, che promuovono la qualità dell'apprendimento nelle discipline sperimentali. Il Dipartimento si avvale del lavoro di tecnici che supportano i laboratori di ricerca, quelli didattici e i servizi trasversali, come il Servizio Elettronico, il Servizio Meccanico, il Servizio Criogenico e il Servizio Ricevimento e Magazzino, che operano anche per altri dipartimenti.

Posizionamento rispetto al contesto. Il Dipartimento gode di una posizione di rilievo nella ricerca nazionale in fisica, contribuendo in modo significativo alla produzione scientifica internazionale, puntando su progetti originali e di alta qualità, spesso realizzati in collaborazione con enti

nazionali e internazionali, quali **INFN**, **CNR**, **ASI**, **ESA**, **INAF**, **INRIM** e **AGENAS**, attraverso convenzioni e accordi specifici. Ospita inoltre il **TIFPA** (Trento Institute for Fundamental Physics and Applications) e il **BEC Center** (creato con l'Istituto Nazionale di Ottica del CNR) e condivide laboratori con l'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR. Sul piano locale, collabora con istituzioni quali **FBK**, **Fondazione Mach**, **MUSE**, **ECT*** e l'Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari. Una parte consistente dei finanziamenti per la ricerca è derivata da progetti competitivi locali, nazionali ed internazionali. Ulteriori risorse provengono da imprese private e istituzioni locali. Il finanziamento di base assegnato dall'Ateneo è utilizzato per le spese operative dei laboratori, ripartite secondo un algoritmo che tiene conto di fattori quali il numero di ricercatori, la strumentazione, e i consumi annui. Tuttavia, queste risorse non sono sufficienti per coprire costi straordinari, rendendo fondamentali i fondi aggiuntivi distribuiti secondo criteri selezionati da una commissione interna.

Punti di forza, debolezza, minacce e opportunità. Un punto di forza del Dipartimento è costituito dalla capacità di aggiornare regolarmente le sue linee strategiche tramite assemblee annuali, aperte anche a stakeholder esterni. Questo ha garantito, negli anni, di i) incentrare il focus delle attività su iniziative sostenibili e innovative, mantenendo alta la visibilità di Trento nel panorama nazionale e internazionale della fisica, ii) investire in progetti di eccellenza sul piano didattico, nelle ricerche e nelle attività di terza missione e iii) allargare la rete di collaborazioni amplificando l'impatto della ricerca e della formazione.
Un ulteriore punto di forza è la presenza di personale tecnico e amministrativo fortemente motivato e professionale, il quale garantisce che le attività progettate siano portate a compimento, nei limiti imposti dalle problematiche di seguito riportate.
Il più importante e impattante punto di debolezza è rappresentato dai limiti intrinseci della struttura in cui il Dipartimento opera. Spazi inadeguati, problemi di sicurezza e obsolescenza degli impianti minacciano gravemente le attività di ricerca, minando alla base l'operatività e la competitività dei suoi laboratori. Si rende necessaria una manutenzione programmata e attenta alle esigenze di operatività dei laboratori, nonché la tempestiva risoluzione dei problemi che si presentano con regolarità e riguardano soprattutto gli impianti. La limitata operatività dei laboratori costituisce una seria minaccia alla competitività del Dipartimento, nonché agli obiettivi che qualsiasi piano strategico possa delineare.

Il Dipartimento ha delineato alcune opportunità nel quadro attuale, che saranno descritte nel piano seguente, articolato in 7 linee strategiche di intervento.

PARTE 2: Elementi principali della programmazione triennale.

OBIETTIVO: Ob1 - Qualità nella didattica: innovazione, rapporto con le industrie e potenziamento dei Laboratori Didattici

La didattica rappresenta un valore e un impegno centrali all'interno del Dipartimento, che vede nella formazione dei futuri fisici uno dei suoi obiettivi più importanti. Per questo, il Dipartimento sostiene con convinzione il corso di di laurea triennale in Fisica e il corso di laurea magistrale in Fisica, all'interno dei quali la totalità degli afferenti al Dipartimento presta almeno una parte del proprio carico didattico.
Il corso di laurea triennale in Fisica registra ogni anno poco meno di 90 iscritti, corrispondenti al proprio numero programmato, che intraprendono un percorso a curriculum unico che nel suo Manifesto conta circa 30 insegnamenti, di cui 5 laboratori e 8 attività formative volte a coprire i due corsi a scelta libera. La prima sfida di questo corso di laurea nel prossimo triennio sarà rappresentata dall'aumento del numero programmato a 120 unità.
Il corso di laurea magistrale in Fisica, erogato in inglese, registra circa 45 ingressi ogni anno ed è caratterizzato da una vasta gamma di percorsi consigliati (almeno 11). Il corso di laurea magistrale offre circa 45 insegnamenti e garantisce agli studenti una notevole libertà di personalizzazione del proprio percorso di studi. Questa ampia diversificazione rispecchia l'estensione e la varietà delle attività di ricerca del Dipartimento di Fisica, risultando fondamentale per il mantenimento della loro elevata qualità. Ridurre tale varietà di insegnamenti potrebbe compromettere la qualità della ricerca stessa.
Al contempo, il Dipartimento riconosce il ruolo cruciale della Fisica in numerosi altri corsi di studio, principalmente in Collina per i CdS a carattere scientifico e ingegneristico, ma anche in Città per alcuni CdS di ambito umanistico. A tal proposito, il Dipartimento conferma la propria disponibilità a sostenere le attività didattiche di servizio richieste.
Tra gli obiettivi specifici e trasversali che caratterizzano i CdS in ambito fisico spicca certamente la capacità di applicare conoscenze pregresse e di comprendere concetti complessi al fine di modellizzare e risolvere problemi attraverso il metodo scientifico, in tutte le sue declinazioni (*problem solving*). Questi problemi sono spesso inerenti alla ricerca in campo fisico effettuata all'interno delle università e dei centri di ricerca, ma trovano ampia diffusione anche nello sviluppo industriale e tecnologico di punta e, più in generale, in problemi e sistemi distanti dai fenomeni fisici, ma che riguardano la vita di tutti i giorni, per esempio nella gestione dei servizi e nel settore terziario. Come due facce della stessa medaglia, da una parte l'accesso a professioni che richiedono capacità di problem solving è il canale principale in termini occupazionali per i laureati in Fisica; dall'altra, il mondo del lavoro e la società civile apprezzano e ricercano questa capacità, come testimoniato dai dati sull'occupazione e dai giudizi espressi dalle parti interessate.
Gli sviluppi più recenti dell'università e della società dimostrano come sia oggi necessario riflettere sui modelli di insegnamento e di apprendimento, per aprirsi alla possibilità di innovare la didattica, nel rispetto delle peculiarità e delle specificità dei contenuti da trasmettere. Lo scopo di questa apertura è quello di produrre una cultura dell'innovazione e della qualità della didattica che sia in grado di promuovere il benessere e la formazione degli studenti e delle studentesse.
L'offerta didattica dei Dipartimenti di UNITN si distingue per la grande e qualificata offerta di attività di laboratorio. Il polo dei Laboratori Didattici delle Scienze Sperimentali (LABDID) è una struttura essenziale per garantire la qualità dell'apprendimento in discipline sperimentali e favorire la razionalizzazione e la sinergia dell'offerta formativa dei CdS non solo del DF, ma anche del CIBIO, CISMED, DII, DICAM e DM. Esso è inoltre un elemento cruciale sia per l'attrattività dei CdS esistenti sia per la progettazione e realizzazione di nuovi.

Il personale tecnico della struttura garantisce il funzionamento tramite la gestione efficiente degli spazi, delle attrezzature e del materiale. Esso effettua inoltre attività di supporto e consulenza tecnica principalmente per attività didattiche di laboratorio, ma anche di ricerca e di terza missione. Inoltre, i LABDID contribuiscono attivamente con visite guidate e attività laboratoriali durante i programmi di orientamento dell'Ateneo (PorteAperte, OrientaEstate, Scuola Estiva di Orientamento, Un giorno da matricola), ma anche con iniziative mirate nell'ambito dei percorsi PCTO - ex Alternanza Scuola-Lavoro. I LABDID contribuiscono in modo decisivo per quel che riguarda l'iniziativa IPSP (Industrial Problem Solving with Physics) tramite spazi, dotazioni e competenze.
Se da un lato l'elevato numero di richieste arricchisce l'offerta formativa, dall'altro lato costituisce una criticità. Sempre più spesso infatti ci si trova a dover rifiutare proposte di utilizzo per mancanza di slot liberi (spazi/tempi) nei laboratori. In aggiunta a questo i locali adibiti a laboratorio raggiungono sovente la saturazione delle risorse di spazi e/o dotazioni, un fattore che obbliga talvolta ad aumentare il numero di turni per corso con un impatto significativo sui costi di gestione. I LABDID sono attualmente collocati in una palazzina dedicata situata a Povo0, alla quale si aggiunge un laboratorio a Povo1. La palazzina è stato oggetto, tra il 2023 ed il 2024, di un importante intervento edilizio. Benché questo intervento abbia mitigato problematiche strutturali, permane il problema del sottodimensionamento dell'infrastruttura della rete dati, ormai inadeguata alle richieste di connettività della strumentazione di laboratorio, che sempre più coinvolge grandi volumi di dati e necessita di essere interconnessa. Inoltre, analisi realizzate solo qualche anno fa hanno stimato l'esigenza di progettare nuovi spazi necessari sia per permettere l'accesso ad un numero superiore di corsi e di utenti, ma anche per ospitare in modo efficiente e razionale nuova strumentazione, con una stima realistica di circa 600 mq per 4-5 laboratori dedicati.
Alla luce di questa analisi, all'interno di questo obiettivo di Dipartimento sono state individuate tre linee strategiche principali:

Ob1-LS1: Innovazione Didattica: Formazione dei docenti e implementazione dell'iniziativa *Student Voice*;

Questa linea strategica si baserà su tre tipi di iniziative: ascolto, formazione e riflessione.
L'ascolto si propone di aumentare le occasioni di dialogo con la componente studentesca attraverso un'iniziativa in cui gli studenti e le studentesse possano parlare apertamente con i docenti. Le figure dei Rappresentanti degli Studenti e la loro partecipazione a organi fondamentali come il Consiglio di Dipartimento e la Commissione Paritetica Docenti-Studenti assicurano già questa possibilità per quello che riguarda gli aspetti della didattica e della vita in Dipartimento. Manca tuttavia un momento in cui la componente studentesca possa raccontare la propria esperienza di studenti e studentesse universitari e parlare di eventuali problematiche trasversali, non riferite a singoli corsi e percorsi: ad esempio, come gli studenti e le studentesse vivono l'esperienza universitaria, come si sviluppa la competizione all'interno della componente studentesca e quali siano le conseguenze, quali siano le priorità nell'affrontare il percorso di studi e la vita in città, con il loro impatto sullo studio. L'iniziativa *Student Voice,* che ci proponiamo di implementare, si propone di supplire a questa carenza, ponendosi come un momento di ascolto in cui un ristretto gruppo di docenti ascoltano quello che gli studenti e le studentesse dei due CdS di Fisica hanno da raccontare su tematiche riguardanti la loro vita da studenti a Trento. Inoltre, sulla base dell'esperienza di altri CdS, si propone di introdurre i questionari di metà semestre, al fine di raccogliere suggerimenti e indicazioni sull'andamento degli insegnamenti durante lo svolgimento delle lezioni.
La parte di formazione si propone di potenziare la formazione del corpo docente rispetto alle pratiche di insegnamento. L'obiettivo è quello di fornire nuove competenze e nuovi approcci, metodologie, contenuti e ambienti didattici, per promuovere un apprendimento attivo e duraturo attraverso un maggior coinvolgimento della componente studentesca. Per far questo, ci si propone in primo luogo di appoggiarsi alle iniziative promosse dal FormID (Teaching and Learning Center di Ateneo), promuovendo la partecipazione del corpo docente ai workshop e ai corsi di didattica innovativa ed

inclusiva proposti dall'Ateneo, per promuovere la formazione, la sperimentazione e la riflessione in merito a nuove pratiche di didattica partecipative, inclusive e flessibili.
Infine, la parte di confronto parte dal presupposto che la didattica deve sempre essere declinata nelle specificità di ogni disciplina. A maggior ragione, questo principio si applica alla didattica innovativa. Nei corsi di laurea in Fisica i laboratori sono per loro natura degli esempi di didattica partecipata ed inclusiva. Tuttavia, la gran parte dei corsi in aula è basato sul modello della lezione frontale e la quantità e la qualità dei contenuti rendono alcune pratiche di didattica innovativa più adatte di altre (per esempio, il *challenge based learning* o il *project-based learning*) nei corsi di Fisica. Per questo, sarebbe opportuno istituire una comunità di pratica all'interno del DF che sappia condividere, discutere ed eventualmente organizzare le pratiche di didattica innovativa che si sposano con le specificità degli insegnamenti di Fisica. Inoltre, si vogliono proporre visite in altri Atenei per discutere ed apprendere le esperienze sulla didattica partecipativa in ambiente STEM promosse in ambito internazionale. Un primo obiettivo concreto di questa linea strategica è la sperimentazione di insegnamenti all'interno dei CdS in Fisica in modalità innovative, per esempio in modalità *blended*.

Ob1-LS2: Applicazione della fisica alla risoluzione di problemi industriali

Questa linea strategica si baserà su due linee capisaldi: formazione e connessione. Per prima cosa, si propone di ampliare l'offerta formativa dei CdS creando occasioni per gli/le studenti per vedere più da vicino in che modo la fisica possa trovare applicazione in contesti industriali e applicativi. Per far questo, si prevede di aggiungere almeno un insegnamento all'interno dei percorsi dei CdS che presenti agli/le studenti applicazioni concrete della Fisica in ambito industriale e tecnologico di grande impatto. Si potrebbe trattare di un corso a scelta inserito nella laurea triennale, anche con il fine di aiutare i laureati nella scelta dello step successivo. Inoltre, sulla base dell'esperienza positiva degli *Industrial Problem Solving with Physics* (IPSP, si veda Ob-7), si prevede di potenziare il legame tra il DF e l'iniziativa promossa dall'Ateneo dell'European Consortium of Innovative Universities (ECIU, la prima università europea in cui studenti e studentesse, ricercatori e ricercatrici lavorano assieme alle amministrazioni e alle imprese per risolvere sfide reali), di cui l'Università di Trento fa parte dal 2018, per favorire la cultura della ricerca *challenge based*, promuovere lo sviluppo di competenze trasversali, proponendo e sistematizzando attività di alta formazione improntate ai principi dell'interdisciplinarità e della partecipazione attiva.
In secondo luogo, la linea strategica si propone di creare le condizioni perché gli studenti dei corsi di studio del DF e le realtà produttive, industriali e di ricerca del territorio abbiano occasione di potersi parlare e comunicare, per esempio attraverso giornate di incontro dedicate oppure attraverso l'istituzione di pagine web o database dove enti di ricerca e aziende possano inserire proposte di tirocini e di lavori di tesi.

Ob1-LS3: Consolidamento e innovazione dei Laboratori Didattici del Polo di Collina

Questa linea strategica mira a potenziare i laboratori didattici attraverso l'introduzione di nuove strumentazioni e infrastrutture telematiche, perseguendo diversi obiettivi fondamentali. Anzitutto, si intende garantire lo svolgimento delle attività formative nei LABDID in condizioni di piena sicurezza. Inoltre, l'ampliamento delle risorse permetterà a un numero maggiore di studentesse e studenti di accedere alle attività di laboratorio, offrendo loro un'esperienza formativa più completa e coinvolgente. Particolare attenzione sarà dedicata ai corsi avanzati, che potranno disporre di spazi e strumentazioni dedicate di alto livello scientifico, essenziali per la formazione in laboratorio. Questo approccio punta anche a preparare gli studenti ad affrontare le sfide poste dall'evoluzione della ricerca scientifica e dal crescente ruolo della tecnologia nella raccolta e nell'analisi dei dati sperimentali. Sarà privilegiato un approccio che evidenzi la trasversalità della comprensione dei fenomeni e l'uso della strumentazione nei diversi ambiti di ricerca.
Per raggiungere questi obiettivi, si interverrà sia sul piano infrastrutturale sia su quello didattico. Da un lato, si proseguirà nel consolidamento e

potenziamento dei LABDID nei settori biotecnologico, chimico, fisico e ingegneristico, dotandoli di risorse adeguate per preparare le nuove generazioni alle sfide scientifiche e tecnologiche emergenti. Dall'altro, si introdurranno innovazioni nell'ambito formativo, migliorando l'offerta didattica attraverso l'adeguamento delle strutture e l'utilizzo delle nuove strumentazioni, nella consapevolezza che una didattica moderna e di qualità nelle scienze sperimentali richiede attrezzature e infrastrutture all'avanguardia.
Le azioni necessarie a sostegno di queste linee strategiche includono:
1. il completamento dell'adeguamento della struttura edilizia preesistente (Palazzina LABDID) e razionalizzazione degli spazi. Le maggiori aree di criticità sono l'infrastruttura telematica, ormai ultraventennale e inadeguata, che necessita di una profonda revisione e adeguamento, a partire dalla rete dati; l'adeguamento e aggiornamento presso i laboratori a maggior contenuto chimico/biologico/biomedico dei dispositivi di protezione, quali ad esempio gli armadi di sicurezza.Il miglioramento dell'infrastruttura dati è essenziale per lo sviluppo di metodologie di didattica da remoto, e più in generale di scenari di "didattica flessibile": ciò si traduce in primis nel fornire opportunità per il lavoro in autonomia, attualmente reso difficoltoso dalla grande richiesta di spazi, nonché per il supporto a studentesse e studenti non frequentanti. In quest'ottica si inquadrano anche iniziative didattiche basate sulla dotazione all'utenza studentesca di kit sperimentali, come già sperimentato con successo durante la fase più acuta della pandemia da Covid-19. Il potenziamento dell'infrastruttura dati consentirà inoltre iniziative didattiche volte a preparare professioniste e professionisti ad esperimenti che sfruttino appieno le potenzialità offerte dall'IOT.
2. L'acquisto e messa in esercizio della strumentazione avanzata, individuata di concerto al corpo docente, nei seguenti campi: tecnologie quantistiche, comparto energetico, tecnologie diagnostiche e terapeutiche, sensoristica, tecnologie per lo spazio, tecniche di analisi di solidi e nanostrutture, fotonica, elettronica quale componente presente in tutti i sistemi di misura di grandezze fisiche, chimiche, etc., automatizzazione e remotizzazione, sistemi di rivelazione e di raccolta dati, microscopia avanzata, real time PCR e tecniche correlate, tecniche cromatografiche, spettroscopia (dall'analisi FT-IR agli spettrofotometri UV-Vis), colture cellulari e sistemi di acquisizione immagini in luce visibile, fluorescenza e chemiluminescenza
3. L'analisi e razionalizzazione delle risorse di tipo laboratorio didattico nel polo di collina.
4. La progettazione e realizzazione di nuove postazioni ed esperienze didattiche a supporto della didattica, delle attività di orientamento e più in generale della terza missione (si veda anche l'Ob-7: Terza Missione).

Obiettivo: Ob.2 - Fisica delle interazioni fondamentali e osservazione della Terra e dell'universo

Il Dipartimento intende promuovere ulteriormente la ricerca di alto livello e il progresso delle conoscenze nell'ambito della fisica sperimentale e teorica delle interazioni fondamentali e delle scienze dell'universo. Si intende rafforzare l'internazionalizzazione, potenziando le nostre collaborazioni e l'attrattività del nostro ateneo in questi ambiti di ricerca. In particolare si fa riferimento a tutti gli obiettivi enunciati nel PS Ateneo in questa area strategica:

1. *Promuovere la qualità della ricerca rispetto ai migliori standard internazionali;*
2. *Rinnovare il sistema della ricerca dell'Ateneo, favorendo il confronto efficace tra ricercatori e personale tecnico-amministrativo e adeguando l'infrastruttura tecnologica;*
3. *Posizionare l'Università di Trento tra i riferimenti nazionali e internazionali per innovazione;*
4. *Rendere l'Università di Trento un punto di riferimento a livello nazionale e internazionale sui temi della scienza aperta.*

Queste attività avranno ricadute positive anche in ambito didattico, di formazione di giovani ricercatori/trici e di coinvolgimento della società civile, anche mediante progetti di cittadinanza scientifica attiva.

Obiettivo: Ob.3 - Physics of Matter – Materials, Energy and the Environment

L'Accordo di Parigi ha stabilito l'obiettivo del contenimento delle temperature a fine secolo entro la soglia di +1,5°C. A tal fine è necessario ridurre le emissioni a effetto serra del 55% rispetto al 2010 entro il 2030 e raggiungere emissioni zero entro il 2050. La Commissione Europea ha lanciato un piano di 1 miliardo di euro per progetti di innovazione e ricerca volti a rispondere alla crisi climatica e proteggere l'unicità e la diversità dell'ecosistema del continente avviandosi verso una profonda decarbonizzazione (*European Green Deal Call*). Spesso viene evocata come strategia principale per la riduzione delle emissioni di CO2 la sostituzione di una quota sempre più alta di combustibili fossili con fonti di energia rinnovabile. Tuttavia, tale progetto si scontra con enormi problemi scientifici e tecnologici, dovuti sostanzialmente alla bassa densità di energia per unità di superficie e alla variabilità di produzione delle fonti rinnovabili. Tale esempio dimostra come la decarbonizzazione sia un problema multidisciplinare.
Uno dei fattori chiave per uno sviluppo sostenibile è lo sviluppo di nuovi materiali smart in grado di (i) convertire il calore dissipato in energia elettrica (termoelettrici) per ridurre le perdite termiche, (ii) sostituire materiali costosi e rari nei sistemi elettrolitici e nei *supercapacitors*, (iii) effettuare *energy storage* e *harvesting* (piezoelettrici, ossidi nanostrutturati, materiali luminescenti), (iv) migliorare il processo di *water splitting* per la produzione di idrogeno e (v) stoccare l'idrogeno in maniera sicura ed efficiente. Queste sono le linee che ci proponiamo di attuare in questa attività nei prossimi 3 anni.
Ricordiamo anche che sostenibilità, transizione ecologica, economia sostenibile, approccio interdisciplinare su energia e ambiente, TRENTINO GREEN DEAL sono parte del piano strategico di ateneo (si veda https://www.unitn.it/piano-strategico e il piano strategico alla pagina 18, documento 1, piano strategico 2022-2027).

Obiettivo: Ob. 4 - Q@TN: Scienze e Tecnologie Quantistiche a Trento

Descrizione e contesto internazionale e regionale. Le tecnologie quantistiche già da qualche anno sono state identificate a livello internazionale come uno dei settori più interessanti di sviluppo scientifico e tecnologico. Enormi investimenti sia pubblici che privati sono convogliati su queste tematiche allo scopo di realizzare dispositivi e sistemi che implementino le premesse di innovazione di tali tecnologie. A livello europeo è attiva una Flagship 2018-2027 che prevede finanziamenti per un miliardo di euro al fine di consolidare e rafforzare la posizione dell'Europa. A livello nazionale nel **Programma Nazionale per la Ricerca 2021-2027 (PNR)** tra i grandi ambiti di ricerca e innovazione e le relative aree d'intervento nel punto 5.4.5 sono individuate le tecnologie quantistiche. Inoltre, nel **Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)** tra gli interventi della missione 4: istruzione e ricerca, sono previsti lo sviluppo dei processi per l'innovazione e il trasferimento tecnologico e la diffusione di modelli innovativi sia per la ricerca di base, sia per la ricerca applicata condotta in sinergia tra università, enti di ricerca, e imprese. Inoltre è da notare come nel Programma pluriennale della ricerca per la XVI Legislatura della **Provincia Autonoma di Trento**, approvato dalla Giunta provinciale il 22 Dicembre 2020, si trova scritto che "Tra gli ambiti prioritari che si intendono sviluppare e potenziare in termini di IR si possono già citare come esempi non esaustivi: i) le scienze e le tecnologie quantistiche, le cui ricadute sono ritenute strategiche a livello europeo e mondiale per il prossimo futuro". Inoltre tra i progetti strategici è

individuata una linea prioritaria “Tecnologie quantistiche (comunicazione, computazione, simulazione, sensoristica e prototipazione): ricerca e innovazione per lo sviluppo scientifico ed economico”. Infine, la presente iniziativa è in pieno allineamento col **Piano Strategico 2022-2027 dell’Università di Trento** che nota come il quantum computer è una “delle parole chiave che caratterizzano l’ampio processo di trasformazione che è legato allo sviluppo e all’adozione di nuove soluzioni tecnologiche e digitali” e che afferma che nel contesto del PNR e PNRR “l’Ateneo intende contribuire significativamente mantenendo l’attenzione su multiple aree di intervento per ciascuna delle sei missioni del PNR incluse […] le Tecnologie Quantistiche”.

Riconoscendo la potenzialità ed importanza delle STQ per uno sviluppo futuro, nell’anno 2018 è stato fondato il laboratorio congiunto Q@TN, che è basato su un accordo di collaborazione tra l’Ateneo, la Fondazione Bruno Kessler, il CNR e l’INFN. Grazie a Q@TN l’ecosistema di Trento copre un ruolo significativo e di rilievo in ricerca e sviluppo nel settore delle STQ. All'interno dell'Ateneo, oltre al Dipartimento di Fisica, il laboratorio coinvolge i dipartimenti di: Matematica; Ingegneria Industriale; Ingegneria e Scienza dell’informazione; Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica. Il presente progetto si inserisce organicamente nelle azioni coordinate del laboratorio congiunto Q@TN, così amplificando l’impatto delle azioni previste.

Obiettivi generali. Gli obiettivi generali del progetto Q@TN sono quelli di inserirsi in questo filone di ricerca e sviluppo aggregando e rinforzando la forte comunità locale di ricerca interdipartimentale e multidisciplinare che ha acquisito una posizione di rilievo internazionale sulle scienze e tecnologie quantistiche (STQ). Intendiamo, infatti, valorizzare le infrastrutture di ricerca che costituiscono una caratteristica peculiare del nostro territorio. Obiettivi specifici sono: i) il potenziamento delle infrastrutture della ricerca, lo sviluppo dei processi per l’innovazione e il trasferimento tecnologico, e la diffusione di modelli innovativi sia per la ricerca di base, sia per la ricerca applicata condotta in sinergia tra università, enti di ricerca, e imprese; ii) la promozione ed il sostegno in ateneo della ricerca di base e finalizzata sulle STQ attraverso il coordinamento di attività interdipartimentali; iii) la promozione di un’azione coordinata tra i vari dipartimenti per realizzare un ecosistema completo sulle STQ, che comprenda quindi sia iniziative di ricerca che didattiche che di terza missione (innovazione e outreach); iv) l’inserimento e il mantenimento di Q@TN in una rete di collaborazioni nazionali con altri centri universitari (Trieste, Padova, Milano e altri), enti di ricerca come INFN, CNR, INRIM, e con aziende. L’allargamento alla rete di centri europei; v) l’aumento della visibilità e attrattività internazionale di Q@TN nei confronti di studenti/esse e ricercatori/trici, incluso l’ampliamento della offerta didattica ad uno standard internazionale altamente competitivo.

Azioni. Le azioni proposte e le linee strategiche si inseriscono in questo quadro. All'interno del DF intendiamo di attivare le seguenti azioni:

1. Consolidamento e sostegno alle attività di ricerca di base e applicata sulle STQ attraverso progetti di ricerca inter-istituzionali e rafforzamento delle infrastrutture sperimentali e tecnologiche. Si cercheranno fondi locali, nazionali ed europei attraverso bandi competitivi, da utilizzare attraverso bandi aperti per sostenere acquisto di attrezzature, borse di dottorato e progetti di ricerca.
2. Partecipazione attiva al *joint lab* Q@TN. Promozione della rete di ricerca locale (FBK, sezioni locali del CNR, TIFPA), nazionale (INFN, CNR, INRIM, …) ed internazionale attraverso la definizione e partecipazione a progetti comuni. Progettazione di laboratori/piattaforme tecnologiche condivise attraverso la formalizzazione di accordi quadro.
3. Sostegno al percorso di dottorato transdisciplinare in quantum science and technologies. Organizzazione di workshop internazionali, organizzazione di scuole invernali-estive di dottorato su STQ.
4. Promozione di un Master di Secondo Livello in Quantum Engineering. Sviluppo di collaborazioni didattiche con gli enti partner di Q@TN *joint lab*, anche a servizio del Master.

5. Scouting di tecnologie mature per brevettazione e promozione del trasferimento tecnologico.
6. Interazione con il mondo imprenditoriale locale e nazionale sia per promuovere consapevolezza sulle STQ, anche attraverso azioni di formazione permanente, sia per definire in modo coordinato linee di ricerca fortemente applicative, sia per individuare attività di potenziale interesse industriale.
7. Diffusione delle attività in STQ svolte in Q@TN attraverso i canali sociali (presenza su web, twitter, linkedin, ecc.) e in eventi di outreach. Valorizzazione dei dottorandi del percorso transdisciplinare in attività di diffusione della cultura, in particolare verso le scuole e i giovani in genere.

Obiettivo: Ob. 5 - Physics of COmplex Systems and Emergent NetwOrks (COSENO)

Descrizione e contesto generale. L'obiettivo strategico intitolato *Fisica dei Sistemi Complessi e delle Reti Emergenti* riguarda un campo di ricerca interdisciplinare che mira a comprendere, modellizzare, sperimentare e utilizzare fenomeni naturali e artificiali caratterizzati da un elevato grado di complessità in vista dello sviluppo di nuova conoscenza e di applicazioni innovative anche nel settore dell'IA. Questi sistemi complessi sono composti da molteplici elementi interagenti, le cui dinamiche collettive danno origine a comportamenti emergenti non prevedibili dalle proprietà dei singoli componenti. Per questa ragione aprono prospettive interessanti in settori molteplici che vanno, per esempio, dalla scienza dei materiali, alle nanotecnologie, alla spintronica, alla fisica teorica, alla fotonica, all'elettronica applicata, al trattamento dei segnali, all'analisi dei dati, alle reti neurali, alle applicazioni nella sensoristica, alle scienze della vita. La sua rilevanza è stata premiata dal Nobel per la fisica 2021 e, recentemente, dal Nobel per la fisica 2024 e Nobel per la chimica 2024.
Da un punto di vista teorico, utilizzando strumenti avanzati di meccanica statistica, teoria delle reti e sistemi dinamici, si possono analizzare e studiare fenomeni come i vetri di spin anche quantistici, i sistemi disordinati, l'emergenza di fasi complesse in sistemi a molti corpi e nella fisica nucleare, la complessità e il caos in sistemi nonlineari e/o quantistici, la formazione di pattern in sistemi biologici, la propagazione di informazioni in reti sociali e la stabilità dei mercati finanziari. Da un punto di vista sperimentale, esperimenti in questo campo sono fondamentali per validare i modelli teorici e per scoprire nuovi fenomeni emergenti. Ad esempio, nel nostro dipartimento sono giá utilizzate tecniche avanzate di microscopia e spettroscopia ottica per studiare le dinamiche di fenomeni biologici complessi, come le reti neuronali, o per sviluppare sistemi ibridi artificiali/biologici come piattaforme per la computazione neuromorfica. Inoltre, sviluppiamo esperimenti su larga scala per analizzare la propagazione di onde in materiali disordinati o vetrosi e la formazione di pattern in sistemi chimici e fisici, anche per applicazioni spaziali.
Parallelamente, stiamo investendo nello sviluppo di piattaforme di intelligenza artificiale (IA) per l'analisi e la modellizzazione di dati complessi. Le tecniche di machine learning e deep learning sono utilizzate per identificare pattern nascosti nei dati sperimentali e per prevedere il comportamento di sistemi complessi. Queste piattaforme di IA non solo accelerano il processo di scoperta scientifica, ma offrono anche strumenti potenti per l'ottimizzazione e il controllo di sistemi tecnologici avanzati.
Il nostro dipartimento si propone di sviluppare un programma di ricerca e formazione che integri teoria, simulazioni numeriche, misure sperimentali, sintesi di materiali innovativi e applicazioni pratiche in questi settori. In un approccio sinergico ed olistico, metteremo a fattore comune i molteplici investimenti fatti nel passato in vari laboratori sperimentali e di simulazione per sviluppare un programma integrato di ricerca di rilevanza internazionale. Gli studenti avranno l'opportunità di lavorare su progetti di tesi innovativi che spaziano dalla biofisica alla scienza dei materiali, dall'analisi dati applicata ad esperimenti di frontiera alla modellizzazione di materiali nanostrutturati o ibridi e alla fisica dei sistemi caotici. Questo

approccio multidisciplinare non solo fornirà una solida base teorica agli studenti, ma anche competenze pratiche per affrontare le sfide scientifiche e tecnologiche del futuro aprendo prospettive occupazionali interessanti, come le opportunità di trasferimento tecnologico e di innovazione industriale.

Azioni e linee strategiche. Le azioni proposte e le linee strategiche si inseriscono in questo quadro. All'interno del DF intendiamo di attivare le seguenti azioni:
1. coordinare l'attività di ricerca creando sinergie tra i singoli gruppi che lavorano su tematiche relative a COSENO nel dipartimento e nell'area trentina per amplificare l'impatto scientifico e incrementare il successo nella partecipazione a progetti internazionali, aumentando la visibilità internazionale dell'ateneo e al contempo diventando un polo di riferimento per le aziende anche oltre i confini provinciali.
2. condividere progetti di ricerca e potenziare le infrastrutture di ricerca e i laboratori per potere affrontare problematiche via via più complesse. In particolare, ci si concentrerà sui giovani ricercatori e dottorandi affinché acquisiscano forti competenze nel campo dei sistemi complessi, delle reti e dell'intelligenza artificiale con progetti di formazione e ricerca dedicati. Questi ricercatori saranno i veri attori del trasferimento di conoscenze e tecnologie sul territorio, oltre che uno strumento per attivare la collaborazione tra gli enti trentini mediante l'adozione, ad esempio, di borse di Dottorato condivise.
3. promuovere le occasioni di confronto con i diversi attori del sistema della ricerca in ateneo e nel territorio per sviluppare attività di ricerca coordinate. Queste potranno anche essere iniziative di formazione o di confronto (seminari, workshop, scuole) organizzate dal dipartimento o in collaborazione con altri enti che saranno sia rivolte alla comunità locale sia di natura internazionale. Si cercherà, inoltre, di recepire le richieste in ricerca e innovazione delle start-up e aziende trentine per sviluppare nuove sinergie tra aziende, il sistema della ricerca trentina e il dipartimento di fisica.
4. in collaborazione con gli altri dipartimenti e centri dell'ateneo attivi nel settore dell'IA si affronteranno aspetti di ricerca e di etica volti a consolidare l'uso consapevole dell'IA nella ricerca e nella didattica. In particolare si affronteranno aspetti associati alla liceità dell'uso di strumenti di IA nelle pubblicazioni, nella ricerca e nello studio.
5. promuovere attività di comunicazione e diffusione della cultura scientifica su aspetti relativi agli argomenti propri dell'OS COSENO. In particolare, si cercherà sia di usare i canali sociali del dipartimento (presenza su web, twitter, linkedin,ecc.) sia iniziative dedicate. In quest'attività si coinvolgeranno i laureandi e i dottorandi in attività di diffusione della cultura, verso le scuole e i giovani in genere attraverso eventi di disseminazione aperti al pubblico, secondo formati vari (dai seminari con discussione alle sessioni hands-on e ai caffè/cena con il ricercatore/la ricercatrice).

Obiettivo: Ob. 6 - Fisica Medica

Il campo della fisica applicata alla biologia e alla medicina è in forte crescita, sia all'interno del nostro Ateneo, sia a livello nazionale e internazionale. Questo settore è capace di attrarre numerosi canali di finanziamento, pubblici e privati, affrontando tematiche con importanti ricadute sulla salute pubblica. Il Dipartimento intende sviluppare iniziative in questo ambito, coinvolgendo altri dipartimenti ed enti locali che possano apportare competenze significative. L'obiettivo è creare una rete di risorse che possa diventare un polo di riferimento per la fisica medica a livello nazionale ed europeo.
Presso il CIMEC sono attive diverse linee di ricerca che utilizzano neuroimmagini di risonanza magnetica per la pianificazione e il monitoraggio dei

trattamenti. In collaborazione con l'unità operativa di neurochirurgia dell'Ospedale di Trento, sono stati applicati metodi quantitativi per caratterizzare la riorganizzazione strutturale e funzionale del cervello, utili sia per la pianificazione degli interventi che come base per studi post-operatori.
Il centro di protonterapia di Trento è una realtà unica in Italia e competitiva a livello internazionale. La collaborazione dell'APSS con i Dipartimenti di Fisica, il CIMEC, il CIBIO e il TIFPA permetterà di concentrare la ricerca su vari fronti:

- Sviluppo di metodi per la verifica online dei trattamenti erogati.
- Ottimizzazione dei trattamenti per aumentare il controllo tumorale e minimizzare gli effetti collaterali a breve e lungo termine.
- Sviluppo di nuove tecniche di erogazione del fascio per migliorare l'efficacia del trattamento.
- Estensione della protonterapia a nuove patologie, sia tumorali che non tumorali.

La collaborazione tra l'Ateneo e l'APSS sarà ulteriormente rafforzata dall'avvio della scuola interateneo di specializzazione in Fisica Medica, in collaborazione con gli atenei di Padova e Verona. La Scuola di Specializzazione in Fisica Medica mira a integrare le competenze sperimentali, teoriche e computazionali presenti sul territorio per affrontare le sfide in biologia e medicina con significative ricadute sulla salute pubblica. Inoltre, intende favorire una maggiore collaborazione tra università, enti di ricerca e industrie, sia a livello locale che nazionale e internazionale, per sviluppare approcci multidisciplinari alle problematiche affrontate.

Obiettivo: Ob. 7 - Censimento, coordinamento e potenziamento delle iniziative di Terza Missione (TM)

Le attività di Terza Missione (TM) in Dipartimento, strutturate e organizzate da gruppi che coinvolgono più docenti, si articolano su vari livelli:

- **Comunicazione delle Scienze Fisiche**; il Laboratorio omonimo, coordinato dal Prof Stefano Oss, si occupa continuativamente oltre che di didattica, anche di comunicazione, diffusione, storia e insegnamento delle scienze fisiche con attività di TM. Ad esempio vengono progettati percorsi di aggiornamento e formazione (iniziale e in itinere) per docenti della scuola primaria e secondaria in collaborazione con la rete territoriale scolastica e con l'ufficio locale per la sperimentazione e l'innovazione didattica (IPRASE del Trentino). Il laboratorio inoltre collabora permanentemente con il Jet Propulsion Theatre e Arditodesìo alla progettazione e realizzazione di eventi e festival di teatro scienza;
- **Industrial Problem Solving with Physics (IPSP)**; evento della durata di una settimana, organizzato dal Dipartimento di Fisica, dalla Scuola di Dottorato in Fisica e dalla Divisione Valorizzazione e Impatto della Ricerca dell'Università di Trento, in collaborazione con Confindustria Trento, Polo Meccatronica - Trentino Sviluppo e Hub Innovazione Trentino. Scopo dell'evento è quello di promuovere la connessione tra il mondo della ricerca in Fisica e il mondo delle imprese, offrendo a giovani ricercatori l'opportunità di mettere alla prova le proprie capacità su problemi tecnologici proposti da aziende. A loro volta, le aziende possono ottenere una soluzione al problema proposto e nel contempo entrare in contatto con giovani talentuosi;
- **Alternanza Scuola/Lavoro**; i Laboratori Didattici delle Scienze Sperimentali (LABDID) sono sede di due Tirocini Curricolari nell'ambito delle iniziative di Alternanza Scuola/Lavoro dell'Ateneo (Tirocinio 4. Laboratorio di Ricerca Biomedica – del CIBIO e Tirocinio 5. Avvicinamento alla ricerca in ambito fisico sperimentale - del nostro Dipartimento);
- **Formazione Insegnanti**; il Laboratorio di Comunicazione delle Scienze Fisiche e un gruppo di colleghi del DF di area Chimica, coordinati dalla Prof. Ines Mancini, si occupa dei Percorsi Formativi Abilitanti di Ateneo: Laboratorio di didattica della fisica per la scuola secondaria di II grado e

preparazione di esperienze didattiche, Didattica della fisica e delle scienze per la scuola secondaria e Contenuti e metodi di chimica inorganica e organica;

- **Assemblea di Dipartimento**; appuntamento annuale del Dipartimento di Fisica, aperto al pubblico, in cui viene presentata una relazione sullo stato del Dipartimento e sui suoi progetti futuri.

A queste iniziative si affiancano un numero rilevante di iniziative di divulgazione portate avanti dai singoli docenti.
In questo contesto, si nota inoltre come il contributo dei LABDID sia trasversale e fondamentale per molte delle iniziative di TM descritte sopra, in particolare tramite spazi, dotazioni e competenze messe a disposizione per l'iniziativa IPSP e per i Tirocini Curricolari nell'ambito delle iniziative di Alternanza Scuola/Lavoro.
All'interno del Piano Strategico di Dipartimento si vuole perseguire l'obiettivo di potenziare le attività di TM del DF attraverso la combinazione di diverse azioni sinergiche che si sviluppano lungo tre direttrici fondamentali:
1. Censimento continuo; si vuole rendere permanente e continuamente aggiornata la raccolta dati sulle iniziative di TM del DF, collettive e di singoli, tramite un database di semplice utilizzo, allo scopo di:

a. far emergere le possibilità di coordinamento e collaborazione fra le singole iniziative;
b. facilitare per tutti la compilazione della SCHEDA DI MONITORAGGIO ANNUALE DELLA RICERCA E TERZA MISSIONE (SMA-RTM) richiesta dall'Ateneo.

2. Coordinamento; si vuole favorire l'interazione fra iniziative affini ed individuare possibilità di integrazione e collaborazione, sia negli aspetti organizzativi sia in quelli metodologici. Un esempio significativo e' rappresentato dai Percorsi Abilitanti di formazione iniziale degli insegnanti della scuola secondaria di I e II grado (D.L. n. 36 del 30 aprile 2022) organizzati in sinergia fra i diversi Dipartimenti dell'Ateneo.
3. Potenziamento; si vogliono incentivare le iniziative di TM gia' presenti nel DF in tre modi:

a. avviando con l'Ateneo una discussione su come riconoscere e valorizzare l'impegno del personale (docente e PTA) su attività di TM;
b. acquistando nuova strumentazione per i LABDID, funzionale ad ampliare le capacità di supporto, ad esempio si potrà configurare IPSP anche come percorso di challenge-based learning, mentre le attività di tipo Alternanza Scuola-Lavoro potranno diventare il banco di prova per nuove esperienze didattiche (si veda anche la scheda di didattica del Piano Strategico del DF);
c. agendo all'interno del DF per discutere e ampliare la capacità operativa e l'impegno delle docenti e dei docenti del DF negli ambiti di TM nei quali importanti investimenti sono già stati fatti per consolidarne i risultati positivi.

Tra le iniziative per le quali si prevede il potenziamento ricordiamo, in particolare, l'iniziativa IPSP, l'Alternanza Scuola-Lavoro e la formazione degli insegnanti della scuola secondaria.

PARTE 3: Assegnazione di uno o più indicatori qualitativi e quantitativi di risultato ad ogni obiettivo strategico individuato

Obiettivo di Dipartimento: Ob1 - Qualità nella didattica: innovazione, rapporto con le industrie e potenziamento dei Laboratori Didattici

Titolo Obiettivo del Dipartimento	**Ob1 - Qualità nella didattica: innovazione, rapporto con le industrie e potenziamento dei Laboratori Didattici**
Obiettivo di riferimento nel PS di Ateneo 2022-27	Questo obiettivo di Dipartimento fa riferimento a tutti e tre gli obiettivi pluriennali contenuti all'interno del PS di Ateneo 2022-27 nell'**Area strategica 1 - Didattica**: **1. Migliorare la qualità dell'insegnamento in Ateneo, ampliando la cultura dell'innovazione e dell'importanza della qualità della didattica in chiave partecipata e inclusiva.** **2. Ampliare l'offerta didattica sull'asse della innovazione, anche per rispondere alle esigenze del mondo del lavoro e del territorio** **3. Divenire un Ateneo che punta alla centralità degli studenti e studentesse nel processo di apprendimento e di formazione**
Area principale di riferimento	**Area strategica 1: Didattica**. *Innovare la didattica per una formazione di qualità, attenta ai bisogni della comunità universitaria*
Linee strategiche	Ob1-LS1: Formazione delle/dei docenti per una didattica innovativa di qualita' e implementazione dell'iniziativa Student Voice Ob1-LS2: Applicazione della fisica alla risoluzione di problemi industriali Ob1-LS3: Consolidamento e innovazione dei Laboratori Didattici del Polo di Collina
Responsabili di riferimento dell'obiettivo	Direttore, Coordinatore delle attività didattiche, Responsabili dei CdS, Docenti dei CdS, Rappresentanti degli studenti, Responsabile dei Laboratori di Scienze Fisiche, Delegato per i Laboratori didattici, Commissione Didattica
Risorse Dipartimentali a supporto	Risorse ordinarie

Indicatori connessi all’obiettivo di Dipartimento

Ob1 - Qualità nella didattica: innovazione, rapporto con le industrie e potenziamento dei Laboratori Didattici

Indicatore 1.1	Partecipazione dei docenti a percorsi di formazione riguardanti l’innovazione nella didattica (Ob1-LS1)
Fonte dati e modalità calcolo	Numero di docenti che hanno partecipato attivamente alle proposte del FormID
Valore di riferimento ex ante	5
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	10
Indicatore 1.2	Implementazione della Student Voice (Ob1-LS1)
Fonte dati e modalità calcolo	Numero di riunioni con tutta la componente studentesca
Valore di riferimento ex ante	1 nel 2022
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	3 (una all’anno)
Indicatore 1.3	Iniziative di visite in altri Atenei per riportare esperienze sulla didattica partecipativa in ambiente STEM (Ob1-LS1)
Fonte dati e modalità calcolo	Numero di missioni completate (incluse partecipazioni a workshop tematici)
Valore di riferimento ex ante	2 (1 nel 2023 e 1 nel 2024)

Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	3 (almeno una all'anno)
Indicatore 1.4	Attivazione della sperimentazione di insegnamenti in modalita' blended, basati su pratiche di didattica innovativa e partecipata, all'interno dei CdS del DF (Ob1-LS1)
Fonte dati e modalità calcolo	Numero di insegnamenti attivati
Valore di riferimento ex ante	0
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	2
Indicatore 1.5	Istituzione di un gruppo di lavoro nel DF per il confronto e l'implementazione di pratiche legate all'innovazione della didattica specifiche per discipline STEM (Ob1-LS1)
Fonte dati e modalità calcolo	Numero di docenti partecipanti e riunioni del gruppo di lavoro
Valore di riferimento ex ante	0
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	almeno 3 riunioni nel triennio con una media di almeno 3 docenti partecipanti
Indicatore 1.6	Implementazione dei sondaggi di meta' semestre nei corsi del CdS

Fonte dati e modalità calcolo	Numero di docenti dei CdS del DF aderenti all'iniziativa
Valore di riferimento ex ante	1
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	almeno 20 docenti
Indicatore 1.7	Implementazione di un corso per l'applicazione della Fisica alle tecnologie e all'industria (Ob1-LS2)
Fonte dati e modalità calcolo	Numero di corsi offerti e numerosità degli studenti iscritti
Valore di riferimento ex ante	0
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	Almeno 1 corso offerto, preferibilmente alla laurea triennale, e 10 studenti iscritti per anno
Indicatore 1.8	Proposta di Challenge all'interno della rete ECIU (Ob1-LS2)
Fonte dati e modalità calcolo	Numero di Challenge proposte
Valore di riferimento ex ante	0
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	2
Indicatore 1.9	Organizzazione di una giornata organizzata dal DF in cui studenti e aziende si possano incontrare e discutere (Ob1-LS2)

Fonte dati e modalità calcolo	Numero di incontri nel triennio
Valore di riferimento ex ante	0
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	Almeno un incontro per anno
Indicatore 1.10	Istituzione di una bacheca virtuale o di un incontro dedicato per facilitare industrie ed enti di ricerca a proporre temi per stage e tesi di carattere applicativo ed industriale (Ob1-LS2)
Fonte dati e modalità calcolo	Numero di tesi e stage proposti, numero di tesi e stage avviati
Valore di riferimento ex ante	0
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	Almeno 6 proposte nel triennio, almeno 2 proposta concretizzate
Indicatore 1.11	Acquisto e messa in esercizio di strumentazione avanzata presso I LABDID (Ob1-LS3)
Fonte dati e modalità calcolo	Direzione Centrale Acquisti, lista degli acquisti di beni e servizi
Valore di riferimento ex ante	Situazione piano triennale 2022-2024: al 10/10/204 spesi 32 kEuro
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	Utilizzo del 100% del budget assegnato per gli acquisiti di beni e servizi
Indicatore 1.12	Produzione di documentazione di supporto alle attività didattiche derivanti dall’acquisizione di strumentazione avanzata presso I LABDID (Ob1-LS3)

Fonte dati e modalità calcolo	Documenti in Moodle e/o Drive
Valore di riferimento ex ante	2 documenti (esperienza sulla fotocorrelazione – G. Baldi, esperienza sui detector di particelle – F. Nozzoli)
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	5
Indicatore 1.13	Descrizione dei miglioramenti nella nuova rete dati dei LABDID (Ob1-LS3)
Fonte dati e modalità calcolo	Direzione Servizi Digitali e Bibliotecari: numero di porte di rete disponibili
Valore di riferimento ex ante	430 porte disponibili, di cui circa 300 fruibili
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	1200 fruibili

Obiettivo di Dipartimento: Ob2 - Fisica delle interazioni fondamentali e osservazione della Terra e dell'universo

Titolo Obiettivo del Dipartimento	**Fisica delle interazioni fondamentali e osservazione della Terra e dell'universo**
Obiettivo di riferimento nel PS di Ateneo 2022-27	Area strategica primaria: RICERCA. Intendiamo promuovere ulteriormente la ricerca di alto livello e il progresso delle conoscenze nell'ambito della fisica sperimentale e teorica delle interazioni fondamentali e delle scienze dell'universo. Si intende rafforzare l'internazionalizzazione, potenziando le nostre collaborazioni e l'attrattività del nostro ateneo in questi ambiti di ricerca. In particolare si fa riferimento a tutti gli obiettivi enunciati nel PS Ateneo in questa area strategica: **1. Promuovere la qualità della ricerca rispetto ai migliori standard internazionali;**

	2. **Rinnovare il sistema della ricerca dell'Ateneo, favorendo il confronto efficace tra ricercatori e personale tecnico-amministrativo e adeguando l'infrastruttura tecnologica;** 3. **Posizionare l'Università di Trento tra i riferimenti nazionali e internazionali per innovazione;** 4. **Rendere l'Università di Trento un punto di riferimento a livello nazionale e internazionale sui temi della scienza aperta.** Queste attività avranno ricadute positive anche in ambito didattico, di formazione di giovani ricercatori/trici e di coinvolgimento della società civile, anche mediante progetti di cittadinanza scientifica attiva.
Area principale di riferimento	Ricerca e formazione
Linee strategiche	Ob2-LS1: Fisica sperimentale delle Interazioni Fondamentali e Scienze dell'Universo A. <u>Gravitazione sperimentale</u> Le attività di ricerca in gravitazione sperimentale comprendono la ricerca di onde gravitazionali nel quadro di collaborazioni internazionali, dall'analisi delle osservazioni in corso LIGO-Virgo-KAGRA allo sviluppo di rivelatori di prossima generazione (Einstein Telescope), alla preparazione della missione spaziale LISA. Questi progetti si basano sulle competenze accumulate in molti anni di ricerche e avranno uno sviluppo temporale molto più lungo del triennio 2025-27. Il Laboratorio di Gravitazione Sperimentale ha il ruolo di PI per il contributo Italiano all'osservatorio LISA, la prossima "Cosmic Vision Large Mission" di ESA, in preparazione per diventare, con il lancio nel 2035, il primo osservatorio per onde gravitazionali nella banda del mHz. Il gruppo trentino ha la responsabilità scientifica per il sistema di masse in caduta libera (Gravitational Reference System o GRS), il cuore della missione e il fattore più importante per la scienza dei buchi neri massicci alle basse frequenze. Il triennio 2025-27 è critico per lo sviluppo dell'hardware, della sua prova sperimentale a Terra (con pendoli di torsione nel laboratorio del Dipartimento) e per la preparazione del Ground Segment, necessario a rendere possibile l'analisi dei segnali astrofisici a partire dai dati nativi dell'osservatorio e dall'ottimizzazione delle prestazioni dell'osservatorio in orbita. Il ruolo di Trento è internazionalmente visibile anche nella ricerca di onde gravitazionali con osservatori interferometrici basati a terra. Nel triennio 2025-2027 continueremo ad avere responsabilità nella ricerca di onde gravitazionali transienti di morfologia generale, volta alla scoperta di nuove classi di sorgenti e alla verifica delle predizioni della Relatività Generale, sui dati proprietari delle osservazioni in corso di LIGO-Virgo-KAGRA. Inoltre, abbiamo responsabilità nello sviluppo dei substrati e coatings delle masse di test di KAGRA, e nella progettazione del disegno ottico degli interferometri in preparazione per il futuro Einstein Telescope. Trento, in stretta sinergia con Padova, ha l'opportunità di diventare nel triennio 2025-27 il riferimento italiano per il settore della riduzione del rumore di natura quantistica degli interferometri

	sfruttando stati di luce squeezed, controlli attivi del fronte d'onda e della fase dei fasci di luce, realizzazione di accoppiamenti ottici altamente selettivi. In queste attività abbiamo in atto una sinergia con il gruppo di ricerca del collega Mirko Lobino (DII). Inoltre, per quanto riguarda la riduzione del rumore termico nel coating degli specchi, è in corso una attività in sinergia con il Laboratorio di Struttura e Dinamica dei Sistemi Complessi del Dipartimento. B. <u>Fisica astroparticellare</u> Le attività di ricerca in fisica sperimentale delle astroparticelle comprendono la partecipazione con ruoli di leadership a due grandi progetti internazionali operanti nello spazio: 1) AMS-02 sulla ISS per lo studio di precisione dei raggi cosmici, la ricerca dell'antimateria e della materia oscura; 2) la costellazione CSES (CSES-01 e CSES-02) per lo studio della ionosfera e magnetosfera terrestre e lo studio del loro accoppiamento con la litosfera e i processi geofisici associati. Entrambi i progetti vedranno nel corso del triennio 2025-27 un importante upgrade: l'esperimento AMS-02 vedrà l'aggiunta in orbita di un piano di tracciamento al silicio posto sopra la parte superiore dell'esperimento, che ne aumenterà di circa tre volte l'accettanza per la ricerca dell' antimateria; il progetto CSES diventerà la prima costellazione dedicata a queste osservazioni con l'aggiunta del secondo satellite (CSES-02), che sarà lanciato il 30 dicembre 2024 e che ne migliorerà in modo sostanziale la capacità di osservazione. Entrambi i progetti continueranno la raccolta e l'analisi dei dati fino alla fine del decennio permettendo un'ampia e originale produzione di risultati scientifici. C. <u>Fisica delle interazioni fondamentali al CERN</u> Afferiscono al Dipartimento di Fisica gruppi di ricerca attivi nelle collaborazioni AEgIS, AMBER e ATLAS, che gestiscono gli esperimenti omonimi presso il laboratorio CERN di Ginevra. Il laboratorio di antimateria di Trento (AML) ricopre un ruolo di leadership nell'esperimento AEgIS, avendo sviluppato competenze uniche nella progettazione e realizzazione di fasci di particelle di antimateria sia continui che pulsati a bassa energia, nella manipolazione di antimateria con campi elettromagnetici e sistemi laser e nello sviluppo di rivelatori con alta risoluzione energetica, spaziale e temporale. L'esperimento AMBER riveste particolare importanza sul fronte della misura delle sezioni d'urto che governano la propagazione delle specie più rare di raggi cosmici nella galassia. Avvalendosi dello spettrometro ereditato da COMPASS, vengono misurate le interazioni delle particelle prodotte dall'acceleratore SPS su differenti bersagli criogenici. Il laboratorio APP di Trento contribuisce in modo rilevante all'esperimento, esprimendo il responsabile della misura di sezione d'urto di produzione degli anti-protoni e contribuendo all'analisi delle misurazioni. ATLAS è uno dei due maggiori esperimenti che osservano collisioni protone-protone al Large Hadron Collider. Da otto anni il laboratorio APP di Trento è ben inserito nella collaborazione internazionale ATLAS, occupandosi della

	qualifica dei sensori per i dispositivi di tracciamento da usare nella fase High-Luminosity LHC (raccolta dati attesa nel 2027-2038) e nell'analisi dei dati, con particolare riferimento ai decadimenti del bosone di Higgs in quark leggeri. D. <u>Cosmologia e gravitazione teorica</u> Le attività di ricerca in cosmologia e gravitazione teorica si concentrano principalmente su a) costruzione e studio di modelli di materia oscura, energia oscura e inflazione cosmica; b) fisica dei buchi neri; c) test di fisica fondamentale (materia oscura, energia oscura, inflazione, gravita', nuove particelle) mediante osservazioni cosmologiche e di buchi neri (comprese le onde gravitazionali). Tutti questi aspetti acquisiranno importanza cruciale nel prossimo quinquennio. Dal lato cosmologico, infatti, ci saranno release di dati da vari esperimenti "Stage IV" quali Euclid, DESI, e Simons Observatory, i quali confermeranno o, piu' probabilmente (come suggerito dai primi dati di DESI), porranno la parole fine all'attuale modello cosmologico standard, il modello ΛCDM. Quest'ultimo e' infatti sotto enorme pressione da diversi punti di vista, in primis le crescenti tensioni cosmologiche, tra cui la ben nota tensione di Hubble. Inoltre, le recenti osservazioni del fondo stocastico di onde gravitazionali da vari "pulsar timing arrays" aprono nuove finestre, quasi interamente inesplorate, per testare aspetti di fisica fondamentale che erano finora inaccessibili, comprese le dinamiche dell'inflazione cosmica, di fatto il Big Bang. Il gruppo di cosmologia e gravitazione teorica e' all'avanguardia su tutti questi aspetti, e gioca in particolare un ruolo di leadership a livello mondiale nello studio delle tensioni cosmologiche e nella definizione del nuovo modello di concordanza cosmologica che eventualmente sostituira' ΛCDM. Nel corso del triennio 2025-2027, ma piu' in generale del prossimo decennio 2025-2035, gli aspetti e le osservazioni di cui sopra giocheranno un ruolo centrale nel definire il nuovo modello standard cosmologico, e ci sara' un crescente bisogno di "forza lavoro" per estrarre quanta piu' informazione possibile dalla mole di osservazioni in arrivo. La situazione, seppur su scala diversa, e' paragonabile alla nascita del modello ΛCDM alla fine degli anni 90, che ha avuto un impatto tremendo non solo definendo il campo della cosmologia per i successivi 25+ anni, ma con conseguenze di enorme portata anche per campi affini quali la fisica teorica e la fisica delle particelle, soprattutto per quanto riguarda attivita' di model-building all'interno degli stessi. Riteniamo che il prossimo triennio, con i primi dati "Stage IV" in arrivo, sia particolarmente critico per definire la cosmologia dei prossimi decenni, con conseguenze drastiche per diversi altri campi della fisica come gia' evidenziato di sopra. Il gruppo di cosmologia e gravitazione teorica ha tutte le carte in regola e l'ambizione per essere un key player a livello mondiale in questa sfida. Va fatto notare che alcuni membri del gruppo giocano un ruolo chiave nella COST Action CosmoVerse, il cui principale scopo è appunto quello di gettare luce ed arrivare a risolvere le tensioni cosmologiche.

	Un'altra linea di ricerca che si intende sviluppare è quella della natura fondamentale dei buchi neri. Siamo indubbiamente in una golden era per quello che riguarda lo studio sperimentale di questi oggetti grazie alle onde gravitazionali, alle immagini radio e alla fenomenologia multimessaggera. Analogamente a quanto descritto per la cosmologia, anche nella fisica dei buchi neri ci si aspetta che i prossimi 5-10 anni saranno estremamente importanti perché la mole di dati che avremo a disposizione permetterà di capire meglio la fisica degli orizzonti degli eventi e, in ultima analisi, della singolarità. Un dato emergente è anche il possibile accoppiamento della massa dei buchi neri all'espansione cosmica che risulta plausibile grazie ad osservazioni di galassie ellittiche. Se confermato questo aprirebbe all'ipotesi che i buchi neri non sono di fatto singolari e un processo di model building che tenga conto di questo sta nascendo in questi ultimi anni, anche grazie ad alcuni recentissimi lavori del nostro gruppo. Lo studio sperimentale e teorico dei buchi neri, implementato da quello sui modelli inflazionari, darà un contributo importante nel campo più teorico della connessione, ancora poco chiara, tra meccanica quantistica e gravitazione. E. <u>Astrofisica Multimessaggera</u> Le attività di ricerca teoriche in astrofisica e osservazioni multimessenger si pongono come obiettivo quello di sviluppare modelli coerenti ed accurati delle sorgenti astrofisiche che al momento siamo in grado di osservare attraverso diverse tipologie di radiazione. Si tratta quindi di a) esplosioni stellari (core-collapse supernovae); b) coalescenza di oggetti compatti; c) oggetti compatti in fase di accrescimento. Questo tipo di eventi sono alla base di emissioni di onde gravitazionali, di onde elettromagnetiche/fotoni, di neutrini e di raggi cosmici. Questi modelli si basano su simulazioni ab-initio, nelle quali confluiscono tutte le interazioni fondamentali, spesso in regime di campo forte o in condizioni lontane da quelle sperimentabili sulla terra. Oltre che nella produzione di modelli teorici, la ricerca si concentra anche sul confronto con le osservazioni, sia attraverso la data analysis di segnali rilevati sia attraverso lo sviluppo di strategie osservative. In questo contesto, l'astrofisica multimessaggera ha giocato un ruolo centrale nella fisica di frontiera degli ultimi 7 anni, in concomitanza con le prime osservazioni multimessaggere rese possibili dal network di rilevatori di onde gravitazionali LIGO-Virgo, e promette di ricoprire un ruolo di primo piano nei prossimi 10 anni (quindi, anche durante il triennio 2025-2027), quando LIGO, Virgo e Kagra raggiungeranno la design sensitivity, quando telescopi e detector come JWST, Vera Rubin, ELT e Hyper-Kamiocande entreranno in funzione o saranno a pieno regime. Inoltre, il lavoro dei prossimi anni sara' fondamentale anche per preparare la strada agli sviluppi del prossimo decennio, che coincidera' con l'avvento dei detector di onde gravitazionali di terza generazione (ET e Cosmic Explorer) e con la messa in orbita di LISA. Evidenti sono anche i legami con la

	fisica fondamentale, dal momento che il confronto tra modelli dettagliati e osservazioni permette di esplorare regimi altrimenti inesplorabili, per esempio per vagliare le proprieta' della materia nucleare, il comportamento dei neutrini, le proprieta' stesse dello spazio-tempo. Il gruppo di Trento si focalizza sulla modellizzazione teorica della coalescenza di binarie di stelle di neutroni e nell'esplosione di stelle massive. In particolare, studia la fenomenologia e la dinamica di questi processi attraverso simulazioni sofisticate, concentrandosi soprattutto sull'impatto della microfisica. Si studiano inoltre l'emissione di neutrini e di fotoni, con un ulteriore focus sul ruolo dell'equazione di stato della materia nucleare e sull'impatto della nucleosintesi sull'evoluzione chimica dell'universo. Il gruppo di Trento fa parte della collaborazione internazionale CoRe (Computational Relativity), all'avanguardia nella produzione di codici e modelli ab-initio, e del consorzi astrofisici GRAWITA (italiano) ed ENGRAVE (europeo). Fa parte inoltre delle collaborazioni Virgo ed ET, nel suo ruolo di supporto interpretativo e di definizione di casi scientifici rilevanti.
	Ob2-LS2: <u>Sviluppo di metodologie e tecnologie fortemente innovative</u>, in particolare A. costellazioni di nanosatelliti per l'osservazione non imaging della terra B. sviluppo di gravimetri di precisione per l'osservazione della terra C. sviluppo di magneti superconduttori per la sperimentazione nello spazio e su pallone stratosferico D. tecniche propulsive di tipo ablativo per la rimozione dei debris spaziali E. tecnologie quantistiche basate su stati di luce squeezed per l'interferometria ottica F. applicazione di nuove tecniche di intelligenza artificiale alla analisi dei dati, alla modellazione e alla cosmologia G. produzione di codici open source altamente parallelizzati per piattaforme exascale HPC con GPU per modelling numerico Le ricerche sperimentali di fisica e astrofisica sopra menzionate stimolano inoltre lo sviluppo di metodologie innovative sia per lo sfruttamento dei dati che per la modellazione di apparati complessi. A titolo di esempio: l'esplorazione di dati ad alta dimensionalità fa ampio uso di tecniche di Machine Learning e della modellazione tramite digital twins. L'astronomia multimessaggera richiede inoltre l'implementazione di sistemi di distribuzione delle informazioni e risultati preliminari a bassa latenza per permettere la coordinazione di diversi osservatori. L'uso di tecniche di intelligenza artificiale sta inoltre trovando enorme trazione nel campo della cosmologia, e l'adozione di tecniche gia' ben stabilite in altri

	campi sara' di importanza cruciale: a titolo di esempio, il gruppo sta lavorando alle tensioni cosmologiche con l'utilizzo di algoritmi genetici quali la regressione simbolica, che si ritiene possano diventare nel prossimo decennio uno strumento di importanza inestimabile. A livello di osservazioni multimessaggere, sara' cruciale lo sviluppo di analisi Bayesiane di variabili correlate e informate da modelli teorici dettagliati. Questi ultimi richiedono un cambio di paradigma notevole in termini di strategia computazionale per permettere l'esplorazione efficiente di ampi spazi dei parametri. L'open science stimola, infine, l'implementazione di software e database aperti e flessibili. Nel triennio 2025-27 si svolgerà inoltre il progetto di Partenariato Esteso ASI SpaceItUp che vede coinvolte varie componenti del Dipartimento di Fisica (che ricopre il ruolo di Leader dello Spoke #5) in collaborazione con i tre Dipartimenti di Ingegneria. Il progetto affronterà temi della fisica astroparticellare, con lo sviluppo di tecniche non imaging per l'osservazione della terra basate su costellazioni di nanosatelliti, della gravitazione sperimentale, con lo sviluppo di gravimetri di precisione dedicati all'osservazione della Terra, della chimica con lo studio dell' astrofisica molecolare chimica del mezzo interstellare, della struttura della materia, con lo studio di materiali utilizzabili per nuove tecnologie propulsive basate sull' ablazione laser e della medicina spaziale, con lo sviluppo di tecnologie per l'ambiente umano nello spazio. Il Dipartimento di Fisica è infine coordinatore del Dottorato di Interesse Nazionale in Space Science and Technology, giunto al terzo ciclo, con più di 100 borsisti. A questo dottorato partecipano 36 partner, tra cui 8 EPR e 28 Università.
Responsabile/i di riferimento dell'obiettivo	Direttori R. Battiston , G.A.Prodi, W. Weber , A. Perego, M. Rinaldi
Partecipanti	Giovanni Prodi, Roberto Battiston, Paolo Zuccon, Francesco Nozzoli, Weber, William Joseph, Rita Dolesi , Antonio Perreca , Matteo Leonardi , Massimiliano Rinaldi, Albino Perego, Sunny Vagnozzi, Roberto Brusa
Risorse Dipartimentali a supporto	Risorse ordinarie, progetti PNRR, finanziamenti esterni pluriennali strategici (INFN, ASI, ESA…), progetto SpaceItUp (ASI), PRIN dedicati (fino all'autunno 2025)

Indicatori connessi all'obiettivo di Dipartimento

Ob2 - Fisica delle interazioni fondamentali e osservazione della Terra e dell'universo

Indicatore 2.1	Descrizione dettagliata: Realizzazione e attivazione del laboratorio di qualifica spaziale per nanosatelliti del progetto SpaceItUp, coordinato dal Dipartimento di Fisica in collaborazione con Dipartimenti DICAM, DII, DISI.
Fonte dati e modalità calcolo	Piani di sviluppo progetto SpaceItUp
Valore di riferimento ex ante	Spazi assegnati presso l' ex-biblioteca di Mesiano
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	Laboratorio completato e equipaggiato con: banco vibrante, sistema di termovuoto, camera termica e altra strumentazione
Indicatore 2.2	Descrizione dettagliata:
Fonte dati e modalità calcolo	Lancio del secondo satellite CSES, commissioning e inizio presa dati
Valore di riferimento ex ante	Payloads pronti per l'integrazione in Cina
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	Costellazione CSES operante con due satelliti, analisi dati e pubblicazioni scientifiche in configurazione costellazione di due satelliti operanti in simultanea
Indicatore 2.3	Descrizione dettagliata:
Fonte dati e modalità calcolo	Upgrade dell'esperimento AMS-02, commissioning e inizio presa dati
Valore di riferimento ex ante	Payload in corso di completamento
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	Esperimento AMS-02 operativo sulla ISS con una accettanza 3 volte maggiore per la ricerca di antimateria e ricerca indiretta di materia oscura: analisi dati e pubblicazioni scientifiche nella nuova configurazione strumentale.
Indicatore 2.4	Descrizione dettagliata:

Fonte dati e modalità calcolo	Programma di visiting professors per docenti di spicco internazionale delle varie linee strategiche individuate di sopra
Valore di riferimento ex ante	
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	Almeno un periodo di visiting per almeno 2-4 settimane per un docente per ognuna delle varie linee strategiche di sopra. Si prevede che il docente terra' inoltre una lecture series intesa soprattutto per la scuola di dottorato
Indicatore 2.5	Descrizione dettagliata:
Fonte dati e modalità calcolo	Scuola su cosmology tools da organizzare a Trento
Valore di riferimento ex ante	
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	La COST Action CosmoVerse organizza regolarmente scuole di training per giovani cosmologi, sull'utilizzo dei codici più all'avanguardia del campo, e con un focus sulle tensioni cosmologiche. La scuola del 2024 è stata organizzata a Corfù (https://cosmoversetensions.eu/event/cosmoverseschoolcorfu/) e ha visto tra gli altri la partecipazione di un nostro dottorando. Un obiettivo realistico è quello di organizzare un evento simile nel 2026 (anno in cui la Action terminerà) a Trento, co-finanziata almeno al 50% da COST. In alternativa si può organizzare una tale scuola indipendentemente dai fondi COST, entro il 2027.
Indicatore 2.6	Descrizione dettagliata:
Fonte dati e modalità calcolo	Verifica a Terra con pendolo di torsione del sistema GRS di LISA
Valore di riferimento ex ante	Successo di LISA e del subsystem GRS nel Adoption Review di ESA
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	Superamento del GRS "preliminary design review" di ESA, analisi e interpretazione risultati delle campagne di misura (report progetto e pubblicazioni scientifiche)
Indicatore 2.7	Descrizione dettagliata:
Fonte dati e modalità calcolo	Rilascio pubblico della libreria BNS_nurates

Valore di riferimento ex ante	Sviluppo della libreria per materia ordinaria (materia nucleare, elettroni e positroni) e della parallelizzazione su GPU avviato
Valore target previsto al 31.12.2027	Rilascio della libreria comprendente tutte le reazioni fondamentali, sia per materia ordinaria, sia per materia con muoni e possibilmente con quark. Verifica della compatibilità della libreria con codici pubblici di Numerical Relativity, come THC e AthenaK, prime applicazioni e prime pubblicazioni.
Indicatore 2.8	Descrizione dettagliata: Ricerca di onde gravitazionali transienti di morfologia generale nella osservazione "O4" di LIGO-Virgo-KAGRA, marzo 2023-giugno 2025
Fonte dati e modalità calcolo	pubblicazioni su rivista e rilascio pubblico del software e dei risultati ottenuti
Valore di riferimento ex ante	le analisi sono in corso sui dati marzo-dicembre 2023
Valore target previsto al 31.12.2027	completamento delle pubblicazioni scientifiche relative alla ricerca di onde gravitazionali transienti di morfologia generale, rilascio pubblico del software di analisi utilizzato, rilascio pubblico dei risultati ottenuti

Azioni previste a carico delle risorse a supporto del piano strategico del Dipartimento di Fisica	
1. Organizzazione visite guidate o giornate seminariali presso centri di ricerca nazionali ed internazionali	La conoscenza diretta da parte degli studenti e dei giovani ricercatori delle infrastrutture, centri di ricerca, industrie leader nel settore della ricerca in Italia e all'estero è un elemento importante di formazione scientifica. Esempi di visite che possono essere pianificate sono: CERN, ESRIN (ESA Frascati), Virgo, Laboratori del Gran Sasso, Thales ALenia Space, Telescopio di Asiago. Alcuni di questi luoghi si prestano per l'organizzazione di giornate di ritiro in cui organizzare discussioni scientifiche di tipo interdisciplinare facilitando l'interazione tra studenti e docenti. A seconda del luogo visitato e della durata della visita sarà formulata una proposta di cofinanziamento a carico dei fondi che si renderanno disponibili nel piano strategico del Dipartimento
2. Azioni in supporto alla parità di genere e alla divulgazione	Attività di sensibilizzazione (rivolte alle scuole e al pubblico in generale) legate ai temi della parità di genere, allo scopo di fare emergere eventuali problematiche e di promuovere le pari opportunità nella fisica delle

	interazioni fondamentali e nelle scienze legate all'esplorazione dell'Universo, incoraggiando le ragazze a intraprendere studi in questi ambiti e, più in generale, una carriera nelle discipline STEM. Tipo di attivitá: 1. sostenere l'organizzazione di seminari locali da parte di scienziate del campo rivolti a studenti/studentesse delle scuole 2. sostenere la partecipazione da parte di studentesse e ricercatrici del Dipartimento ad eventi di divulgazione/disseminazione di portata nazionale ed internazionale (e.g. Notte della Ricerca) con exhibit e/o attivitá hands-on e/o seminari divulgativi
3. Azioni in supporto alla didattica	Partecipazione dei membri dell'area tematica alla formulazione/modifica dei programmi delle lauree triennali e magistrali, in collaborazione con il nucleo didattico, per migliorare e aggiornare il contenuto formativo nel settore della fisica delle Interazioni Fondamentali, nel contesto dell' osservazione della Terra e dell' Universo.

Obiettivo di Dipartimento: Ob3 - Physics of Matter - Materials, Energy and the Environment

Titolo Obiettivo del Dipartimento	**Physics of Matter – Materials, Energy and the Environment**
Obiettivo di riferimento nel PS di Ateneo 2022-27	Sostenibilità, transizione ecologica, economia sostenibile, approccio interdisciplinare su energia e ambiente, TRENTINO GREEN DEAL (si veda https://www.unitn.it/piano-strategico e il piano strategico alla pagina 18, documento 1, piano strategico 2022-2027). **Descrizione:** Il Dipartimento intende continuare l'impegno, intrapreso nel precedente piano di dipartimento e di ateneo assieme ad altri dipartimenti, alla creazione di un sistema comune multidisciplinare per la ricerca e lo sviluppo finalizzato alla transizione energetica. Si tratta di raccogliere le sfide energetiche relative alla decarbonizzazione e alla transizione ecologica, attraverso un approccio maggiormente integrato tra varie fasi di ricerca, sviluppo ed innovazione, nonché una maggiore collaborazione ed interazione tra università, enti di ricerca e industrie. **Contesto interdipartimentale e territoriale**

	La formulazione iniziale della proposta di obiettivi e azioni nell'area del Trentino Green Deal ha coinvolto, oltre al Dipartimento di Fisica, i seguenti dipartimenti: Ingegneria industriale; Ingegneria Civile e Meccanica; Ingegneria e Scienze dell'Informazione; Biologia Cellulare, Computazionale e Integrata; Economia e Management; Facoltà di Giurisprudenza. L'ambizione del progetto è quella di creare un polo Energia –Ambiente di rilievo a livello nazionale che si basi sulle competenze dei diversi dipartimenti favorendone una interazione sinergica, che sia un forte riferimento per il trasferimento di competenze e per favorire creazione di spin-off/start-up nel territorio trentino in primis, e nazionale poi. In quest'ottica sarà centrale il ruolo nel trasferimento tecnologico di HIT e Trentino Sviluppo con cui si hanno già forti interazioni **Collocazione nel piano strategico di Ateneo** Il Senato Accademico ha considerato il TRENTINO GREEN DEAL come una delle azioni fondamentali del piano strategico di Ateneo nell'ambito del tema "Sostenibilità".
Area principale di riferimento	Ricerca
Linee strategiche	Ob3-LS1: 1. <u>Materiali e tecnologie per l'accumulo e la conversione di energia e per il risparmio energetico</u>: (i) Sintesi e caratterizzazione chimica di materiali sostenibili e valorizzazione di composti di origine naturale. (ii) Sviluppo di materiali termoelettrici per la conversione del calore dissipato in energia elettrica. (iii) Ottimizzazione di materiali per la produzione e stoccaggio di idrogeno (materiali porosi, idruri, materiali a bassa dimensionalità, vettori molecolari). (iv) Progettazione di materiali innovativi per la conversione dell'energia solare. (v) Sviluppo di solidi amorfi, come vetri calcogenuri e solidi soffici, oltre a gel e materiali polimerici, per l'accumulo di energia. (vi) Sviluppo di nuove tecnologie per la conversione di CO2/CH4, N2, H2O in prodotti ad alto valore aggiunto. (vii) Sviluppo di membrane innovative per la separazione efficiente di miscele complesse. (viii) Caratterizzazione di materiali e processi rilevanti per le tecnologie energetiche e ambientali per mezzo di spettroscopia avanzata (laser, elettroni, positroni, neutroni, raggi X) e approcci teorici e computazionali.
	Ob3-LS2: <u>Coinvolgere la società nella lotta al cambiamento climatico</u> Il Dipartimento intende contribuire a migliorare il rapporto tra scienza e società, con attività orientate sia al grande pubblico che agli studenti e agli insegnanti delle scuole secondarie di primo e secondo grado, in

	linea con il tredicesimo obiettivo dell'Agenda 2030 che fissa alcuni traguardi come migliorare l'istruzione, la sensibilizzazione e la capacità umana e istituzionale per quanto riguarda la mitigazione del cambiamento climatico, l'adattamento, la riduzione dell'impatto e l'allerta tempestiva. Le attività proposte mirano a: migliorare la percezione che il cittadino ha della scienza e della comunità scientifica; creare una consapevolezza scientifica dei fenomeni sottesi al cambiamento climatico a livello diffuso di società e specifico di studenti; aiutare gli studenti ad orientarsi consapevolmente nelle scelte scolastiche e universitarie
Responsabile/i di riferimento dell'obiettivo	Direttori: Matteo Calandra, Paolo Tosi, Graziano Guella, Roberto Brusa
Risorse Dipartimentali a supporto	Partecipanti: Calandra, Tosi, Brusa, Guella, Checchetto, Orlandi, Baldi, Zanatta, Martini, Ascenzi, Gioia, Cudazzo, Potestio, Mariazzi, Tubiana, Mancini. Risorse ordinarie, progetti PNRR (Centro Nazionale HPC, 2 Innovation grants, Ecosistema della ricerca-INEST), progetto PAT Trentino Green Deal/ ERC ADVANCED grant/6 PRIN (Calandra, Ascenzi, Zanatta (2), Martini, Orlandi,Tubiana) /cluster di calcolo riservato .

Indicatori connessi all'obiettivo di Dipartimento

Ob3: Physics of matter - Materials, Energy and the Environment

Indicatore 3.1	Descrizione dettagliata: Formazione di un gruppo di lavoro allo scopo di identificare le tematiche emergenti, a favorire le collaborazioni (interne ed esterne) e a individuare le opportunità di finanziamento e di networking a livello nazionale e internazionale. Questo gruppo di lavoro si interfaccerà con il finanziamento Trentino Green Deal erogato in maniera congiunta a UniTN + FBK. In particolare il gruppo di lavoro effettuerà: 1. Seminari regolari e inviti di ospiti scientifici e legati all'industria per la discussione dei temi principali. 2. Organizzazione di riunioni atte a creare lo sviluppo di strumentazioni comuni e collaborazioni estese anche al di fuori del dipartimento di fisica (altri dipartimenti, FBK, altri atenei italiani e esteri). 3. Interazione col territorio per identificare le problematiche locali più comuni su energia e ambiente nel tentativo di creare spin-off

	4. Coordinamento delle applicazioni a finanziamenti su progetti e networking nazionale e internazionale.
Fonte dati e modalità calcolo	Realizzazione di seminari, riunioni e interazioni con altre entità
Valore di riferimento ex ante	Esistono al momento seminari con una frequenza più o meno variabile che implicano principalmente soggetti dell'area di ricerca Quantum Physics of Matter.
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	Organizzazione di un evento interdipartimentale + FBK sull'energia aperto alle industrie e al territorio. Sottomissione di progetti di ricerca competitivi. Organizzazione di almeno una conferenza internazionale sui temi dell'energia.
Indicatore 3.2	Descrizione dettagliata: Impatto scientifico delle innovazioni sviluppate nell'ambito dell'energia. L'indicatore sarà principalmente costituito da pubblicazioni e brevetti.
Fonte dati e modalità calcolo	Pubblicazioni accettate su riviste internazionali, WEB OF SCIENCE/SCOPUS, Brevetti e spin-offs, inviti a conference.
Valore di riferimento ex ante	non-rilevabile.
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	Pubblicazioni su riviste internazionali. Inviti a conferenze internazionali. Borse di dottorato nelle tematiche sopra menzionate.
Indicatore 3.3	Realizzazione di eventi outreach (Interventi nelle Scuole, Interviste nei Media, seminari grand-public).
Fonte dati e modalità calcolo	Numero degli eventi
Valore di riferimento ex ante	Esistono al momento pochi interventi non coordinati a riguardo
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	Realizzazione di almeno 3 eventi. Organizzazione di almeno un convegno.

Obiettivo di Dipartimento: Ob4: Q@TN: Scienze e Tecnologie Quantistiche a Trento

Titolo Obiettivo del Dipartimento	**Q@TN: Scienze e Tecnologie Quantistiche a Trento**
Obiettivo di riferimento nel PS di Ateneo 2022-27	**Area Strategica principale: Ricerca *Promuovere la ricerca di alto livello e il progresso della conoscenza*** Obiettivo pluriennale principale: 3. Posizionare l'Università di Trento tra i riferimenti nazionali e internazionali per innovazione e rapporto sinergico tra ricerca e imprenditorialità **Area strategica addizionale: Didattica *Innovare la didattica per una formazione di qualità, attenta ai bisogni della comunità universitaria*** Obiettivo pluriennale: 2. Ampliare l'offerta didattica sull'asse della innovazione, anche per rispondere alle esigenze del mondo del lavoro e del territorio
Area principale di riferimento	Area Strategica principale: Ricerca; Area strategica addizionale: Didattica
Linee strategiche	Ob4-LS1: *Aumento dell'impatto delle Scienze e Tecnologie Quantistiche sul tessuto industriale ed imprenditoriale regionale e nazionale, tramite scouting di tecnologie mature per brevettazione, promozione di trasferimento tecnologico, incremento di interazioni con partner accademici e industriali, e promozione delle possibilità forniti da scienze e tecnologie quantistiche per la soluzione di problemi centrali dei nostri tempi.*
	Ob4-LS2: *Formazione di specialisti altamente qualificati per soddisfare le esigenze del settore industriale in personale di altissimo livello e per aumentare la occupabilità dei diplomati dell'Università di Trento, tramite (i) il consolidamento e l'ampliamento delle proposte didattiche nell'area delle scienze e tecnologie quantistiche, all'interno dei percorsi formativi della LM in fisica e del dottorato transdisciplinare in scienze e tecnologie quantistiche, (ii) l'organizzazione di workshop e di scuole per dottorandi, e (iii) l'avvio di un master di secondo livello sulle scienze e tecnologie quantistiche.*

Responsabile/i di riferimento dell'obiettivo	Direttore
Risorse Dipartimentali a supporto	Risorse ordinarie e risorse da progetti competitivi

Indicatori connessi all'obiettivo di Dipartimento
Ob4: Q@TN: Scienze e Tecnologie Quantistiche a Trento

Indicatore 4.1	Descrizione dettagliata: *prodotti della ricerca pubblicati rivolti esplicitamente all'applicazione industriale (ad esempio brevetti, pubblicazioni scientifiche con partner industriali).*
Fonte dati e modalità calcolo	IRIS
Valore di riferimento ex ante	1 brevetto su temi tecnologie quantistiche depositato nell'a.a. 2023/24.
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	Come media sul triennio 2 prodotti della ricerca rivolti all'applicazione pubblicati su temi delle tecnologie quantistiche.
Indicatore 4.2	Descrizione dettagliata: *organizzazione di eventi di divulgazione e disseminazione scientifica focalizzati sulle scienze e tecnologie quantistiche, rivolti a pubblico generale, policy makers, rinforzo della rete collaborativa, e imprenditoria industriale.*
Fonte dati e modalità calcolo	Segretaria di dipartimento
Valore di riferimento ex ante	Anno accademico 2023/24: - 1 evento divulgativo organizzato rivolto al pubblico generale. - 1 workshop sulle tecnologie quantistiche organizzato.
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	Come media sul triennio, 3 eventi di divulgazione e disseminazione scientifica, approssimativamente equi tra eventi divulgativi rivolti al pubblico generale, policy makers, o imprenditoria industriale e workshop sulle tecnologie quantistiche.

Indicatore 4.3	Descrizione dettagliata: *insegnamenti in area delle scienze e tecnologie quantistiche offerti nell'ambito della LM di fisica e del dottorato in fisica, scuole di dottorato organizzate.*
Fonte dati e modalità calcolo	- Dati statistici della LM di fisica per insegnamenti nell'ambito della LM. - Segretaria dottorato di fisica per insegnamenti nell'ambito del dottorato e scuole di dottorato.
Valore di riferimento ex ante	Anno accademico 2023/24: - Vari insegnamenti di rilievo per le scienze e tecnologie quantistiche offerti nell'ambito della LM di fisica, ma mancanza di insegnamenti essenziali (ad esempio, Quantum Information Theory, Quantum Technology Platforms). - 1 insegnamento di dottorato esplicitamente in QST offerto dal DF. - 2 scuole di dottorati organizzati.
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	A fine 2027 - aumento di almeno due insegnamenti rilevanti alle scienze e tecnologie quantistiche offerti nell'ambito della LM di fisica - aumento di almeno due insegnamenti di dottorato rilevanti alle scienze e tecnologie quantistiche offerti dal DF
Indicatore 4.4	Descrizione dettagliata: *studio di fattibilità e attivazione di un Master di Secondo Livello sulle scienze e tecnologie quantistiche.*
Fonte dati e modalità calcolo	Segretaria di Dipartimento
Valore di riferimento ex ante	Nessun master di secondo livello sulle scienze e tecnologie quantistiche presente a Trento.
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	Studio di fattibilità elaborato e—condizioni di contorno permettendo—attivato master di secondo livello sulle scienze e tecnologie quantistiche.

Obiettivo di Dipartimento: Ob5: Physics of COmplex Systems and Emergent NetwOrks (COSENO)

Titolo Obiettivo del Dipartimento	**Physics of COmplex Systems and Emergent NetwOrks (COSENO)**

Obiettivo di riferimento nel PS di Ateneo 2022-27	**Promuovere la ricerca di alto livello e il progresso della conoscenza**
Area principale di riferimento	Ricerca, CLUSTER competenze, elementi trasversali: fattori abilitanti e tecnologici
Linee strategiche	Ob5-LS1: coordinare l'attività di ricerca creando sinergie tra i singoli gruppi che lavorano su tematiche relative a COSENO nel dipartimento e nell'area trentina per amplificare l'impatto scientifico e incrementare il successo nella partecipazione a progetti internazionali, aumentando la visibilità internazionale dell'ateneo e al contempo diventando un polo di riferimento per le aziende anche oltre i confini provinciali.
	Ob5-LS2: condividere progetti di ricerca e potenziare le infrastrutture di ricerca e i laboratori per potere affrontare problematiche via via più complesse. In particolare, ci si concentrerà sui giovani ricercatori e dottorandi affinché acquisiscano forti competenze nel campo dei sistemi complessi, delle reti e dell'intelligenza artificiale con progetti di formazione e ricerca dedicati. Questi ricercatori saranno i veri attori del trasferimento di conoscenze e tecnologie sul territorio, oltre che uno strumento per attivare la collaborazione tra gli enti trentini mediante l'adozione, ad esempio, di borse di Dottorato condivise.
	Ob5-LS3: promuovere le occasioni di confronto con i diversi attori del sistema della ricerca in ateneo e nel territorio per sviluppare attività di ricerca coordinate. Queste potranno anche essere iniziative di formazione o di confronto (seminari, workshop, scuole) organizzate dal dipartimento o in collaborazione con altri enti che saranno sia rivolte alla comunità locale sia di natura internazionale. Si cercherà, inoltre, di recepire le richieste in ricerca e innovazione delle start-up e aziende trentine per sviluppare nuove sinergie tra aziende, il sistema della ricerca trentina e il dipartimento di fisica.
	Ob5-LS4: in collaborazione con gli altri dipartimenti e centri dell'ateneo attivi nel settore dell'IA si affronteranno aspetti di ricerca e di etica volti a consolidare l'uso consapevole dell'IA nella ricerca e nella didattica. In particolare si affronteranno aspetti associati alla liceità dell'uso di strumenti di IA nelle pubblicazioni, nella ricerca e nello studio.
	Ob5-LS5: promuovere attività di comunicazione e diffusione della cultura scientifica su aspetti relativi agli argomenti propri dell'OS COSENO. In particolare, si cercherà sia di usare i canali sociali del dipartimento

	(presenza su web, twitter, linkedin,ecc.) sia iniziative dedicate. In quest'attività si coinvolgeranno i laureandi e i dottorandi in attività di diffusione della cultura, verso le scuole e i giovani in genere attraverso eventi di disseminazione aperti al pubblico, secondo formati vari (dai seminari con discussione alle sessioni hands-on e ai caffè/cena con il ricercatore/la ricercatrice).
Responsabile/i di riferimento dell'obiettivo	Direttore
Risorse Dipartimentali a supporto	Risorse ordinarie e risorse da progetti competitivi

Indicatori connessi all'obiettivo di Dipartimento
Ob5: Physics of COmplex Systems and Emergent NetwOrks (COSENO)

Indicatore 5.1	Descrizione dettagliata: pubblicazioni con autori che provengono da diversi gruppi o laboratori del dipartimento dove si evidenzia la collaborazione transdisciplinare sulle tematiche dell'OS
Fonte dati e modalità calcolo	IRIS: pubblicazioni con membri di diversi laboratori del dipartimento su temi COSENO
Valore di riferimento ex ante	0
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	5
Indicatore 5.2	Descrizione dettagliata: partecipazione a bandi di finanziamento per progetti di ricerca ad agenzie nazionali o internazionali con la partecipazione di vari ricercatori del dipartimento e la messa in comune di competenze trasversali.
Fonte dati e modalità calcolo	Divisione ricerca scientifica: numero di progetti di ricerca sottomessi nell'anno
Valore di riferimento ex ante	1
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	3

Indicatore 5.3	Descrizione dettagliata: eventi di promozione della cultura scientifica o di formazione per dottorandi/ ricercatori. Questi eventi si possono declinare nei vari formati da relazioni a workshop internazionali
Fonte dati e modalità calcolo	Segreteria di Dipartimento: numero di eventi organizzati nell'anno
Valore di riferimento ex ante	1
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	5

Obiettivo di Dipartimento: Ob6: Fisica Medica

Titolo Obiettivo del Dipartimento	**Fisica Medica**
Obiettivo di riferimento nel PS di Ateneo 2022-27	33. RICERCAVITA + 34. FORMAVITA
Area principale di riferimento	Ricerca + Cluster Scienze della Vita/Medicina
Linee strategiche	Ob6-LS1: Consolidamento delle attività di ricerca nell'ambito della fisica medica
	Ob 6-LS2: Consolidamento delle attività didattiche nell'ambito delle Metodologie fisiche applicate alla medicin
Responsabile/i di riferimento dell'obiettivo	Gianluca Lattanzi, Francesco Tommasino
Risorse Dipartimentali a supporto	Risorse ordinarie (1 PO, 3 PA)

Indicatori connessi all’obiettivo di Dipartimento
Ob6: Fisica Medica

Indicatore 6.1	Descrizione dettagliata: *Numero di incontri del tavolo di confronto.*
Fonte dati e modalità calcolo	Non applicabile
Valore di riferimento ex ante	*Assenza di un tavolo di confronto.*
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	*Il tavolo di confronto è stato istituito e si è riunito a cadenza almeno annuale.*
Indicatore 6.2	Descrizione dettagliata: *Numero di progetti di ricerca presentati.*
Fonte dati e modalità calcolo	Non applicabile
Valore di riferimento ex ante	*Assenza di un tavolo di confronto.*
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	*Media di almeno un progetto di ricerca collaborativo presentato ogni anno nel triennio.*
Indicatore 6.3	Descrizione dettagliata: *Numero di Summer/Winter schools organizzate.*
Fonte dati e modalità calcolo	Non applicabile
Valore di riferimento ex ante	*Nessun scuola tematica 2022-2024*
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	*Organizzazione di almeno una Summer/Winter school tematica nel corso del triennio.*

Obiettivo di Dipartimento: Ob7 - Censimento, coordinamento e potenziamento delle iniziative di Terza Missione (TM)

Titolo Obiettivo del Dipartimento	**Censimento, coordinamento e potenziamento delle iniziative di Terza Missione**
Obiettivo di riferimento nel PS di Ateneo 2022-27	Questo obiettivo di Dipartimento fa riferimento a tutti e tre gli obiettivi pluriennali contenuti all'interno del PS di Ateneo 2022-27 nell'**Area strategica 3 – Terza Missione**: **1. Potenziare le strutture delle attività di intermediazione con il territorio per la diffusione della conoscenza;** **2. Potenziare la capacità di progettazione, sviluppo, sperimentazione, attuazione e validazione di linguaggi della comunicazione della ricerca e per il coinvolgimento della società;** **3. Rilanciare il ruolo dell'Ateneo come partner strategico del mondo scolastico provinciale, instaurando un dialogo tra l'università e i diversi attori presenti sul territorio.**
Area principale di riferimento	**Area strategica 3: Terza Missione** *Evolvere insieme al territorio e alla società*
Linee strategiche	Ob7-LS1: **Censimento continuo**; rendere permanente e continuamente aggiornata la raccolta dati sulle iniziative di TM del DF tramite un database di semplice utilizzo, allo scopo di (1) far emergere le possibilità di coordinamento e collaborazione fra le singole iniziative e (2) facilitare per tutti la compilazione della SMA-RTM;
	Ob7-LS2: **Coordinamento**; favorire l'interazione fra le iniziative affini ed individuare possibilità di integrazione e collaborazione, a titolo di esempio nelle attività di divulgazione o nell'organizzazione della Formazione Insegnanti fra i percorsi di Fisica e quello di Chimica.
	Ob7-LS3: **Potenziamento della capacita' del DF di operare nella formazione insegnanti attraverso i Percorsi Formativi Abilitanti di Ateneo**; favorire l'istituzione di gruppi di lavoro che permettano di condividere esperienze e pratiche, e che possano offrire formazione a chi si vuole occupare della formazione degli insegnanti.
	Ob7-LS4: **Potenziamento dell'iniziativa IPSP**, attraverso la sua riproposizione con cadenza annuale e l'ampliamento del bacino di imprese e di studenti interessati.

	Ob7-LS5: **Potenziamento dell'iniziativa Alternanza Scuola-Lavoro**, attraverso la riproposizione del Tirocinio "Avvicinamento alla ricerca in ambito fisico sperimentale" con un adeguamento dell'offerta alle nuove strumentazioni e infrastrutture, che permettera' un'apertura verso esperienze che possano in futuro essere d'ispirazione anche a pratiche di TM, di didattica e di ricerca innovative e all'avanguardia.
	Ob7-LS6: **Potenziamento della strumentazione e degli spazi dei LABDID**, in sinergia con quanto proposto nell'Ob1, al fine di supportare efficacemente le iniziative di IPSP, di Alternanza Scuola-Lavoro e di formazione degli insegnanti della scuola secondaria.
Responsabile/i di riferimento dell'obiettivo	Direttore, Delegato del Direttore per la Terza Missione, Responsabile dei Laboratori di Scienze Fisiche, Delegato per i Laboratori didattici, Delegato per l'Orientamento e rapporti con le scuole, Comitato Scientifico degli IPSP
Risorse Dipartimentali a supporto	Risorse ordinarie

Indicatori connessi all'obiettivo di Dipartimento
Ob7 - Censimento, coordinamento e potenziamento delle iniziative di Terza Missione (TM)

Indicatore 7.1	Realizzazione e mantenimento database iniziative TM (Ob7-LS1)
Fonte dati e modalità calcolo	Div. Valorizzazione e Impatto della Ricerca, Scheda di raccolta attività TM, SMARTM
Valore di riferimento ex ante	Dati raccolti a Marzo 2024
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media annuale nel triennio)	Dati aggiornati a Marzo 2027
Indicatore 7.2	Coordinamento delle attività di TM attraverso l'istituzione di un gruppo di lavoro e di coordinamento (Ob7-LS2, Ob7-LS3)
Fonte dati e modalità calcolo	Numero di incontri organizzati e di documenti prodotti (Moodle e/o Drive)
Valore di riferimento ex ante	0

Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	1 all'anno
Indicatore 7.3	Istituzione di un gruppo di lavoro e realizzazione di incontri di confronto e di coordinamento per la formazione insegnanti e, in particolare, per l'organizzazione dei Percorsi Formativi Abilitanti di Ateneo (Ob7-LS3)
Fonte dati e modalità calcolo	Numero di riunioni organizzate e documentate (Moodle e/o Drive)
Valore di riferimento ex ante	0
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	1 all'anno
Indicatore 7.4	Organizzazione degli IPSP (Ob7-LS4)
Fonte dati e modalità calcolo	Pagina web dell'evento: bandi, candidature, problemi, programma e proceeding (https://event.unitn.it/ipsp2024/)
Valore di riferimento ex ante	9 edizioni negli ultimi 11 anni, con mediamente tre problemi proposti
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	2 edizioni nel triennio 2025-2027, con almeno tre problemi proposti
Indicatore 7.5	Organizzazione del Tirocinio Curricolare 5. Avvicinamento alla ricerca in ambito fisico sperimentale nell'ambito delle iniziative di Alternanza Scuola/Lavoro (Ob7-LS5)
Fonte dati e modalità calcolo	Servizio ASL UniTrento, attivazione del tirocinio e numero di adesioni
Valore di riferimento ex ante	18 partecipanti (edizione 2024)
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	3 edizioni nel triennio 2025-2027 con almeno 15 partecipanti l'una
Indicatore 7.6	Descrizione dettagliata: acquisto di beni e servizi per i LABDID (Ob7-LS6)
Fonte dati e modalità calcolo	Direzione Centrale Acquisti: lista degli acquisti di beni e servizi

Valore di riferimento ex ante	32k euro nel piano 2022-2024
Valore target previsto al 31.12.2027 (o come media sul triennio)	Utilizzo del 100% delle risorse destinate nel nuovo PS di Dipartimento

Struttura Accademica: DIPARTIMENTO DI FISICA

Programmazione azioni di Dipartimento per l'anno 2025 - scadenza metà novembre 2024

La programmazione necessita di una discussione collegiale da parte del Dipartimento e verrà riportata nel PIAO 2025-2027 che verrà approvato in CdA a gennaio 2025.

Inserire le azioni programmate per il 2025 volte alla realizzazione di uno o più obiettivi strategici previsti nel Piano di Dipartimento/Centro 2025-2027, specificandone indicatore, base di partenza e target (si consiglia massimo 4/5 azioni).
Fare preferibilmente riferimento a indicatori quantitativi e misurabili, quali ad esempio n. di attività, n. persone coinvolte, altri indicatori numerici, % ecc.
Qualora non sia possibile una quantificazione, riportare quale target "si/no" (si=completare azione) oppure una breve descrizione che espliciti cosa si intende raggiungere.

Azione di Dipartimento pianificata nel 2025 (breve descrizione)	*Indicatore di azione*	*Baseline – base di partenza*	*Target previsto/atteso al 31/12/2025*
Obiettivo di Dipartimento: Ob1 - Qualità nella didattica: innovazione, rapporto con le industrie e potenziamento dei Laboratori Didattici			
Azione 1.1: Promozione della didattica innovativa all'interno del DF attraverso iniziative di visite in altri Atenei per riportare esperienze sulla didattica partecipativa in ambiente STEM e l'istituzione di un gruppo di lavoro nel DF per il confronto e l'implementazione di pratiche legate all'innovazione della didattica specifiche per discipline STEM ((Ob1-LS1, 3.5 k€)	*Numero di visite in altri atenei e di riunioni del gruppo di lavoro*	*1 visita*	*1 visita e 1 riunione del gruppo di lavoro*
Azione 1.2: Rinnovamento dei LABDID attraverso l'acquisto e messa in esercizio della strumentazione, individuata di concerto con le/i docenti delle discipline interessate, e realizzazione del progetto esecutivo per l'adeguamento della rete dati nella struttura edilizia preesistente (5 kEuro) (Ob1-LS3)	*Percentuale di acquisti completata e progettazione della nuova rete dati*	*0% degli acquisti e stato esistente della rete*	*100% strumentazione acquistata e realizzazione di un progetto esecutivo per la rete dati*
Obiettivo di Dipartimento: Ob2 - Fisica delle interazioni fondamentali e osservazione della Terra e dell'universo			
Azione 2.1: Organizzazione visite guidate o giornate seminariali presso centri di ricerca nazionali ed internazionali : 4000 €	*La conoscenza diretta da parte degli studenti e dei giovani ricercatori delle infrastrutture, centri di ricerca, industrie leader nel settore della ricerca in Italia e all'estero è un elemento importante di formazione scientifica.*	*Iniziative di questo genere non sono state realizzate di recente, ma si ritiene che siano degli utili momenti di formazione e socializzazione tra studenti e docenti*	*Organizzazione di una visita al CERN o a l' Aquila (Laboratori del Gran Sasso, Thales Alenia Space-I) o organizzazione di un ritiro scientifico presso le strutture del Telescopio di Asiago*

Azione di Dipartimento pianificata nel 2025 (breve descrizione)	*Indicatore di azione*	*Baseline – base di partenza*	*Target previsto/atteso al 31/12/2025*
Azione 2.2: Azioni in supporto alla parità di genere e alla divulgazione : 2000 €	*Attività di sensibilizzazione (rivolte alle scuole e al pubblico in generale) legate ai temi della parità di genere, allo scopo di fare emergere eventuali problematiche e di promuovere le pari opportunità nella fisica delle interazioni fondamentali e nelle scienze legate all'esplorazione dell'Universo*	*Si tratta di una iniziativa che risulta nuova a livello di Dipartimento ma che è in linea con le linee guida dell' Ateneo*	*Organizzare e sostenere la partecipazione da parte di studentesse e ricercatrici del Dipartimento ad eventi di divulgazione/disseminazione di portata nazionale ed internazionale (e.g. Notte della Ricerca) con exhibit e/o attivitá hands-on e/o seminari divulgativi*
Obiettivo di Dipartimento: Ob3 - Physics of Matter – Materials, Energy and the Environment			
Azione 3.1: Organizzare seminari, eventi (conferenze e workshops) e corsi di formazione rivolti ai diversi attori nel settore energia-ambiente del Trentino: Università, FBK, CNR, Trentino Sviluppo, e imprese. (costo: 5,000 €)	*Organizzazione di seminari non periodici e di un evento esterno*	*Seminari con base non periodica e un evento organizzato nel 2024 in collaborazione con FBK*	*Organizzazione regolare di seminari e un evento maggiore. Organizzazione di almeno un evento/workshop*
Azione 3.2: Organizzare lezioni a livello di corso di dottorato di ricerca in fisica, con l'invito di esperti nel settore. (costo: 1,500 €)	*Invito di esperti che tengano lezioni al corso di dottorato*	*Un corso caratterizzante dell'offerta formativa del dottorato è attualmente dedicato a questi temi.*	*Organizzazione di una serie di lezioni al dottorato con l'Invito di almeno un esperto esterno.*
Obiettivo di Dipartimento: Ob4 - Q@TN: Scienze e Tecnologie Quantistiche a Trento			
Azione 4.1: Organizzazione di eventi rivolti a divulgazione e disseminazione scientifica, formazione di dottorandi e consolidamento delle reti collaborative accademiche, nonché incontri con imprese e aziende per lo scouting di tecnologie e la promozione di trasferimento tecnologico. (contributo richiesto: 7k€)	*- No. di eventi organizzati.*	*Anno accademico 2023/24: - 1 evento divulgativo organizzato rivolto al pubblico generale. - 1 workshop sulle tecnologie quantistiche organizzato. - Nessun incontro con rappresentanti delle imprese organizzato.*	*- organizzazione di almeno 2 eventi divulgativi rivolti al pubblico generale, policy makers, o imprenditoria industriale. - organizzazione di 2-4 workshop/invited seminars/scuole di dottorato.*

Azione di Dipartimento pianificata nel 2025 (breve descrizione)	*Indicatore di azione*	*Baseline – base di partenza*	*Target previsto/atteso al 31/12/2025*
Azione 4.2: Consolidamento e ampliamento delle proposte didattiche nell'area delle Quantum Science and Technology (QST) e studio di fattibilità di un master di secondo livello di Quantum Engineering. (contributo richiesto: 0k€)	*- No. di insegnamenti in area QST offerti nella LM e nel dottorato.* *- Studio di fattibilità del master elaborato.*	*- Vari insegnamenti rilevanti alle QST offerti nell'ambito della LM di fisica, ma mancanza di insegnamenti essenziali (ad esempio, Quantum Information Theory, Quantum Technology Platforms).* *- Nessun master di secondo livello in quest'area presente a Trento.*	*- Attivato almeno un insegnamento aggiuntivo per la LM o il dottorato in fisica.* *- Studio di fattibilità del master elaborato. Definizione di una time-line per una possibile attivazione nell'a.a. 2026/27.*
Obiettivo di Dipartimento: Ob5 - Physics of COmplex Systems and Emergent NetwOrks (COSENO)			
Azione 5.1: promuovere attività di ricerca interdisciplinare (costo 3,000 €)	*Organizzazione workshop di dipartimento, anche aperto agli attori del sistema trentino, per discutere delle attività di ricerca e promuovere collaborazioni*	*Nessun workshop interdisciplinare organizzato*	*Workshop organizzato con la partecipazione di 50 ricercatori*
Azione 5.2: organizzazione evento su IA nella pubblicazione scientifica (costo 1,500 €)	*Organizzazione di una conferenza di dipartimento, anche aperta al sistema della ricerca trentino, per approfondire le implicazioni dell'uso degli strumenti di intelligenza artificiale nelle pubblicazioni scientifiche. L'evento rappresenta un momento di confronto sulla liceità o meno di certi strumenti*	*Nessun evento organizzato*	*Evento organizzato con la partecipazione di 50 ricercatori e la stesura di linee guida condivise a livello dipartimentale*
Obiettivo di Dipartimento: Ob6 - Fisica Medica			
Azione 6.1: Istituzione di un tavolo di confronto territoriale sulle tematiche della fisica medica che coinvolga un ampio numero di stakeholders (e.g. altri Dipartimenti Unitn, unità operative APSS, FBK, INFN, ecc).	*Numero di incontri del tavolo di confronto.*	*Assenza di un tavolo di confronto.*	*Il tavolo di confronto è stato istituito e si è riunito almeno una volta entro il 31/12/2025.*

Azione di Dipartimento pianificata nel 2025 (breve descrizione)	*Indicatore di azione*	*Baseline – base di partenza*	*Target previsto/atteso al 31/12/2025*
(€ 500)			
Obiettivo di Dipartimento: Ob7 - Censimento, coordinamento e potenziamento delle iniziative di Terza Missione			
Azione 7.1: Costituzione di un database, accessibile a tutto il personale tramite il sito di Dipartimento, su cui registrare le attività TM man mano che vengono svolte. Contestuale organizzazione di una riunione di Coordinamento attività TM (Percorsi Formativi Abilitanti, Alternanza Scuola/Lavoro e IPSP in particolare)	*Operatività database e coordinamento TM*	*0*	*Database attivo, 1 riunione coordinamento*
Azione 7.3: Acquisto e messa in esercizio della strumentazione, individuata di concerto con le/i docenti coinvolti nelle iniziative (IPSP, ASL, …) (5 kEuro).	*Percentuale di acquisti completata*	*0%*	*100% strumentazione acquistata*
Azione 7.5: Organizzazione degli IPSP per il 2025. (2 k€)	*Realizzazione dell'evento*	*1 all'anno*	*1*