

DOCUMENTO TRIENNALE DI PROGRAMMAZIONE 2021-2023

Adottato con D.D n. 26 del 29/03/2021 in coerenza con il Documento di Programmazione Integrata 2021-2023 dell'Università degli Studi di Bari Aldo Moro

DIPARTIMENTO
INTERUNIVERSITARIO DI FISICA

Documento triennale di programmazione 2021-2023

Adottato con D.D n. 26 del 29/03/2021 in coerenza con il Documento di Programmazione Integrata 2021-2023 dell'Università degli Studi di Bari Aldo Moro

Sommario

PRESENTAZIONE DEL DOCUMENTO.....	2
PROGRAMMAZIONE 2021-2023	37
PRIORITY POLITICA A – ATTRATTIVITÀ ED EFFICACIA DEI PERCORSI FORMATIVI E DEI SERVIZI AGLI STUDENTI A QUALITÀ	37
PRIORITY POLITICA B – PRODUTTIVITÀ DELLA RICERCA	38
PRIORITY POLITICA C - VALORIZZAZIONE DELLE CONOSCENZE IN UN’OTTICA DI SVILUPPO SOSTENIBILE	39
PRIORITY POLITICA D - SVILUPPO ORGANIZZATIVO E DEL CAPITALE UMANO	40
PRIORITY POLITICA E - INFRASTRUTTURE E TRANSIZIONE DIGITALE	40
PIANO DI PROGRAMMAZIONE TRIENNALE DELLE RISORSE DI DOCENZA SENZA ORDINE DI PRIORITY.....	42

Presentazione del documento

Il Dipartimento Interuniversitario di Fisica (anche detto Interateneo di Fisica “Michelangelo Merlin”) dell'Università degli Studi Aldo Moro e del Politecnico di Bari (DIF), sin dalla istituzione dell'Istituto di Fisica della Facoltà di Scienze, risalente al 1948, promuove attività di ricerca nel campo della fisica di base e applicata, condotte attraverso qualificate collaborazioni internazionali, con ricadute positive sul territorio, al fine di promuoverne lo sviluppo. Queste peculiarità hanno contribuito alla crescita della Regione Puglia, diventata oggi centro riconosciuto a livello nazionale di sviluppo per tecnologie avanzate in molteplici settori: la mecatronica, l'aerospazio e la sensoristica ambientale e bio-medicale, per citarne alcune. Il DIF è un dipartimento interuniversitario, costituitosi come tale, dopo la nascita del Politecnico di Bari: questa unità culturale e organizzativa è sempre stata un punto di forza del dipartimento. Attraverso specifiche convenzioni operano all'interno della struttura dipartimentale anche:

- a) la Sezione di Bari¹ dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN (circa 70 tra ricercatori e PTA, escluso gli *assegnisti* di ricerca e i titolari di borsa di studio);
- b) l'Unità dell'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie (IFN) del CNR²;
- c) ricercatori afferenti agli Istituti CNR “sull'Inquinamento Atmosferico” (IIA) e “per la Scienza e Tecnologia dei Plasmi” (ISTP) (complessivamente circa 15 ricercatori);
- d) due spin-off universitari: “Geophysical Applications Processing s.r.l.”³ (GAP) e “AYR4142 s.r.l.”⁴.

Sebbene non abbiano personalità giuridica autonoma, vi sono altre strutture di rilevante importanza incardinate nel DIF:

- i) Il laboratorio pubblico-privato PolySense⁵, nato dalla convenzione tra il Politecnico di Bari e la Thorlabs Inc., azienda leader mondiale nella fotonica e nell'optomeccanica e che vede attualmente impegnati circa 20 tra docenti dei Dipartimenti di Fisica, Elettronica di PoliBa, della Shanxi University, ricercatori THORLABS e dottorandi;

¹<https://www.ba.infn.it/index.php/it/> - La sezione INFN di Bari gestisce un budget di circa 4 milioni di euro/anno e contribuisce a finanziare e sostenere la ricerca in fisica delle alte energie, teorica e tecnologie avanzate. Una frazione consistente dei docenti del DIF partecipa a tali attività di ricerca in quanto titolare di “incarico di ricerca” dell'INFN.

²<http://www.ba.ifn.cnr.it/home-ifn-bari>

³<http://www.gapsrl.eu/gapsrl/> - Lo Spin Off GAP è stato fondato dal prof. emerito di PoliBa Luciano Guerriero, già presidente della Agenzia Spaziale italiana.

⁴<http://www.ayr4142.it/it/homeit/>

⁵<http://polysense.poliba.it>

ii) il Centro Interdipartimentale di Eccellenza "Tecnologie Innovative per la Rivelazione e l'Elaborazione del Segnale" (TIRES⁶) (19 ricercatori dai Dipartimenti di Fisica, Chimica, Matematica, Farmacia, Medicina ed Economia);

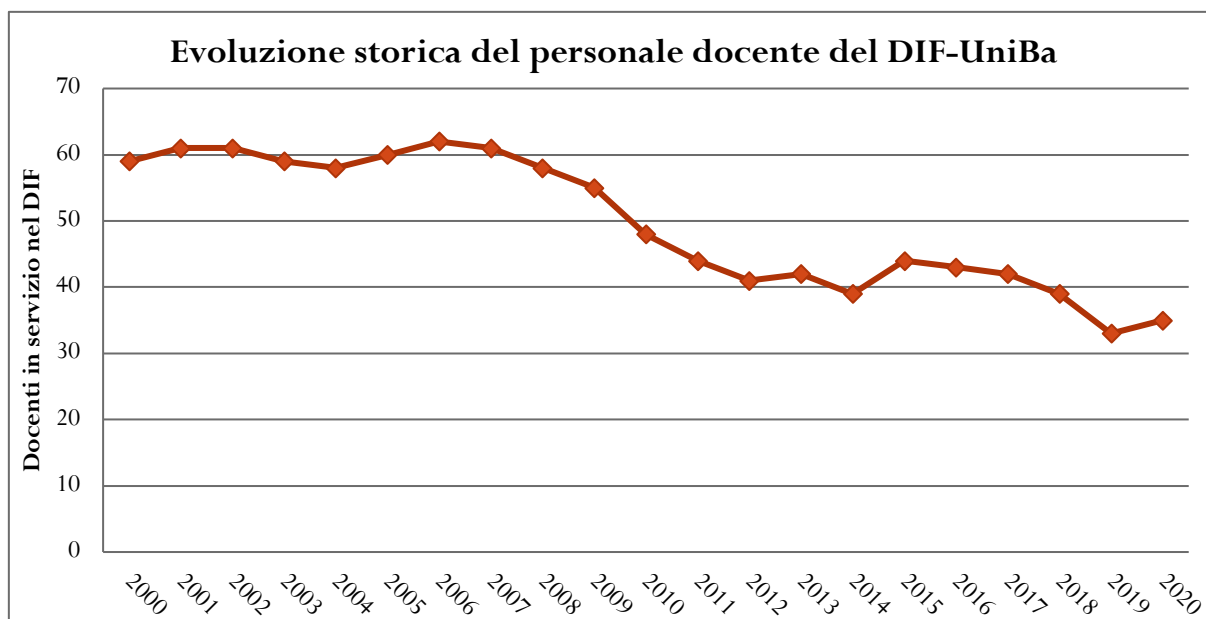
iii) il Data Center ReCaS⁷, finanziato nell'ambito della passata programmazione PON Ricerca & Competitività, inaugurato nel luglio 2015, e attualmente uno dei più rilevanti data center pubblici nazionali.

Il DIF riunisce, dunque, una vasta comunità di ricercatori (oltre 100) che operano in maniera coesa, coordinata e sinergica, impegnati in attività di ricerca di base, applicata e multidisciplinari, in attività di formazione e alta formazione e di terza missione.

L'evoluzione del sistema universitario nazionale, e di UniBa in particolare, ha visto solo recentemente, dopo lunghi anni di stasi, il riavvio del reclutamento attraverso la L. n.240/2010, di cui il DIF ha indubbiamente beneficiato negli anni appena trascorsi. Rispetto alla situazione esposta nel **"Documento di Programmazione Integrata – Elementi di integrazione per la Programmazione triennale 2016-18 Sezione II"** redatta dal DIF, vi è stata una progressione positiva nella posizione accademica di diversi ricercatori/docenti del DIF, ma la situazione, peraltro comune a un gran numero di Dipartimenti delle Università del Sud, resta fortemente critica, come evidenziato dal grafico e dalla tabella che seguono, aggiornati a metà del 2020.

⁶<https://www.uniba.it/ricerca/centri-interdipartimentali/tires>

⁷www.recas-bari.it



IN BASSO: DOCENTI AFFERENTI AI DIPARTIMENTI UNIbA

n.	DIPARTIMENTI UNIBA (al 19-06-2020) (Fonte MIUR)	Docenti univ.
1	Scienze Mediche di Base, Neuroscienze ed Organi di Senso	97
2	Dell'Emergenza e dei Trapianti di Organi (DETO)	89
3	Giurisprudenza	88
4	Scienze Biomediche ed Oncologia Umana	83
5	'Lettere Lingue Arti' Italianistica e Culture Comparate	74
6	Studi Umanistici (DISUM)	72
7	Bioscienze, Biotecnologie e Biofarmaceutica	65
8	Economia, Management e Diritto dell'Impresa	65
9	Scienze della Formazione, Psicologia, Comunicazione	65
10	Farmacia-Scienze del Farmaco	62
11	Jonico in "Sistemi Giuridici ed Economici..."	62
12	Medicina Veterinaria	60
13	Economia e Finanza	58
14	Dipartimento "Interdisciplinare di Medicina (DIM)"	57
15	Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.)	55
16	Informatica	52
17	Scienze Agro-Ambientali e Territoriali	51
18	Biologia	50
19	Scienze Politiche	49
20	Scienze della Terra e Geoambientali	48
21	Chimica	47
22	Matematica	46
23	Interuniversitario di Fisica	37
	TOT	1432

Nonostante alcune nuove assunzioni di docenti attraverso concorsi di tipo art. 18 c. 4, il numero di ricercatori/docenti del DIF di UniBa resta, in rapporto alle attività didattiche, di ricerca e di terza missione svolti, fortemente sottodimensionato⁸. A livello nazionale, pur considerando i docenti colleghi di POLIBA di Area 2 afferenti al DIF, il Dipartimento barese è tra i meno numerosi, così come lo è rispetto altri Dipartimenti di UniBa. Il Piano di programmazione delle risorse di docenza che il DIF intende attuare nel triennio 2021-23 riflette le considerazioni appena illustrate, essendo fortemente incentrato sul reclutamento di nuovi ricercatori di tipo B.

Contestualmente, oltre alla ampiezza e consistenza dei risultati scientifici raggiunti dai ricercatori del DIF, che verrà descritta nel seguito, si ritiene utile anche rappresentare due ulteriori eventi significativi.

Dipartimenti di Eccellenza - Il DIF ha partecipato al Bando per il sostegno finanziario previsto dalla L. n.232 del 2016 rientrando tra i 350 Dipartimenti selezionati: primo come punteggio tra i Dipartimenti PoliBa e secondo come punteggio tra i Dipartimenti UniBa. Ragioni di opportunità accademica hanno determinato la partecipazione del DIF in *quota* UniBa, laddove una scelta diversa avrebbe prodotto un finanziamento *automatico*, in quanto primo dipartimento dell'Ateneo politecnico. Sebbene non finanziato (il DIF è risultato nono in Italia, con sette Dipartimenti di Area 02 finanziati) la candidatura a Dipartimento Eccellente ha consentito, insieme a quella del Dipartimento di Chimica di UniBA, la successiva partecipazione di UniBa alla proposta di **Centro di Competenza ad Elevata Specializzazione** Meditech I4.0, consentita ai soli Dipartimenti Candidati Eccellenti tra le aree scientifiche incluse nelle tematiche di I4.0. Il progetto Meditech, coordinato dalla Università degli Studi di Napoli "Federico II" è risultato effettivamente finanziato dal MISE⁹ (in 6° posizione, **unico** centro di competenza a sud di Roma) e vede attualmente l'intera UniBa tra i soci del costituito Consorzio.

⁸Afferiscono al DIF anche 11 docenti di Area 02 del Politecnico di Bari, portando a circa 50 il numero di docenti del DIF.
⁹<https://www.mise.gov.it/index.php/it/198-notizie-stampa/2038155-centri-di-competenza-pubblicata-la-graduatoria>

Lavori di efficientamento energetico del DIF - Nel già citato documento di programmazione del DIF 2016-18, si sottolineava lo stato di drammatica obsolescenza¹⁰ delle strutture edilizie del DIF, non essendo stati fatti lavori significativi di ammodernamento dagli anni '60 del secolo scorso. Per sopperire a questa situazione nel 2017 il DIF ha redatto, in collaborazione con la Direzione Appalti, Edilizia e Patrimonio di UniBa, il progetto di intervento per “**Lavori di efficientamento energetico dell’immobile** sede del Dipartimento Interateneo di Fisica presso il Campus Ernesto Quagliariello a Bari - Avviso n. 40/2017 – Avviso Asse Prioritario IV – Energia sostenibile e qualità della vita – Obiettivo specifico RA 4.1 - PO Puglia F.E.S.R.-F.S.E. 2014-2020”. Il progetto prevede numerosi interventi per innalzare la classe energetica dell’edificio. Il valore dell’opera è circa 5 milioni di euro ed il progetto è stato finanziato dalla Regione PUGLIA, con il co-finanziamento dell’INFN e del GARR. Si rappresenta, come riportato nella analisi SWOT, l’eccezionale complessità dell’intervento, da eseguirsi senza interrompere le attività di didattica e ricerca del DIF. A tal fine si segnala la necessità di poter contare del qualificato supporto tecnico da parte della Direzione Appalti, Edilizia e Patrimonio di UniBa.

¹⁰Dal documento di programmazione 2016-18: “i ricercatori/docenti e il personale tecnico amministrativo del Dipartimento operano in un edificio costruito nel 1963. [...] (che ndr) necessita di interventi urgenti di manutenzione straordinaria e di messa a norma di alcuni specifici ambienti, attualmente non utilizzati.”

Analisi di contesto

- **Offerta formativa**- I docenti e ricercatori del DIF coprono tutti gli insegnamenti di fisica delle lauree triennali in **Fisica (L-30)** e in **Scienza e Tecnologia dei Materiali (L-30)**, della laurea **Magistrale in Physics (LM-17)**, afferenti al DIF, dei corsi di laurea di UNIBA non afferenti al DIF e gli insegnamenti di fisica delle lauree in Ingegneria di PoliBa. Insegnano anche nel Dottorato di Ricerca in Fisica ed in altri Dottorati di UniBa e PoliBa. Il numero di immatricolati al corso di laurea in Scienza dei Materiali è stabile intorno alle 20 unità mentre il numero di immatricolazioni al corso di laurea in Fisica, grazie alla capillare attività di orientamento attraverso il Piano Nazionale delle Lauree Scientifiche, la Scuola Estiva di Fisica e i numerosi seminari nelle scuole, oltre che probabilmente agli importanti risultati scientifici raggiunti dai ricercatori del DIF, si è assestato su circa 100 immatricolati/anno, dato di assoluto rilievo nel settore delle cosiddette scienze dure: il numero di laureati triennali per anno si assesta intorno ai 40 studenti. Il numero di iscritti alla LM si attesta intorno alle 20 unità, con una dispersione di laureati triennali a Bari verso le LM dalle sedi universitarie del centro-nord non trascurabile. Questa criticità si ripercuote anche nel basso numero di laureati in fisica presenti in Puglia, con una evidente difficoltà a soddisfare le richieste del mondo produttivo e della ricerca sia nel settore pubblico, sia in quello privato. Per queste ragioni a partire dall'anno accademico 2020-21, il Dipartimento ha innovato profondamente il corso di studi della laurea Magistrale **Physics**, interamente erogata in lingua inglese dal 2017.
- **Fisica - (L-30)** - Il corso di Laurea Triennale in Fisica è caratterizzato, da una sostanziale costanza del numero di studenti immatricolati, pari a circa 100 unità per anno, grazie alle numerose iniziative di orientamento verso le scuole e la società. La percentuale di studenti pugliesi che si immatricolano a Corsi di Laurea triennale in Fisica fuori regione rispetto al totale è circa il 25% (metà dalla provincia di Bari), contro il 35% dei pugliesi che si immatricolano fuori regione degli altri Corsi di Laurea di UniBa. Un altro dato di assoluto rilievo è che ben circa l'80% degli immatricolati alla triennale di Fisica ha un voto di diploma superiore a 80/100esimi e il 35% ha conseguito un voto di maturità di 100 su

100. Questo evidenzia che per gli studenti pugliesi la scelta del corso di laurea in Fisica a Bari si caratterizza come una scelta di studi di alta qualità, in un contesto competitivo nel panorama nazionale. Il numero di crediti acquisiti nel primo anno è elevato (circa 35 CFU). Un aspetto qualificante è il numero di CFU erogati in attività laboratoriali, ben 16, per un totale di 240 ore per studente. Le criticità maggiori sono il tasso di abbandono tra il primo ed il secondo anno, dato fisiologico per tutti i corsi di studio scientifici, tra il 30% ed il 40% e la durata media del corso di studi. Per mitigare il tasso di abbandono sono state attuate sia le attività di orientamento consapevole in ingresso, sia l'impiego massiccio di tutor studenti e tutor senior, i primi per un accompagnamento allo studio delle materie (analisi e fisica) dei primi anni, i secondi come guida e riferimento anche motivazionale, forse inevitabile specie per un percorso di studi oggettivamente impegnativo come quello di Fisica. Relativamente alla durata, il dato per le coorti precedenti al 2015-2016 indicava un valore medio di 4 anni, in parte imputabile alla durata temporale dell'elaborato "tesi di laurea". Per mitigare questa criticità è stata sostituita la prova finale (tesi di laurea) da 7 CFU a 5 CFU, a cui gli studenti dedicano circa un mese di lavoro. Le statistiche delle ultime coorti sembrano presentare un dato in netto miglioramento rispetto al recente passato.

- **Laurea Triennale in Scienza e Tecnologia dei Materiali - (L-30)** - Il Corso di Studi (CdS) Scienza e Tecnologia dei Materiali (SdM) rappresenta una sfida culturale e formativa di UniBa, anche perché si inserisce a cavallo tra due corsi di studio di grande tradizione e prestigio: Chimica e Fisica. I primi laureati di tale corso in UniBa risalgono al 2004. Per questa ragione sono state intraprese con grande convinzione molte azioni di promozione e diffusione delle specificità di questo corso di studi. Nel 2017 il CdS di SdM ha vinto un bando regionale per i corsi innovativi con un finanziamento di € 260.000. Progetto MAteriali DA Innovazione - MA DAI! Attraverso questo finanziamento sono stati realizzati 12 MOOC per 24CFU, che sono disponibili in offerta formativa di UniBa e sono utilizzati come corsi a scelta anche da studenti di fisica e chimica oltre che da dottorandi di chimica (vedi: <https://didattica-scienza-tecnologia-materiali.uniba.it/moodle/>). Inoltre nel 2018 è stata realizzata la prima edizione

della scuola estiva MESH – Materials Summer School, che da allora è diventato un appuntamento annuale. Sono state ammodernate le aule, i laboratori e attrezzata una nuova aula per la didattica non frontale. Un impegno rilevante è stato dedicato all'orientamento: è stato realizzato un Tour nelle scuole con una conferenza spettacolo per l'orientamento, che ha toccato 10 scuole nella regione ed ha in programma altre 5 tappe per il prossimo anno; con il programma OrientaMente articolato per classi, dalle III alle V, sono stati raggiunti e coinvolti oltre 1200 studenti da 25 licei negli ultimi 3 anni.

- **Laurea Magistrale in Physics.** Il nuovo piano formativo della laurea magistrale prevede l'attivazione di tre percorsi paralleli:
 - TheoreticalPhysics&Complex Systems,
 - Particle-AstroparticlePhysics& Advanced Technologies
 - CondensedMatterPhysics&Photonics.

Oltre che da contenuti innovativi, i percorsi sono caratterizzati dalla grande libertà di scelta da parte dello studente sugli insegnamenti offerti e un numero maggiore di crediti formativi per attività di stage, tirocini aziendali e attività svolte nei centri di ricerca nazionali ed internazionali. Il corso **Physics** intende coniugare la consolidata formazione sulle tematiche di fisica fondamentale teorica e sperimentale, con contenuti specialistici sulle tecnologie avanzate, nel campo della sensoristica ambientale e per la salute. Si aggiunge la presenza del già citato Data Center ReCaS, che costituisce un *unicum* anche rispetto alla formazione universitaria nell'ambito del calcolo scientifico ad alte prestazioni.

La **Fisica Teorica** ha come obiettivi principali lo studio dei fenomeni fisici ad ampio spettro, dalle interazioni fondamentali, alla fisica statistica, alle proprietà quantistiche della materia. Il relativo percorso di studi è caratterizzato da una notevole elasticità, che si riflette nella poliedricità dei laureati, sempre in grado di trovare sbocchi nel mondo del lavoro nei campi più diversi, spaziando dalla ricerca, all'industria, al settore bancario, al modo dell'impresa privata, ai livelli dirigenziali nella pubblica amministrazione. Grazie al solido bagaglio culturale, fisico-matematico e modellistico, i laureati in fisica teorica sviluppano un'eccellenza ed una capacità

di adattamento in campo lavorativo unanimemente riconosciuta e ampiamente dimostrata dalle statistiche sull'occupazione post-laurea. I docenti coinvolti operano nei settori più disparati della ricerca, sia nella fisica di base che nelle applicazioni, con attività che sono spesso di interesse tecnologico. La contaminazione recentemente proposta nell'indirizzo **Theoretical Physics & Complex Systems** rappresenta una innovazione e nel contempo una proposta della comunità del DIF, che si prefigge di trasferire agli studenti la capacità di governare le sfide della crescente complessità e interconnessione tra ambiti culturali e scientifici molto diversi, attraverso le tecniche mutuare della fisica teorica, dalla fisica quantistica alla fisica statistica. La partecipazione di numerosi ricercatori del DIF a progetti di ricerca di base, ma anche fortemente applicativa ed industriale, negli ambiti del calcolo numerico avanzato, della modellistica predittiva, della fisica fondamentale, dei sistemi complessi quali quelli biologici, della materia attiva e della materia soffice, dell'informazione quantistica, delle reti neurali e delle reti complesse, sino alla fisica medica, trova in questo nuovo indirizzo un canale di trasferimento delle conoscenze privilegiato verso nuovi ricercatori e specialisti sui temi della complessità.

L'indirizzo **Particle, Astroparticle and Advanced Technologies** si pone come obiettivo quello di formare laureati in fisica specialisti nelle tematiche in cui il DIF esprime la maggior numerosità di ricercatori e docenti, coinvolti nelle attività di ricerca connesse agli insegnamenti erogati e in stretta sinergia con i ricercatori dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare. Anche questo piano di studi è caratterizzato da un'ampia libertà di scelta dei percorsi, che spaziano dagli aspetti sperimentali della fisica delle alte energie e delle astroparticelle sino allo sviluppo dei rivelatori di radiazione ionizzante sia per esperimenti di fisica sia per le applicazioni di tali rivelatori ad ambiti diversi, come quello ambientale e medico. Anche in questo indirizzo è possibile maturare competenze approfondite nella gestione e analisi di Big Data, partendo dal caso di studio elettivo nella produzione di Big Data, che è quello degli esperimenti condotti al CERN. Non è trascurabile anche la formazione trasversale che viene acquisita dai laureati in questi indirizzi, che partecipano già durante la tesi di laurea a progetti condotti in collaborazione con ricercatori – anche stranieri - afferenti a decine di centri di ricerca distinti, con un conseguente arricchimento e contaminazione degli approcci metodologici. L'indirizzo intende dunque preparare laureati che potranno collocarsi sia nel mondo accademico che industriale nazionale e internazionale, potendo coniugare molte competenze specialistiche ed operative con la

capacità di interazione e spirito di iniziativa sviluppata attraverso l'esperienza di ricerca in gruppi di lavoro ampi e variegati.

Nell'indirizzo **Condensed Matter Physics & Photonics** sono presenti contenuti mutuati dalle ricerche in corso nel DIF in campi pionieristici che spaziano dalla fisica della materia condensata alle tecnologie abilitanti quali la fotonica e la microelettronica, dalle tecnologie ottiche quantistiche ai dispositivi optoelettronici, in ambiti in cui si sviluppano e utilizzano nanotecnologie, strutture quantistiche artificiali, materiali con funzionalità progettate ad-hoc per applicazioni, tecnologie laser e sensori allo stato dell'arte. E' un curriculum caratterizzato da un'offerta formativa che stimola sia l'approfondimento culturale che l'interdisciplinarietà, in una branca della fisica caratterizzata da estrema vitalità e grande impatto economico e sociale, anche grazie alle molteplici correlazioni con altri settori della scienza, quali l'ingegneria, la biologia, la chimica, la medicina, le scienze ambientali e le applicazioni industriali collegate. Conseguentemente, i laureati hanno la possibilità di arricchire il proprio curriculum con competenze di grande valenza per l'inserimento lavorativo in svariati settori della ricerca e dello sviluppo, come attestato dalle statistiche sull'occupazione post-laurea.

Il nuovo corso **Physics** è stato presentato alle parti sociali nel Febbraio 2020 presso l'aula A "G. Nardulli" del DIF. La presenza di rappresentanti dei Distretti Tecnologici e di PMI e grandi imprese del territorio ha fornito utili spunti di riflessione e suggerimenti finalizzati a migliorare l'organizzazione e i contenuti del nuovo corso magistrale in Physics.

In conclusione, i fisici di UniBa si sono posti l'obiettivo di rinnovare il corso di laurea magistrale, per coniugare la formazione tradizionale della fisica classica e moderna con nuovi contenuti più orientati alla contaminazione, rafforzando gli aspetti multi-disciplinari e le applicazioni in ambiti ampi e variegati, dall'ambiente alla medicina. Il rinnovamento del corso di laurea magistrale segue coerentemente l'esito del Bando per giovani ricercatori (REFIN) della Regione PUGLIA, che nel caso del DIF è stato caratterizzato da un ampio e positivo riscontro nei confronti di proposte multidisciplinari e sinergiche con il sistema della ricerca e socio-economico del territorio.

A conclusione della esposizione delle prospettive di sviluppo delle attività didattiche legate al DIF è doveroso sottolineare la grande criticità (vedi analisi SWOT) legata all'insegnamento delle discipline di Area 02 in UniBa. Come è noto la fisica, insieme alla matematica e alla chimica, è una disciplina di base in tutti i corsi di laurea in area STEM, nel settore farmaco-biologico, medico e ingegneristico, ma anche in settori umanistici come quello della Formazione Primaria. Limitandoci agli insegnamenti UniBa la situazione è la seguente:

Nell'a.a. 2019-20 i docenti di Fisica del DIF hanno erogato circa 5500 ore di didattica frontale, a fronte delle 3.600 previste (corrispondenti a 10 PO, 13 PA, 5 RU, 4 RTD-B e 3 RTD-4) con una media di circa 160 ore di didattica frontale/anno per ogni ricercatore o docente. Nonostante questo grande impegno, poiché il numero di ore dei corsi di Fisica di UniBa è pari a 8.650 ore, oltre 3.000 ore di lezione sono quindi affidate per supplenza a personale non strutturato o a ricercatori degli EPR. In particolare si sottolinea che oltre 2.000 ore di lezione di insegnamenti di fisica restano "scoperti" nei Corsi di Studio non del DIF. Per mitigare questa indubbia criticità di UniBa, il Piano di programmazione triennale delle risorse di docenza del DIF prevede in via prevalente e prioritaria, ma non esclusiva, il reclutamento di RTD-B e di Professori Associati.

- **Post laurea.** La missione del DIF, fortemente orientato nella ricerca di base ed applicata, ha nel dottorato di ricerca in Fisica, un punto di snodo fondamentale nella formazione dei futuri ricercatori, sia nel settore pubblico (Università, Enti Pubblici di Ricerca) sia Privato, in aziende con reparti di R&D in ambito tecnico-scientifico.
 - **Dottorato di Ricerca in Fisica.** - Il DIF è sede della Scuola di Dottorato in Fisica (<http://phdphysics.cloud.ba.infn.it>). Il dottorato si attua in convenzione con l'INFN, che partecipa a pieno titolo con propri ricercatori nel collegio dei docenti della Scuola ed eroga un numero rilevante di *borse* di studio. Il Dottorato si articola in quattro curricula fondamentali: Fisica Nucleare, Subnucleare e Astroparticellare; Fisica Teorica, Fisica dello stato Solido ed Elettronica Quantistica e Fisica Applicata. Complessivamente Il Dottorato in Fisica può contare su un numero medio di 10 borse/anno, provenienti dalle assegnazioni di UniBa, dell'INFN e più recentemente dai bandi europei e i cosiddetti dottorati

industriali. Rispetto a quest'ultimi si rappresenta che la Scuola di Dottorato del DIF è stata assegnataria di ben 8 borse di dottorato industriale, a partire 2016. La vocazione alla internazionalizzazione si concretizza anche con un numero di borse di studio (solitamente due per anno) riservate a studenti stranieri e con periodi di minimo 6 mesi all'estero per i nostri dottorandi presso università e centri di ricerca prestigiosi quali CERN, University of Baltimora, Rice University etc. Docenti del DIF hanno collaborato, occupando anche ruoli direttivi e di coordinamento prima nel Dottorato di Storia della Scienza e poi, a seguito dell'accorpamento dei dottorati in UniBA, all'indirizzo di Storia della Scienza del Dottorato in Scienze Umane.

I nuovi Dottorati interuniversitari - I docenti del DIF sono stati parte attiva nella progettazione di tre dei quattro nuovi corsi di dottorato interuniversitari pugliesi.

14.0 incardinato nel PoliBA. Il Corso di Dottorato intende perseguire iniziative di alta formazione e ricerca nel campo delle tecnologie interdisciplinari abilitanti il paradigma dell'Industria 4.0 identificate nel Piano Nazionale Impresa 4.0. L'obiettivo finale è la formazione di giovani ricercatori che, partendo dallo studio di processi fisico-chimici innovativi, siano capaci di realizzare la trasformazione digitale di processi, prodotti, servizi e sistemi industriali avanzati. Il Dottorato si avvarrà da un lato delle forti sinergie tra i settori scientifico-disciplinari delle aree proponenti di UniBa e PoliBa, dall'altro dalle iniziative di ricerca industriale già in atto sul territorio pugliese. Inoltre, si intendono capitalizzare le competenze maturate nei programmi di trasferimento tecnologico già portati a termine dai due Atenei in ambito regionale, nazionale e internazionale, nonché avvalersi delle potenzialità offerte dai numerosi laboratori pubblico-privato al fine ultimo di formare ricercatori in grado di contribuire alla innovazione delle maggiori filiere produttive italiane e in particolare regionali. Partecipa un Rtd-B del settore FIS/03 all'interno del collegio.

Ingegneria e scienze aerospaziali incardinato nel POLIBA. Il Corso di Dottorato si pone come obiettivo quello di formare esperti di elevato profilo scientifico, in grado di operare nella ricerca e sviluppo dei diversi settori attinenti all'ingegneria e alle scienze aerospaziali. Il programma di studio affianca alla tradizionale formazione in ambito aerospaziale, una preparazione multi e interdisciplinare che consenta di operare su sistemi ad elevata complessità e caratterizzati da forti interazioni tra aspetti scientifici, tecnici, tecnologici, economici e sociali. Al fine di assicurare un miglior coordinamento a garanzia degli obiettivi formativi fortemente interdisciplinari il Corso si articola in tre principali ambiti culturali. L'obiettivo formativo punta a fornire agli studenti solide basi per la comprensione dei fenomeni fisici fisico-chimici fondamentali e dei problemi ingegneristici di frontiera, nonché una conoscenza efficace delle metodologie numeriche e sperimentali necessarie ad analizzarli. Un primo ambito, attinente all'Ingegneria Aerospaziale, comprende tematiche "classiche" quali studio delle strutture aeronautiche e aerospaziali, fluidodinamica, oleodinamica ed azionamenti a fluido, meccanica del volo, propulsione aerospaziale, macchine a fluido, progettazione avanzata, sperimentazione, ottimizzazione, misura, diagnostica, certificazione, metodi di fabbricazione e produzione avanzati, esercizio, manutenzione, riparazione, estensione della vita o riciclo di impianti e sistemi aerospaziali. Il secondo ambito, quello dei Sistemi per l'Aerospazio, ha come obiettivo la formazione avanzata nell'area delle tecnologie dell'informazione connesse alla realizzazione dei nuovi velivoli e delle nuove missioni spaziali, approfondendo tematiche relative a "*key enabling technologies*" in sistemi per il telerilevamento, sistemi di comunicazione, sistemi elettronici, di controllo e robotici, sistemi complessi di sensori, sistemi di potenza, sistemi di gestione ed elaborazione dei dati e sistemi di intelligenza artificiale. Infine, si ha un ambito relativo alle Scienze per l'Aerospazio, incentrato su tematiche quali la fisica sperimentale della radiazione cosmica delle alte energie e dello studio della terra, i materiali e sensori innovativi, la chimica-fisica dei plasmi, lo studio delle condizioni di microgravità. Rientrano in questo ambito anche tematiche di natura gestionale quali la space economy,

open innovation dynamics, technology analysis e technology convergence. Nel collegio sono presenti tre PA ed un RTDB del settore FIS/01 del DIF.

Gestione sostenibile del territorio incardinato in UniBa. Il Corso di Dottorato si pone come obiettivo quello di formare esperti ad elevata specializzazione tecnico-scientifica, in grado di operare nei diversi settori attinenti allo sviluppo sostenibile del territorio. La forte innovazione che caratterizza il corso è congrua con il New Green Deal che caratterizzerà le politiche nazionali e comunitarie del prossimo decennio. In particolare, le tematiche del Corso di dottorato riguarderanno aspetti di importanza strategica nella gestione del territorio a scala urbana e regionale. Tra questi lo studio dell'interazione clima-suolo-vegetazione per la gestione del territorio e la difesa dagli eventi estremi (eventi alluvionali e siccità) si coniuga con lo studio dei processi di erosione e desertificazione del suolo, compresi gli aspetti relativi al dissesto idrogeologico, alle sistemazioni idraulico-forestali e alle tecniche di ingegneria naturalistica e di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua. Nel collegio è presente un RTI del settore FIS/01

Master. Negli anni passati il DIF è stato sede di Master di II livello, finanziati prevalentemente nell'ambito delle attività di formazione prevista dai PON della programmazione 2007-13: in particolare, i master: "Sviluppo e Gestione di Data Center per il calcolo scientifico ad alte prestazioni" e "Metodologie e Tecnologie per lo sviluppo di infrastrutture digitali" (in collaborazione con il GARR) entrambi sinergici alle attività del Data Center ReCaS. Ha anche condotto per svariati anni, in collaborazione con lo Spin-Off GAP ed il supporto della Agenzia Spaziale Italiana, il Master "Tecnologie per il Telerilevamento Spaziale". Attualmente il DIF ed il Dipartimento Ionico in "Sistemi Giuridici ed Economici del Mediterraneo: società, ambiente, culture", in collaborazione con il Distretto Tecnologico Aerospaziale Pugliese e l'Aeronautica Militare, hanno promosso l'istituzione del Master di II livello in "**Tecnologie e diritto aerospaziale**". L'offerta formativa proposta prevede inoltre la realizzazione di due Short Master in "Diritto Aeronautico e Contrattualistica Aerospaziale" e "Il regime giuridico delle

comunicazioni satellitari”. L’obiettivo del Master è la formazione di una figura professionale nuova e peculiare che maturi una competenza olistica nel crescente sviluppo del comparto aerospaziale nel territorio pugliese, con competenze trasversali di natura giuridica, scientifica e manageriale. Il master sarà erogato a partire dall’a.a. 2021-22.

- **Principali ambiti di ricerca.** Il DIF si caratterizza per la visibilità e il prestigio delle ricerche internazionali a cui partecipa, grazie anche alla sinergia con i ricercatori dell’INFN e del CNR. Gli ambiti sono molti variegati e vanno dalla fisica teorica allo studio delle interazioni fondamentali con acceleratori di particelle e telescopi spaziali, allo sviluppo di rivelatori per la fisica delle particelle e di sensori per applicazioni medico-ambientali, all’analisi e alla modellizzazione dei sistemi complessi, sino allo sviluppo di tecnologie quantistiche per imaging tridimensionale e alla fisica medica. Di seguito sono riassunti i risultati della ricerca di maggior rilievo raggiunti negli ultimi anni:
 - **Fisica sperimentale Nucleare e Subnucleare.** Costituisce l’attività che coinvolge la più ampia comunità di ricercatori del DIF, prevalentemente incardinati del SSD FIS/01 ed è svolta in sinergia con l’INFN. L’attività si svolge presso Laboratori internazionali (CERN¹¹ in primis) ma richiede importanti dotazioni strumentali e laboratori anche in sede. Ha permesso la realizzazione di apparati sperimentali di grandi dimensioni per la fisica delle alte energie, utilizzando le *camere pulite* del DIF per l’assemblaggio e il test di strumentazione avanzata, i laboratori per lo sviluppo dei rivelatori e dell’elettronica di read-out, il Data Center ReCaS per la raccolta, conservazione ed analisi dei dati prodotti negli esperimenti. Uno dei punti di forza dei ricercatori del DIF in questo ambito è la capacità di partecipare con ruoli di responsabilità alla costruzione, messa in funzionamento e il mantenimento degli apparati di misura costruiti per la realizzazione degli esperimenti, quali CMS, ALICE e LHCb attualmente in corso al CERN e T2K in Giappone. Grazie alla partecipazione a questi esperimenti i ricercatori del DIF

¹¹<https://home.cern>

hanno conseguito risultati scientifici di assoluto rilievo: la scoperta del Bosone di Higgs con l'esperimento CMS¹², la scoperta simultanea dei 5 stati eccitati¹³ della Omega C con l'esperimento LHCb¹⁴, lo studio del plasma e gluoni con l'esperimento ALICE¹⁵, lo studio degli adroni con quark pesanti (charm e beauty) in tutti e tre gli esperimenti citati¹⁶. Ricercatori del DIF partecipano all'esperimento di tipo "Long Baseline" (LBL) T2K¹⁷, dedicato allo studio del fenomeno delle oscillazioni del neutrino, che si svolge in Giappone. **Nel corso del 2020** i risultati conseguiti da T2K sono stati pubblicati sulla prestigiosa rivista Nature che ha dedicato anche la copertina alla rappresentazione del suggestivo apparato sperimentale utilizzato. Nel medio e lungo periodo questo tipo di ricerche verranno condotte, con maggior precisione, attraverso un nuovo esperimento detto Hyper-Kamiokande¹⁸, i cui i ricercatori baresi sono coinvolti a pieno titolo. All'insieme di queste attività sperimentali tutt'ora in essere, si aggiungono gli esperimenti di fase di progettazione o costruzione che vedono impegnati i ricercatori del DIF in programmi ultradecennali, con possibili criticità legate alla numerosità del personale di ricerca e tecnico in servizio (vedi analisi SWOT).

- **Fisica astroparticellare.** La fisica sperimentale cosiddetta astroparticellare consiste nello studio dei processi astrofisici e delle interazioni fondamentali della materia attraverso misure condotte con strumentazione trasportate al sommo o fuori dall'atmosfera o in laboratori sotterranei, in ogni caso senza utilizzare acceleratori di particelle. L'attività svolta nel DIF, in piena sinergia con la sezione INFN, coinvolge un numeroso gruppo di ricercatori, dottorandi ed assegnisti ormai da 4 decenni: nata negli anni 80 con l'esperimento MACRO ai laboratori sotterranei del Gran Sasso, è proseguita negli anni novanta con

¹²<https://www.nytimes.com/2012/07/05/science/cern-physicists-may-have-discovered-higgs-boson-particle.html>

¹³https://bari.repubblica.it/cronaca/2017/03/22/news/fisica_5_nuove_particelle_elementari_scoperte_dai_ricercatori_d_i_bari_passo_in_avanti_di_rilevanza_mondiale_-161115978/

¹⁴<http://lhcb.web.cern.ch>

¹⁵<https://home.cern/science/experiments/alice>

¹⁶CMS and LHCb Collaborations, Nature 522 (2015)

¹⁷<https://t2k-experiment.org> - Nature 580 (2020) 7803, 339-344

¹⁸<https://www.hyperk.org>

esperimenti su palloni stratosferici svolti in New Mexico e con l'esperimento PAMELA¹⁹, su satellite russo. Attualmente il gruppo di ricerca del DIF partecipa all'esperimento Fermi²⁰, posto su un satellite della NASA, finalizzato allo studio dei raggi gamma in un ampio spettro di energia. I ricercatori di Bari hanno contribuito alla costruzione del satellite, alla sua messa in orbita nel 2008 e negli anni a seguire alla analisi dei dati. L'esperienza maturata ha permesso ai ricercatori del gruppo di impegnarsi in nuove collaborazioni internazionali come ad esempio l'esperimento DAMPE, una satellite frutto della collaborazione tra Cina, Italia e Svizzera, per lo studio dei raggi cosmici di alta energia. In questa collaborazione il gruppo di Bari ha avuto ruoli di guida sia nella fase di costruzione, spazializzazione e test sia, dopo il lancio nel 2015, nelle attività di analisi dati. I ricercatori sono anche coinvolti in imprese scientifiche che vedranno i loro frutti nei prossimi anni, in particolare l'esperimento CTA (Cherenkov Telescope Array) un insieme di telescopi distribuiti sui due emisferi e progettati per osservare da terra i raggi gamma di altissima energia ed indagare i fenomeni più energetici dell'Universo. Questi esperimenti hanno un altissimo potenziale di scoperta, dimostrato dalla pubblicazione di tre articoli sullo stesso numero di Nature²¹, portando allo sviluppo delle osservazioni cosiddette multi-messaggero²². Vi è anche un'intensa attività di R&D per disegnare le future missioni nello spazio ed in particolare la missione HERD, una collaborazione con la Cina per realizzare un rivelatore di particelle da installare sulla futura Stazione Spaziale Cinese per lo studio dei raggi cosmici di altissima energia, e la missione AMEGO, una collaborazione con la NASA per lo studio dei raggi gamma fra 1 MeV ed 1 GeV che esplorerà una finestra energetica attualmente poco studiata da altre

¹⁹ O. Adriani, R. Bellotti et al, "An anomalous positron abundance in cosmic rays with energies 1.5–100 GeV", Nature 2009

²⁰<https://fermi.gsfc.nasa.gov>

²¹ Acciari, F. Giordano, N. Giglietto, et al. "Teraelectronvolt emission from the γ -ray burst GRB 190114C", Nature 2019.

Acciari, E. Bissaldi, F. Giordano, N. Giglietto et al. "Observation of inverse Compton emission from a long γ -ray burst".

Nature 2019. Abdalla, E. Bissaldi et al. "A very-high-energy component deep in the γ -ray burst afterglow", Nature 2019.

²² E. Bissaldi, F. Giordano, N. Giglietto, F. Loparco et al "Multimessenger observations of a flaring blazar coincident with high-energy neutrino IceCube-170922A", Science, 2018

missione spaziali e che avrà una diretta connessione con lo studio delle onde gravitazionali.

- **Fisica Teorica delle Interazioni Fondamentali.** Studio delle leggi che regolano le interazioni forti, deboli, elettromagnetiche e gravitazionali, e dei modelli che cercano di descriverle in maniera unificata (teoria delle stringhe e delle membrane, modello standard e supersimmetrico). Le principali applicazioni riguardano: 1) la cosmologia, e in particolare le epoche inflazionarie precedenti il Big-Bang²³, le onde gravitazionali e i segnali cosmici ultrarelativistici, la formazione di buchi neri primordiali; 2) gli aspetti standard e non-standard della fisica dei neutrini e delle loro oscillazioni; 3) la fisica e astrofisica degli assioni e dei neutrini sterili leggeri e il loro possibile ruolo come materia oscura. Grazie ai risultati ottenuti sulle masse e le proprietà dei neutrini, due fisici del DIF sono stati insigniti del prestigioso Premio Pontecorvo²⁴, conferito dal Joint Institute for Nuclear Research (Russia) nel 2017. I ricercatori di questo settore sono coinvolti in collaborazioni nazionali e internazionali e ricoprono posizioni di responsabilità nel coordinamento del PRIN “Nat-Net” (MIUR), nel Progetto TAsP (INFN), e nell’organizzazione delle conferenze internazionali NOW²⁵.
- **Fisica Teorica: Informazione Quantistica, Controllo e Simulazioni Quantistiche.** Il fascino della fisica quantistica è legato all’aura di mistero che avvolgeva all’inizio del ‘900 le leggi quantistiche fondamentali. Ma i paradossi di ieri sono i paradigmi (e la tecnologia) di domani. Negli ultimi quindici anni stiamo assistendo alla seconda rivoluzione quantistica: attraverso la comprensione delle proprietà quantistiche della materia e l’utilizzo di nuove risorse, quali le correlazioni quantistiche e l’entanglement, è possibile manipolare i singoli oggetti quantistici, con un impatto formidabile nello sviluppo dell’informazione, il calcolo e le applicazioni quantistiche. L’Europa è in prima linea per la ricerca in questo settore con la Quantum Flagship e il network QuantERA per le Quantum

²³ M. Gasperini, Elements of string Cosmology (Cambridge University Press, 2007)

²⁴<http://www.jinr.ru/posts/pontecorvo-prize-for-2017/>

²⁵<https://www.ba.infn.it/now/now2020/general-information.html>

Technologies. I ricercatori del DIF rivestono incarichi di supervisione e una riconosciuta presenza nella comunità scientifica internazionale, coordinando i progetti QuantHEP e PACE-IN del network QuantERA, il progetto QUANTUM dell'INFN ed il PRIN Quship. Si evidenzia che questi progetti hanno anche ricevuto un co-finanziamento della Regione PUGLIA, su base competitiva. Le tematiche della ricerca riguardano tre ambiti strettamente correlati: l'entanglement e le correlazioni quantistiche, la simulazione quantistica e il controllo quantistico. Tali attività di ricerca, con pubblicazioni sulle riviste di riferimento a più alto impatto nel settore, sono sinergiche al percorso formativo della LM Physics e della PhD School in Physics del DIF.

- **Fisica Teorica: Fisica Statistica, Dinamica di Sistemi Fluidi e Biologici.** Nell'ambito della fisica teorica la meccanica statistica ha un ruolo determinante nello studio delle relazioni tra le leggi microscopiche ed il comportamento macroscopico dei sistemi fisici, fornendo risposte a questioni di carattere fondamentale ma anche importanti contributi di natura applicativa. Il gruppo di Bari svolge su entrambi i fronti un'importante attività di ricerca, nello studio dei sistemi non in equilibrio e nella modellizzazione di fluidi complessi, sistemi biologici e di materia attiva. Quest'attività è comprovata da solide collaborazioni con istituzioni internazionali, quali ad esempio Sorbonne Université (Parigi), Higgs Center for Theoretical Physics (Edimburgo), Temple University (Filadelfia), nonché dal numero di pubblicazioni su riviste di altissimo impatto. Il gruppo è stato ed è coinvolto nel coordinamento locale e nella partecipazione a vari progetti PRIN e PON (attualmente partecipazione al PRIN Stochastic Forecasting in Complex Systems e coordinamento attività in PON EXTREME).
- **Fisica e Complessità** - I fisici hanno una lunga tradizione che li porta ad interpretare fenomeni naturali la cui complessità richiede la raccolta, la gestione e l'analisi di grandi quantità di dati (**Big Data**). La modellistica e le tecniche computazionali sviluppate dai fisici sono considerate strumenti fondamentali per l'analisi dei Big Data, per affrontare le sfide che la rivoluzione digitale ha portato nella nostra società; sono usati in ricerche interdisciplinari mirate alla

descrizione, e soprattutto alla comprensione, di sistemi biologici, sociali, economici ed ecologici. Il DIF ha da anni raccolto la moderna sfida dell'interdisciplinarietà e può vantare solide attività di ricerca nel campo della complessità. Tra i numerosi progetti finanziati citiamo: (i) il progetto (di tipo Conto Terzi) Echo Systems finanziato dal Ministero della Difesa nell'ambito del Piano Nazionale di Ricerca Militare il cui scopo è quello di estrarre da grandi moli di dati modelli predittivi per il riconoscimento dei segnali tipo SONAR, (ii) il progetto “Brahms-Brain Aura Mathematical Simulation” cofinanziato da Bizkaia Talent e Commissione Europea, programma COFUND, (iii) il Prin 2017 “Stochastic Forecasting of Complex Systems”, finanziato dal MIUR e centrato su applicazioni della fisica alla medicina, all’economia, ai terremoti, ed alle colonie di batteri. La attività di ricerca è sinergica al nuovo percorso formativo **Complex Systems** della LM in Physics e alle attività dello Spin Off AYR4142, partecipato da fisici del DIF.

Sensori Ottici Innovativi. L’attività di ricerca si svolge nell’ambito del Laboratorio Pubblico-Privato PolySense in collaborazione con Thorlabs²⁶. L’obiettivo è lo studio e lo sviluppo di sensori di tracce gassose con sensibilità record mediante la tecnica Quartz enhanced photoacoustics spectroscopy (QEPAS). Negli ultimi anni, si sono conseguiti una serie di importanti risultati, tra cui: la realizzazione di un sensore per SF₆ con limiti di rilevazione record (poche molecole su mille miliardi di altre molecole); la realizzazione dei primi sensori QEPAS operanti nell’intervallo spettrale del THz; la prima realizzazione di una nuova tecnica QEPAS accoppiata con cavità ottica risonante; la rilevazione simultanea di due gas; la realizzazione di un sensore QEPAS di perdite per sistemi meccatronici²⁷. Questi risultati hanno portato alla commercializzazione, nel luglio 2019, dei primi moduli di rilevazione acustica QEPAS e all’avvio di un Progetto Europeo Marie Curie ITN dedicato alla sensoristica ottica innovativa; accordi di collaborazione scientifica con la Rice University di Houston per la realizzazione di sensori ottici montati su droni per monitoraggio ambientale; con la

²⁶<https://www.thorlabs.com>

²⁷P. Patimisco et al., “Recent advances in quartz enhanced photoacoustic sensing”, App. Phys. Rev, 2018.

NanyangUniversity di Singapore per la realizzazione di un sensore di idrocarburi innovativo; con la Aramco²⁸ per la realizzazione di sensori per la rivelazione di idrocarburi in raffinerie, gasdotti e giacimenti di gas naturale. Il progetto “Apuliar” basato su questa tecnologia è risultato primo (punteggio 97,08) nel bando REFIN di Regione PUGLIA.

- **Sensori elettronici di singole molecole.** Nell’ambito di una attività di ricerca fortemente interdisciplinare sono stati ottenuti progressivi miglioramenti nella rivelazione di concentrazioni bassissime di bio-marcatori utilizzando superfici funzionalizzate come gate in transistor innovativi, fino alla recente dimostrazione del raggiungimento del limite fisico di singola molecola.²⁹ Questi risultati hanno aperto un filone di ricerca su nuovi fenomeni collettivi su superfici nanostrutturate in dispositivi macroscopici e quindi compatibili anche con impieghi reali.³⁰ L’attività di ricerca, che ha dato origine al deposito di **5 brevetti internazionali a titolarità UniBa** per applicazioni in diagnostica biomedicale, è finanziata nell’ambito di un progetto europeo H2020, coordinato localmente, che coinvolge centri di ricerca leader in ambito fisico, chimico, ingegneristico e clinico, ed industrie nazionali e straniere. Ulteriori finanziamenti derivano da progetti nazionali PON e da un recentissimo progetto della regione Lombardia, focalizzato sulla rivelazione del virus COVID-19.
- **Fisica Medica.** Negli anni recenti sono stati raggiunti risultati di grande rilievo internazionale nel campo dell'analisi di immagini biomediche, con l'uso di strumenti di machine learning e intelligenza artificiale, in particolare nell’ambito delle ricerche sulle malattie neurodegenerative. I risultati conseguiti hanno ricevuto una eccezionale visibilità internazionale, anche sulla stampa e i canali di informazione non specialistica, portando le ricerche condotte in UniBa sulla

²⁸ <https://www.saudiaramco.com>

²⁹ E. Macchia, K. Manoli, B. Holzer, C. Di Franco, M. Ghittorelli, F. Torricelli, D. Alberga, G. F. Mangiadori, G. Palazzo, G. Scamarcio, L. Torsi, “Single-molecul detection with a millimetre-sized transistor”, Nature Commun. (2018) 9:3223.

³⁰ Nature, Research Highlights, A sensor detects the light touch of a single molecule. - <https://www.nature.com/articles/d41586-018-05950-z>

prima pagina del The Times e in una intervista trasmessa dalla BBC³¹. La natura fortemente interdisciplinare e collaborativa delle ricerche condotte in questo ambito ha portato negli anni 2019-20 alla istituzione di tre posizioni (due Rtd-B ed un PA) nel settore FIS/07 (SC 02/D1) in tre dipartimenti UniBa diversi da quello di Fisica, a testimonianza della strategicità di un settore in cui le competenze e gli ambiti di ricerca possono essere sinergici con altri settori scientifici, in particolare nell'ambito delle Life Sciences.

- **Tecnologie Quantistiche 2.0.** Nell'ambito di questa attività di ricerca è stata sviluppata una tecnologia innovativa, denominata Correlation Plenoptic Imaging (CPI), che permette l'imaging tridimensionale e la rifocalizzazione a posteriori di immagini sfocate, coniugando risoluzioni e profondità di campo non raggiungibili con le convenzionali tecniche di imaging³². La tecnica ha dato luogo al deposito di 3 brevetti applicabili al settore biomedicale, l'ispezione industriale, l'imaging dallo spazio, la realtà virtuale ed aumentata; il primo di questi ha vinto l'Intellectual Property Award 2019 del MISE-UIBM per il settore Life Science. Un progetto incentrato sul CPI e coordinato da una docente barese, in collaborazione con partners accademici ed industriali, è stato finanziato nell'ambito del bando competitivo QuantERA 2019 dell'Unione Europea. Altri progetti incentrati su questa tecnologia sono stati finanziati dall'INFN (PICS e PICS4ME) e dal MIUR, attraverso svariati bandi PON. L'attività riscuote un crescente interesse da parte di aziende italiane (alcune delle quali territoriali), quali Planetek, Sitael, Leonardo, nonché di studenti e giovani ricercatori desiderosi di acquisire conoscenze e competenze in questo promettente settore. Nel bando REFIN di Regione PUGLIA il progetto "Dispositivi di microscopia quantistica 3D ad alta velocità e alta risoluzione" basato su questa tecnologia è risultato primo tra quelli finanziati per l'Università di Bari Aldo Moro e il secondo in assoluto, su oltre 700 partecipanti.

³¹<http://medphys.ba.infn.it/#newsroom>

³² Milena D'Angelo, Francesco V. Pepe, Augusto Garuccio, and Giuliano Scarcelli, "Correlation Plenoptic Imaging" *Physical Review Letters*. 2016. La pubblicazione è stata quella a cui la rivista PRL ha dedicato la copertina.

Ulteriori programmi di ricerca futuri del DIF– Le attività sperimentali della fisica nucleare e subnucleare agli acceleratori si sviluppano su cicli di vita molto lunghi, anche ventennali, che includono la fase di progettazione e costruzione degli acceleratori e degli esperimenti, le campagne di raccolta dati, sino alla analisi dei dati e pubblicazione dei risultati. Tali scale temporali rendono essenziale per i gruppi di ricerca programmare e prevedere con largo anticipo e con ragionevole sicurezza le risorse umane necessarie per condurre queste attività. È doveroso evidenziare che la complessità di queste attività di ricerca, con un modello oramai consolidato, è basato su accordi spesso sovranazionali che vanno dai *memorandum of understanding* sino alla costituzione di consorzi di ricerca o laboratori internazionali. A titolo esemplificativo, ma non esaustivo dei progetti a medio-lungo termine dei ricercatori del DIF, si descrivono le attività in corso e previste nell’ambito della Fisica delle Alte Energie agli Acceleratori. La scoperta del bosone di Higgs nel 2012 al CERN e la misura delle sue proprietà ha confermato le predizioni del Modello Standard per la fisica delle particelle e fornito evidenza del meccanismo con cui le particelle acquistano massa. Sempre al CERN, l’indagine delle proprietà del plasma di quark e gluoni in collisioni tra nuclei pesanti ultra-relativistici ha permesso di comprendere le proprietà dell’Universo sino a pochi microsecondi dopo il Big Bang. Molte problematiche fondamentali rimangono tuttavia aperte, come l’origine e la natura della materia oscura, l’asimmetria materia-antimateria, l’origine della massa dei neutrini e molte altre. Negli ultimi anni la comunità scientifica internazionale ha portato avanti una strategia per investigare la possibilità di estendere la conoscenza dell’infinitamente piccolo oltre i limiti attuali, guidando gli sviluppi tecnologici innovativi e mantenendo la leadership europea nella fisica delle alte energie. Il progetto HL-LHC (High Luminosity LHC) aumenterà di un fattore dieci la luminosità di LHC, ovvero moltiplicherà per dieci il numero totale di collisioni tra particelle all’interno dell’acceleratore. Questo permetterà di studiare eventi rari e di esplorare potenziali nuove interazioni tra particelle, chiarendo alcune proprietà sconosciute della materia e anche alcune caratteristiche del Bosone di Higgs. Il progetto dovrebbe entrare in funzione attorno al 2026 (acquisendo dati per almeno 10 anni) e prevede anche importanti aggiornamenti degli attuali rivelatori di particelle, incluso CMS, con progetti che vedono l’Italia in primissima fila attraverso l’INFN. Una volta entrato in funzione, HL-LHC fornirà un contributo importante alle nostre conoscenze scientifiche e aprirà nuove frontiere nella realizzazione di acceleratori di particelle ad altissima energia.

Il 19 Giugno 2020 il comitato europeo per gli sviluppi futuri (EuropeanStrategy), dopo due anni di lavoro, ha definito le priorità per la fisica delle particelle agli acceleratori nel futuro, votando all'unanimità la proposta di realizzazione, entro i prossimi 15-20 anni, di un acceleratore di particelle elettrone-positrone (FCC-ee), per le misure di precisione relative al settore dell'Higgs ("Higgsfactory"), e la valutazione tecnica ed in termini di costi di un futuro acceleratore adronico al CERN (con energia del centro di massa di almeno 100 TeV), continuando a perseguire anche la ricerca con ioni pesanti ultra-relativistiche gli studi nel campo della cosiddetta "fisica del flavor". Per la fase cosiddetta di alta luminosità ad LHC dopo il 2030 si intende realizzare un esperimento di nuova generazione interamente basato su rivelatori a pixel monolitici, che sostituisca l'apparato di ALICE nella misura di collisioni pp, p-nucleo e nucleo-nucleo con luminosità 50 volte superiori a quelle possibili con il precedente apparato: questo consentirebbe di realizzare un vasto programma di fisica che studi l'interazione forte, con misure basate su sonde elettromagnetiche a bassissimo impulso trasverso, nonché misure di precisione nel settore del charm e del beauty. Il proposto upgrade dell'esperimento LHCb, che ha già prodotto, negli ultimi anni, risultati di massimo rilievo nel settore della fisica del flavor, nonché nel campo della cosiddetta spettroscopia adronica, si propone di realizzare misure di altissima precisione che permetterebbero di esplorare regioni dello spazio dei parametri altrimenti non accessibili, per la ricerca di indicazioni di possibile nuova fisica. Studi di fattibilità per rivelatori innovativi sono già in corso. Per l'esplorazione di nuove frontiere, l'aggiornamento della Strategia Europea pone attenzione anche su nuova macchina acceleratrice: un collisore basato su due fasci di muoni (Muon Collider). Il Muon Collider³³ potrebbe raggiungere energie più alte di un collider elettrone-positrone grazie ad una ridotta emissione di radiazione di sincrotrone. L'INFN ha proposto e sta lavorando allo sviluppo di una particolare tecnica per la realizzazione dei fasci di muoni. Ricercatori del DIF partecipano alla sfida per la realizzazione di questo nuovo acceleratore che tra i suoi primi promotori vede Carlo Rubbia.

Nel **contesto extra-europeo** va segnalata la recente approvazione da parte del DoE negli USA del progetto EIC³⁴ ("Electron-Ion Collider") presso i laboratori di BNL³⁵, con sperimentazione prevista a partire dal 2030. Il progetto prevede un collisionatore elettrone-ione con fascio di

³³<https://cerncourier.com/a/sketching-out-a-muon-collider/>

³⁴<https://www.bnl.gov/eic/>

³⁵<https://www.bnl.gov/world/>

elettroni polarizzato e un'ampia varietà di ioni pesanti e leggeri, questi ultimi anch'essi polarizzati. Il programma di fisica include studio della struttura di flavour e di spin del nucleone, modificazioni di tale struttura nella materia nucleare, effetti ad alta densità partonica nei nuclei e tomografia dei nuclei stessi, test delle simmetrie fondamentali nel settore elettrodebole.

In modo sinergico con le attività suddette si inserisce il programma di evoluzione del **Calcolo scientifico ad alte prestazioni** presso il Data Center Recas. Ingredienti essenziali per i futuri programmi di ricerca sulla fisica delle particelle, come chiaramente dichiarato nel già richiamato update 2020 della *European Strategy for Particle Physics*, sono lo sviluppo del software e delle infrastrutture informatiche di larga scala e ad alta intensità di dati. Grandi sfide devono essere affrontate in questo settore, in particolare in vista dell'HL-LHC che richiederà una evoluzione dei modelli di calcolo per soddisfare le esigenze del settore. In questa ottica ReCaS-Bari continuerà ad affrontare con un rinnovato impegno temi come gli sviluppi sull'uso di CPU multicore, multithreading e acceleratori come le GPU che si sono già rilevati di grande impatto sulla fisica delle particelle. Saranno inoltre affrontati temi come l'impiego dell'intelligenza artificiale già a partire dalla progettazione dei rivelatori, nel loro funzionamento, nell'elaborazione dei dati online e nell'analisi dei dati.

In questo quadro prospettico di medio e lungo termine sono pienamente inseriti i fisici delle alte energie del DIF, impegnati da circa due anni sul fronte degli studi relativi alla fisica dell'Higgs con futuri acceleratori, sugli sviluppi relativi alla fisica degli ioni per la fase di alta luminosità di LHC e più di recente al programma di ricerca EIC negli USA. Questa attività prospettica si concretizza attraverso numerosi progetti di R&D strumentali, anche finanziati attraverso progetti PRIN ed H2020 già finanziati. La scala temporale di queste attività, al momento definita sino a circa il 2030, richiede una organizzazione complessa, che possa contare sulla presenza di un congruo numero di ricercatori/docenti, anche in grado formare adeguatamente, nel breve, medio e lungo termine, giovani laureati in grado di inserirsi con successo in queste attività di ricerca.

- **Terza missione.** L'insieme delle attività che caratterizzano il DIF hanno rappresentato un incessante motore di sviluppo per la società civile e il territorio regionale a partire dagli anni 70'. I docenti del DIF hanno contribuito in modo rilevante alla nascita di CSATA, di Tecnopolis, del Dipartimento di Informatica di

UniBa e di numerosi istituti del CNR. Attualmente le attività di terza missione del DIF possono essere esemplificate in 4 macro-categorie.

- **Attività di Public Engagement** – i ricercatori e il PTA del DIF, in collaborazione con l'INFN ed il CNR, sono attivamente coinvolti in attività con valore educativo, culturale e di sviluppo della società. Di particolare rilievo è l'impegno nella organizzazione a Bari della Notte Europea dei Ricercatori, che iniziata 7 anni fa con il solo coinvolgimento dei fisici baresi, si è allargata negli anni prima coinvolgendo i dipartimenti del Campus, poi tutta l'Università sino a confluire in un'organizzazione regionale che coinvolge tutti gli enti e le università pugliesi e che per due volte ha vinto bandi competitivi della Comunità Europea per l'organizzazione dell'evento. Ogni anno in una sola notte più di 2000 persone hanno modo di avvicinarsi con curiosità al mondo della ricerca barese. Alla Notte Europea dei ricercatori (dal 2014) si è recentemente aggiunta l'iniziativa, condotta in ambito STEM, denominata "Una birra con la Scienza", che consiste nella esposizione divulgativa delle attività di ricerca scientifica condotte da ricercatori di UniBa in una atmosfera informale, come quella di un Pub. Di grande rilievo sono le attività di tutela e valorizzazione dei beni culturali scientifici e dei musei universitari, attraverso la partecipazione e gestione del SiMA³⁶ da parte di docenti del DIF. Dall'AA 2019 2020 presso il DIF sono stati avviati cicli di seminari di **Comunicazione della Scienza**³⁷. Proseguire in questa iniziativa, che nel primo anno ha riscosso molto interesse, consente agli studenti dei vari cicli della scuola di Scienze di acquisire competenze trasversali alle discipline per utilizzare in maniera corretta ed efficace gli strumenti della comunicazione. Questa formazione è oggi indispensabile per comunicare le idee scientifiche tra ricercatori, presentare proposte progettuali dentro e fuori l'ambito accademico, ma soprattutto per diffondere i risultati ad un pubblico più vasto.

³⁶<https://www.uniba.it/ateneo/sedi-strutture/sima>

³⁷<http://scuolascienzeetecnologie.uniba.it/comunicare-la-scienza-lidea/>

- **Attività di orientamento e interazione con le scuole superiori** - Nel corso degli anni si è concretizzata una attività finalizzata ad avvicinare gli studenti alle ricerche di punta svolte dai ricercatori pugliesi. In collaborazione con l'INFN, ogni anno sono organizzate delle giornate di studio (*masterclass*) aperte a studenti delle ultime classi delle scuole superiori particolarmente motivati, che hanno l'opportunità di essere "ricercatori per un giorno". Sotto la guida di ricercatori esperti, i ragazzi analizzano i dati degli esperimenti con gli stessi strumenti usati dai ricercatori e si confrontano con i loro coetanei di altre scuole nel mondo. Si tratta di iniziative coordinate da varie collaborazioni scientifiche a livello internazionale, legate ai principali esperimenti di Fisica delle Alte Energie (CMS, ALICE, LHCb) e di Fisica Astroparticellare (Fermi), che coinvolgono ogni anno più di 10.000 studenti di oltre 60 paesi. Il DIF è anche coinvolto nell'evento "International CosmicDay". Il DIF partecipa all'iniziativa "Orientamento Consapevole", promossa dell'Università degli Studi di Bari, con corsi su specifiche tematiche di ricerca rivolti agli studenti del V e del IV anno degli Istituti Secondari di Secondo Grado. I corsi frequentati con profitto consentono di ottenere il riconoscimento di CFU per i Corsi di Laurea in Fisica. Vari docenti del DIF sono altresì coinvolti in 3 progetti disciplinari del "Piano delle Lauree Scientifiche" (PLS), finalizzati a stimolare l'interesse degli studenti della Scuola secondaria di secondo grado per le discipline scientifiche, a formare i docenti all'insegnamento della fisica e a promuovere le collaborazioni fra sistema scolastico e sistema universitario. Nell'ambito di tale progetto, sono previsti cicli di lezioni e attività laboratoriali con il coinvolgimento di studenti e docenti. Il PLS prevede inoltre lo svolgimento di una **Scuola Estiva di Fisica**, che si tiene nel mese di settembre, indirizzata agli studenti delle scuole superiori interessati ad iscriversi al corso di laurea in Fisica. Sono infine organizzati vari progetti formativi nell'ambito dei "Percorsi per le Competenze trasversali e per l'Orientamento", le cui attività si svolgono nel DIF e nelle scuole.

- **Il Progetto Extreme Energy Event³⁸** - Si tratta di un progetto a **cavallo tra la ricerca e la comunicazione scientifica**, a cui il DIF partecipa attivamente in collaborazione con l'INFN, il **Centro "Enrico Fermi"** e una decina di altre università italiane. Consiste nella più grande rete al mondo di telescopi per raggi cosmici implementata con Multigap Resistive Plate Chambers (MRPC), i cui dati raccolti sono usati per interessanti analisi di fisica, tra cui lo studio delle variazioni del flusso dei raggi cosmici in relazione ad attività solari e la ricerca di correlazioni tra eventi a grande distanza. L'attività di comunicazione scientifica è di carattere innovativo e consiste nel fatto che i telescopi sono alloggiati presso altrettante Scuole Superiori italiane, e docenti e studenti sono coinvolti direttamente in tutte le fasi del progetto, partecipando alla costruzione al CERN dei rivelatori, e poi all'installazione e messa in funzione di essi presso l'istituto ospitante e, infine, all'attività di monitoraggio quotidiano, permettendo così un approccio "hands-on" a queste complesse tematiche di fisica. I meeting di collaborazione estesi alle scuole, virtuali e in presenza, come anche la partecipazione all'International Cosmic Day del progetto EEE, vedono il coinvolgimento attivo di centinaia di studenti da tutta Italia. I risultati ottenuti sono estremamente incoraggianti, testimoniati dalle pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali e dall'elevato numero di studenti che poi scelgono la fisica come materia di studio all'università. Come interessante spin-off dell'attività principale, la collaborazione EEE ha poi avviato il progetto Polar QuEEEst, finalizzato alla misura del flusso dei raggi cosmici in funzione della latitudine in regioni artiche. Nel 2018, un

³⁸M. Abbrescia et al. (EEE collaboration), (EEE Collaboration), A study of upward going particles with the Extreme Energy Events telescopes, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, 816 (2016) 142-148. - M. Abbrescia et al. (EEE collaboration), New high precision measurements of the cosmic charged particle rate beyond the ArcticCircle with the Polar quEEEst experiment, in print on European Physics Journal C

telescopio per raggi cosmici è stato montato su una barca a vela eco-sostenibile che ha circumnavigato le isole Svalbard, raggiungendo la banchisa polare, conquistando gli onori della cronaca per l'eccezionale impresa compiuta, a cui è stato dedicato anche un documentario geografico-scientifico. Nel 2019 tre rivelatori simili sono stati poi installati, in collaborazione con la Stazione Artica Dirigibile Italia del CNR e la Kings Bay, presso la base di ricerca scientifica internazionale di NyAlesund, dove attualmente costituiscono la stazione in assoluto più a nord per lo studio dei raggi cosmici e che, integrata nella rete di sensori presente a NyAlesund, potrà dare utilissime informazioni sull'interazioni dei raggi cosmici in atmosfera.

- **Attività divulgative rivolte a bambini e giovani** - I ricercatori e i docenti del DIF, in collaborazione con i colleghi dell'INFN e con gli studenti della Sezione di Bari della Associazione Italiana Studenti di Fisica (AISF³⁹), partecipano ogni anno nel mese di maggio all'iniziativa "Il mese della scienza", finalizzata alla diffusione della fisica tra gli alunni delle classi V delle scuole primarie attraverso la realizzazione di piccole esperienze interattive di laboratorio.
- **Proposte progettuali per contribuire allo sviluppo socio-economico e culturale della Società** - Attualmente il DIF partecipa alle attività progettuali dei Distretti Industriali Pugliesi (DTA, MEDISDIH, DIHTech) e al Centro di Competenza interregionale MEDITECH⁴⁰ dedicato alle tecnologie I4.0. È inoltre impegnato in un gran numero di collaborazioni regolate da Convenzioni di Ricerca o contratti cosiddetti conto terzi di rilevante entità economica, per un valore di oltre 700.000 Euro nel triennio 2018-2020. Tra queste di particolare rilevanza istituzionale è quella con l'ARPA e che riguarda sia aspetti di ricerca riguardo le radiazioni ionizzanti, sia l'ambito delle previsioni meteorologiche e in particolare la determinazione dei Wind Days nella zona ILVA – Quartiere Tamburi a Taranto,

³⁹<http://ai-sf.it>

⁴⁰<https://meditech4.com>

quest'ultima attività viene svolta utilizzando il Data Center ReCaS. Una menzione particolare riguarda l'impegno del DIF nella progettazione e conduzione dei Programmi Operativi Nazionali (PON), a partire dalla programmazione 2007-13 (progetti SISTEMA e ReCaS) sino a quella in corso, in cui partecipa ai progetti PON IBISCO, CNRBioMics, e altri in ambito aerospaziale, citati nel seguito. Si sottolinea che la partecipazione a questi progetti è attualmente lo strumento elettivo di terza missione per le Università delle Regioni della Convergenza in ambito scientifico tecnologico, non solo e non tanto per la rilevanza economica dei finanziamenti ottenuti, ma perché questi progetti consentono la creazione di una rete di conoscenza diffusa tra Università, Enti Pubblici di Ricerca, Distretti Tecnologici, PMI e grandi imprese che è alla base dello sviluppo socio-economico e culturale del territorio⁴¹. Oltre quindi al beneficio diretto in termini economici rappresentano una importante opportunità di sinergia con il sistema produttivo, a vantaggio dell'inserimento nel mondo del lavoro dei dottorandi e giovani ricercatori che partecipano a tali attività.

- **Le attività con il Distretto Tecnologico Aerospaziale Scarl** – Come è noto UniBa è socio con una quota dell'11% nella Società Consortile "Distretto Tecnologico Aerospaziale" (DTA⁴²). Il DIF partecipa alle attività progettuali e rappresenta UniBa nel CdA del Distretto, sin dalla sua costituzione: è senza ombra di dubbio uno dei Dipartimenti che maggiormente hanno contribuito allo sviluppo delle attività aerospaziali in Puglia, rafforzando la rete di collaborazioni tra Uniba, il DTA e i soci privati, in primis con Planetek Italia srl e Sitael spa. Il DIF è attivamente coinvolto in ben 4 progetti PON condotti dal DTA: CLOSE, RPASINAIR, SAPERE e TEBAKA, con un budget complessivo superiore a 2 milioni di euro. Si rappresentano due ulteriori aspetti: l'utilizzo e la valorizzazione nelle attività del DTA del già citato Data Center ReCaS, che di fatto funge da infrastruttura ICT del Distretto e la attivazione di diversi dottorati industriali in Fisica incardinati nei progetti del Distretto. Non ultimo si rimarca l'importanza sociale ed economica di tutte le attività di ricerca industriale e sviluppo

⁴¹S. Nicotri et al., "Complex networks and public funding: the case of the 2007-2013 Italian program", EPJ Plus 2015

⁴²<https://www.uniba.it/ateneo/organismi-associativi-partecipati-da-uniba/distretti/dta-distretto-tecnologico-aerospaziale>

sperimentale legate alla osservazione della Terra da satellite o droni, che abbracciano a pieno titolo molti degli Obiettivi⁴³ di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite (numero 11, 12, 13 14 e 15).

- **Internazionalizzazione.** La vocazione alla internazionalizzazione del DIF ha radici molto profonde ed è connaturata con le ricerche in Fisica. A titolo esemplificativo, ma non esaustivo, si riportano le storiche partecipazioni dei fisici del DIF (allora “Istituto”) agli esperimenti presso il Conseil européen pour la recherche nucléaire (CERN) a partire dai primi anni '70⁴⁴ e alle ricerche sperimentali svolte presso il Laboratory for Nuclear Science, del Massachusetts Institute of Technology⁴⁵, negli stessi anni. Le attività di ricerca svolte in contesti internazionali sono proseguite senza soluzione di continuità, coinvolgendo la quasi totalità dei ricercatori del DIF, infatti la percentuale di pubblicazioni scientifiche con co-autori afferenti a istituzioni straniere è superiore al 90% della produzione scientifica complessiva del DIF e contribuisce in modo rilevante alla Internazionalizzazione di UniBa. Attualmente il numero di collaborazioni attive con ricercatori di università straniere è particolarmente numeroso (Rice University, Waseda University e molte altre). Per quello che riguarda le attività didattiche (*Priorità politica A5- Rafforzare la dimensione internazionale dell'offerta formativa*) il nuovo corso magistrale in lingue inglese si muove nella direzione di aumentare la presenza di studenti stranieri nell'ateneo barese. Recentemente il DIF ha aperto numerosi accordi di mobilità Erasmus+ con prestigiose Università Europee (fra cui la TU di Monaco e di Vienna, e l'Università Parigi VII). Attualmente sono operativi 11 accordi, che hanno permesso negli ultimi anni ad alcuni studenti (3 nell'a.a. 2018/19, 2 nell'a.a. 2019/20) di compiere un semestre di studio all'estero. Sono inoltre stati ospitati negli scorsi anni 2 studenti Erasmus "*incoming*". Inoltre, il DIF partecipa dal 2019 al programma di tirocini studenteschi EU4EU. In tale ambito è stato ospitato presso il DIF uno studente nell'a.a. 2018/2019. Per il prossimo triennio si intende rinnovare e ampliare gli accordi esistenti, verso altre Università dove ci sono già collaborazioni scientifiche attive. Si intende potenziare il flusso di studenti sia in uscita sia in ingresso. Tale obiettivo sarà raggiunto

⁴³ sustainabledevelopment.un.org

⁴⁴ D. Haidt, J. Stein, S. Natali et al., “Measurement of the K+ decay parameters”, Physical Review D, 1971.

⁴⁵ C. De Marzo, L. Guerriero et al., “Alternate polarity multiple spark gap for high efficiency shower detectors”, NIM 1971.

attraverso una attività di orientamento verso il programma Erasmus+, sia attraverso incontri locali sia attraverso una pagina web dedicata. Sarà inoltre pubblicizzato il corso di Laurea Magistrale in lingua inglese in modo da attrarre studenti dall'estero. Inoltre sarà incoraggiata anche la mobilità di docenti e ricercatori all'interno delle possibilità offerte dagli accordi Erasmus. Sarà anche sostenuta la possibilità per gli studenti di svolgere la tesi di Laurea Magistrale all'estero, già utilizzata negli scorsi anni.

- **Centri di Eccellenza** - Il Centro TIRES (Tecnologie Innovative per la Rilevazione e l'elaborazione del Segnale) nacque sulla base della selezione del bando nazionale MIUR del 2000 per l'istituzione di Centri di Eccellenza in Italia, D.M. n. 11 del 13.1.2000: unico progetto in Italia proposto da un fisico ad essere approvato, ed uno dei due di UniBa approvati. Fu finanziato per tre anni dal MIUR e successivamente è diventato un centro interdipartimentale dell'Ateneo di Bari, a cui attualmente aderiscono membri dei Dipartimenti di Fisica, Chimica, Scienze del Farmaco, Bioscienze, Biotecnologie e Biofarmaceutica, Scienze Mediche di base, Neuroscienze e Organi di senso, Interdisciplinare di Medicina, Economia, Management e Diritto dell'Impresa. Il TIRES svolge attività interdisciplinari, tra i suddetti dipartimenti, su tematiche che prevedano la rivelazione e/o l'elaborazione di segnali di elevata complessità, con una forte connotazione legata alla modellistica basata sull'uso dei Big Data. In tale ambito promuove progetti di ricerca e di formazione, nonché attività di terza missione.

- **Il controllo di gestione del DIF e la contabilità analitica per centro di costo** – Il controllo di gestione del DIF è particolarmente sfidante in quanto il valore economico della cassa/competenza ammonta a di circa due milioni di euro per anno, a partire 2017. Per la corretta e la tempestiva gestione dei progetti in cui è coinvolto il DIF, il controllo di gestione riveste una importanza strategica e vitale per almeno due ordini di motivi:
 - la corretta gestione dei fondi di progetto necessaria per realizzare con successo gli obiettivi dei progetti deve rispondere alla nuova impostazione adottata dall'Università degli Studi di Bari del *public performance budgeting* e della contabilità analitica per centri di costo ovvero coerente con le linee strategiche indicate in chiave circolare e ciclica tra i diversi momenti della programmazione

(strategica, economico-patrimoniale-finanziaria, operativa) saldati tra loro in fase di rendicontazione;

- il complesso di norme differenti e variegate legate alla rendicontazione di progetti finanziati a valere su fondi regionali (POR), nazionali (PON, PRIN et al) ed europei (H2020, CERN et al) comporta un rischio reale di non riconoscimento delle spese sostenute nei progetti, da parte degli enti finanziatori.

Il grado di attuazione delle politiche e dei programmi, ovvero la capacità dell'istituzione universitaria di soddisfare i bisogni pubblici degli stakeholder rilevanti è misurato a livello di performance strategica dell'Università (Ps) mentre le linee di budget definiscono i contenuti del mandato conferito al dipartimento della responsabilità economica per la realizzazione degli obiettivi operativi. Le previsioni di budget 2021-23 la cui responsabilità è del centro di costo DIF rientrano nell'ambito strategico della ricerca, in particolare esse vanno riassunte negli obiettivi strategici: "Attrattività ed efficacia dei percorsi formativi e dei servizi agli studenti– A"; "Produttività della ricerca– B"; "Valorizzazione delle conoscenze in un'ottica di sviluppo sostenibile – C"; "Sviluppo organizzativo e del capitale umano – D" e "Infrastrutture e transizione digitale – E". Come indicato nel Documento di Programmazione Integrata 2021-2023 l'Università, attraverso le strutture dipartimentali, implementa le azioni per la realizzazione degli obiettivi strategici e nel caso di specie:

- Rafforzare l'attrattività dell'offerta formativa;
- Promuovere la percorribilità dell'offerta formativa;
- Ampliare la formazione post-laurea;
- Rafforzare la dimensione internazionale dell'offerta formativa;
- Incrementare la competitività della ricerca e la capacità di attrarre finanziamenti esterni;
- Migliorare la qualità dei dottorati di ricerca;
- Rafforzare l'internazionalizzazione della ricerca di Ateneo;
- Potenziare l'integrazione con il tessuto economico-sociale;
- Promuovere la cultura della sostenibilità;
- Promuovere la divulgazione scientifica e culturale trasversalmente alla pluralità degli stakeholder e dei contesti sociali;

- Promuovere il benessere e lo sviluppo del capitale umano UNIBA;
- Promuovere lo sviluppo e l'utilizzo di servizi digitali;
- Potenziare le infrastrutture per la transizione al digitale;
- Razionalizzare e valorizzare il patrimonio bibliotecario di Palazzo Ateneo e del Campus;
- Promuovere interventi di sviluppo sostenibile;
- Promuovere la trasparenza e il contrasto ai fenomeni corruttivi anche attraverso la diffusione dei dati.
- cura le reti ed i rapporti con il territorio attraverso il monitoraggio delle azioni dell'Università di Bari nei Distretti nel caso di specie MEDIS DIH scrl (Distretto Meccatronico Regionale e Digital Innovation Hub della Puglia società consortile a responsabilità limitata) e DTA (Distretto Tecnologico Aerospaziale società consortile a responsabilità limitata) ed il rafforzamento dei rapporti con la Regione Puglia per tutti i progetti Innonetwork e Innolabs e Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca per i Pon.

Nel complesso si rimarca la unitarietà di intenti della vasta comunità del DIF, comprendente docenti di due distinte Università, ricercatori di svariati Istituti del CNR e di due Spin-Off, l'insieme del PTA di queste diverse realtà e gli studenti, dottorandi ed assegnisti. I risultati sinora raggiunti sono frutto di un grande impegno non solo scientifico ma anche organizzativo e gestionale. La qualità delle ricerche condotte, il grado di soddisfazione degli studenti dei Corsi di Studio del DIF, l'ampia e robusta rete di collaborazioni con altre Università e il settore privato sono la testimonianza inequivocabile del valore culturale e scientifico che il DIF rappresenta per Uniba e per la società.

Analisi SWOT

	<i>Strengths</i>	<i>Weaknesses</i>
Contesto interno	<ul style="list-style-type: none">Alta qualità delle attività di ricerca condotte nel DIF e alto grado di internazionalizzazione delle ricerche effettuate dai ricercatori/docenti del Dipartimento, che contribuisce in modo significativo alla produzione scientifica internazionale complessiva (circa il 20%) di UNIBA.Presenza nella struttura dipartimentale di ricercatori e laboratori dell'INFN e del CNR.Rilevante attività di conto terzi, per numero di contratti in essere e entità del valore economico (oltre 2.000.000 Euro nel triennio 2021-2023).Rilevante numero di progetti PON della programmazione 2014-2020 in cui è coinvolto il DIF.Espansione dei Laboratori PP di ricerca e didattica Polysense con una diretta partecipazione UniBa (attualmente il Lab PP è solo con Poliba).12 insegnamenti MOOC per un totale di 24 CFU, disponibili nella offerta formativa UniBa e sono utilizzati come corsi a scelta anche da studenti di fisica e chimica oltre che da dottorandi di chimica (https://didattica-scienza-tecnologia-materiali.uniba.it/moodle/).	<ul style="list-style-type: none">Numero ridotto di studenti iscritti alla laurea magistrale in Physics (LM-17) e conseguentemente numero ridotto di studenti che conseguono la laurea magistrale in Physics.Elevato tasso di abbandono del Corso di Studi L-30, laurea triennale in Fisica.Ridotto numero di PTA, in relazione alle attività di ricerca, formazione e terza missione condotte dal DIF.Ridotto numero di ricercatori/docenti in relazione all'impegno didattico necessario nella Area 02 per UniBa.
Contesto esterno*	<ul style="list-style-type: none">Programmi Europei - Nuove opportunità di sviluppo di attività di ricerca e terza missione a valere sulle misure POR PUGLIA ed Europee legate al programma Horizon 2021-2027La crisi Covid-19 ha evidenziato la necessità di potenziare le ricerche multidisciplinari, con un focus particolare sulle tecnologie I4.0, di Big Data e di Intelligenza Artificiale in sinergia con le Life Sciences e la modellistica fisica. L'insieme di queste tematiche è già presente nel DIF che potrà quindi svolgere con successo ricerche in questi ambiti.Incremento dell'attrattività per studenti sia per il Corso di Laurea magistrale in Physics (in lingua inglese) sia per il dottorato, che ha due posti riservati a studenti stranieri ogni anno.Avvio operativo delle attività progettuali del Centro di Competenza ad Elevata Specializzazione Meditech, in cui il DIF è pienamente inserito.	<ul style="list-style-type: none">Finanziamenti alla ricerca - Le crisi globali legate ai cambiamenti climatici e alla pandemia Covid hanno evidenziato alla società e ai governi la opportunità di una approfondita riflessione sulla allocazione delle risorse pubbliche per progetti ed organizzazioni internazionali e neiProgrammi di ricerca pluriennali. Non è scontato, nella fase attuale, prevedere i finanziamenti negli ambiti della Big Science e nella Fisica in particolare nei prossimi anni.Dottorato di Ricerca - Il bando di accesso al dottorato di ricerca in Fisica è emanato in data posteriore a quello di gran parte degli analoghi dottorati in Italia, creando una criticità nelle scelte della sede di dottorato in cui concorrere da parte dei laureati in fisica baresi ed una ridotta attrattività per i laureati in Fisica di altre sedi.Opere Edilizie del DIF - La realizzazione presso il DIP dei lavori di efficientamento energetico dell'immobile, se non supportati dalla Direzione Appalti, Edilizia e Patrimonio, con personale dedicato alla conduzione dei lavori, può generare criticità per le attività del DIF.Immatricolazioni e iscrizioni - A causa della pandemia Covid, gli scenari futuri prevedono una riorganizzazione profonda di tutta la filiera formativa universitaria a livello globale⁴⁶ e nazionale. Per tale ragione si ritiene che il livello di competizione tra sedi universitarie potrebbe acuirsi nel prossimo futuro, con il rischio di riduzione del numero di studenti immatricolati nelle sedi pugliesi.

⁴⁶<https://www.mckinsey.com/industries/social-sector/our-insights/covid-19-and-us-higher-education-enrollment-preparing-leaders-for-fall#>

Programmazione 2021-2023

Priorità politica A – ATTRATTIVITÀ ED EFFICACIA DEI PERCORSI FORMATIVI E DEI SERVIZI AGLI STUDENTI A QUALITÀ

Obiettivi strategici di Ateneo

- ✓ A1- Rafforzare l'attrattività dell'offerta formativa
- ✓ A2 – Promuovere la percorribilità dell'offerta formativa
- ✓ A3-Ampliare la formazione post-laurea
- ✓ A4 - Rafforzare la dimensione internazionale dell'offerta formativa

Obiettivi di Dipartimento

Obiettivo strategico	Obiettivo di Dipartimento	Indicatore	Target 2023	Referente (del Dipartimento) per l'obiettivo
A1	Promuovere la "percorribilità" dell'offerta formativa da parte degli studenti e la sua sostenibilità	Proporzione di studenti che si iscrivono al II anno della L-30 (Fisica) avendo acquisito almeno 40 CFU in rapporto alla coorte di immatricolati nell'a.a. precedente	+10% rispetto alla media del triennio 18-20	Prof. M. De Serio
A2	Aggiornare e razionalizzare l'offerta formativa rendendola più qualificante e meglio spendibile sul mercato del lavoro	Proporzione di iscritti al primo anno delle LM, laureati in altro Ateneo	5 studenti	Prof. F. Giordano
A3	Potenziare le competenze trasversali	Numero di studenti che partecipano a percorsi di formazione per l'acquisizione di competenze trasversali	20% degli studenti dei CdS Fisica e Scienze di Tecnologia dei Materiali, per l'a.a. di riferimento	Prof. M. Dabbicco Prof. F. Giordano
A4	Avvio del Master di II livello in "Tecnologie e diritto aerospaziale"	Numero di studenti partecipanti al Master "Tecnologie e diritto aerospaziale"	10 studenti per l'a.a. di riferimento	Prof. F. Giordano
A5	Rafforzare la dimensione internazionale dell'offerta formativa	Proporzione di laureati (L, LM e LM) entro la durata normale dei corsi che hanno acquisito almeno 12 CFU all'estero nel corso della propria carriera universitaria	5 studenti	Prof. A. Mirizzi
A5	Rafforzare la dimensione internazionale dell'offerta formativa	Nuovi studenti ERASMUS incoming	4 studenti	Prof. A. Mirizzi

A5	Rafforzare la dimensione internazionale dell'offerta formativa	Nuovi studenti ERASMUS outcoming	4 studenti	Prof. A. Mirizzi

Priorità politica B – PRODUTTIVITÀ DELLA RICERCA

Obiettivi strategici di Ateneo

- ✓ B1 - Incrementare la competitività della ricerca e la capacità di attrarre finanziamenti esterni
- ✓ B2 - Migliorare la qualità dei dottorati di ricerca
- ✓ B3 - Rafforzare l'internazionalizzazione della ricerca di ateneo

Obiettivi di Dipartimento

Obiettivo strategico	Obiettivo di Dipartimento	Indicatore	Target 2023	Referente (del Dipartimento) per l'obiettivo
B1	Incrementare il numero di proposte progettuali presentate a bandi competitivi	Numero di progetti presentati	+ 3% rispetto al Triennio 18/20	Direttore Del Dipartimento
B1	Modernizzare l'insieme delle risorse e le infrastrutture laboratoriali	Avviare interventi di ristrutturazione delle risorse laboratoriali	ON	Direttore Del Dipartimento
B2	Migliorare la qualità dei dottorati di ricerca	Proporzione di iscritti ai Corsi di Dottorato che hanno partecipato a percorsi formativi (competenze trasversali) sul totale dei dottorandi	+ 30% rispetto al Triennio 18/20	Coordinatore Del Dottorato
B3	Rafforzare l'internazionalizzazione dei dottorandi	Proporzione di Dottori di ricerca dell'ultimo ciclo concluso che hanno trascorso più di 3 mesi all'estero	+ 20% rispetto al Triennio 18/20	Coordinatore Del Dottorato
B3	Rafforzare l'internazionalizzazione della ricerca di ateneo	Percentuale di pubblicazioni con coautore internazionale	+ 3% rispetto al Triennio 18/20	Direttore Del Dipartimento

RISORSE FINANZIARIE COLLEGATE AGLI OBIETTIVI STRATEGICI		
2021	2022	2023
Totale €	Totale €	Totale €
Progetto CNRBioMics per l'infrastruttura € 10.000: CNR	Progetto CNRBioMics per l'infrastruttura € 10.000: CNR	Progetto CNRBioMics per l'infrastruttura € 10.000: CNR
Progetto Innovation Hub Gunnebo € 10.000	Progetto Innovation Hub Gunnebo € 10.000	Progetto Innovation Hub Gunnebo € 10.000

Priorità politica C - VALORIZZAZIONE DELLE CONOSCENZE IN UN'OTTICA DI SVILUPPO SOSTENIBILE

Obiettivi strategici di Ateneo

- ✓ C1 - Potenziare l'integrazione con il tessuto economico-sociale
- ✓ C2 - Promuovere la cultura della sostenibilità
- ✓ C3 - Promuovere la divulgazione scientifica e culturale trasversalmente alla pluralità degli stakeholder e dei contesti social

Obiettivi di Dipartimento

Obiettivo strategico	Obiettivo di Dipartimento	Indicatore	Target 2023	Referente (del Dipartimento) per l'obiettivo
C1	Promozione di interventi per l'attivazione di partenariati pubblico-privati	Attivare partenariati pubblico-privati	on	Direttore
C1	Promuovere protocolli di R&D con aziende pubbliche e private finalizzati al potenziamento dell'integrazione con il tessuto economico e sociale	Numero di protocolli	+ 3% rispetto al Triennio 18/20	Direttore Del Dipartimento
C2	Promozione di interventi per la sostenibilità	Numero di interventi (eventi) per la promozione della cultura della sostenibilità	+ 3% rispetto al Triennio 18/20	Direttore Del Dipartimento oppure Coordinatori CdS
C3	Promozione di interventi per la sistematizzazione, la rendicontazione e la valorizzazione di azioni di public engagement	Numero di iniziative di public engagement realizzate nell'anno	+ 3% rispetto al Triennio 18/20	Delegato PE del Dipartimento

RISORSE FINANZIARIE COLLEGATE AGLI OBIETTIVI STRATEGICI		
2021	2022	2023
Totale €	Totale €	Totale €
Progetto Innovation Hub Gunnebo €10.000,00	Progetto Innovation Hub Gunnebo €10.000,00	Progetto Innovation Hub Gunnebo €10.000,00
Progetto 2020 ERN Apulia 3 €10.000,00		

Priorità politica D - SVILUPPO ORGANIZZATIVO E DEL CAPITALE UMANO

Obiettivi strategici di Ateneo

- ✓ D1 - Promuovere il benessere e lo sviluppo del capitale umano UNIBA

Obiettivi di Dipartimento

Obiettivo strategico	Obiettivo di Dipartimento	Indicatore	Target 2022	Referente (del Dipartimento) per l'obiettivo
D1	Introdurre misure per la conciliazione vita-lavoro del personale Uniba	grado di soddisfazione complessivo del benessere organizzativo come rilevato da apposita indagine rivolta al personale PTA del DIF	25% del personale in servizio presso il DIF	Coordinatore del dipartimento
D1	Implementare la sicurezza e il benessere organizzativo	Redazione piano welfare	ON	Coordinatore del dipartimento
D1	Promuovere la formazione, con particolare evidenza agli obiettivi dell'Agenda 2030	Numero di iniziative per anno	n. 1 per anno	Coordinatore del dipartimento

Priorità politica E - INFRASTRUTTURE E TRANSIZIONE DIGITALE

Obiettivi strategici di Ateneo

- ✓ E1 - Promuovere lo sviluppo e l'utilizzo di servizi digitali
- ✓ E2 - Potenziare le infrastrutture per la transizione al digitale
- ✓ E3 - Razionalizzare e valorizzare il patrimonio bibliotecario di palazzo ateneo e del campus
- ✓ E4 - Promuovere interventi di sviluppo sostenibile
- ✓ E5 - Promuovere la trasparenza e il contrasto ai fenomeni corruttivi anche attraverso la diffusione dei dati

Obiettivi di Dipartimento

Obiettivo strategico	Obiettivo di Dipartimento	Indicatore	Target 2023	Referente (del Dipartimento) per l'obiettivo
E2	Potenziare la copertura Wireless delle Aule, Biblioteche, Laboratori, Sale Lettura, Uffici	n. access point di rete e sviluppo rete wi-fi	+5	Coordinatore del dipartimento
E2	Potenziare le infrastrutture per la transizione al digitale	Realizzazione degli interventi di potenziamento (progetto IBISCO)	on	Coordinatore del dipartimento
E4	Progetto di efficientamento energetico	numero di interventi mirati all'uso di fonti rinnovabili	allineamento tra il cronoprogramma del progetto e il cronogramma di realizzazione del progetto.	Direttore del dipartimento
E5	Attivare il sistema del controllo di gestione nei progetti di ricerca	Realizzazione di un sistema di performance budgeting	on	Coordinatore del dipartimento

	finalizzato allo sviluppo dell'applicativo SISMA (Sistema Integrato di Supporto al Management di Ateneo)			
E5	Attivare il sistema di monitoraggio delle spese a destinazione vincolata dei progetti di ricerca con lo stato di avanzamento lavori finalizzato allo sviluppo dell'applicativo SISMA (Sistema Integrato di Supporto al Management di Ateneo)	Realizzazione periodica di report	n. 1 per semestre	Coordinatore del dipartimento
E5	Mappare le attività realizzate nei laboratori del dipartimento finalizzato allo sviluppo dell'applicativo SISMA (Sistema Integrato di Supporto al Management di Ateneo)	Realizzazione di un opuscolo informativo	n. 1 per anno	Direttore/Coordinatore del dipartimento

RISORSE FINANZIARIE COLLEGATE AGLI OBIETTIVI STRATEGICI		
2021	2022	2023
Totale €	Totale €	Totale €
Progetto IBISCO per le infrastrutture di ricerca € 1.302.282	Progetto IBISCO per le infrastrutture di ricerca € 868.188	
Progetto CNRBioOmics per il potenziamento della rete di ricerca Europea ELIXIR per la Bio-informatica e le Scienze della Vita € 71.400,00 (fondi CIR capitale umano)	Progetto CNRBioOmics per il potenziamento della rete di ricerca Europea ELIXIR per la Bio-informatica e le Scienze della Vita € 71.400,00 (fondi CIR capitale umano)	
Progetto Innovation Hub Gunnebo € 10.000	Progetto Innovation Hub Gunnebo € 10.000	Progetto Innovation Hub Gunnebo € 10.000

Piano di programmazione triennale delle risorse di docenza

senza ordine di priorità

	SSD FIS/01	SSD FIS/02	SSD FIS/03	SSD FIS/04	SSD FIS/07	SSD FIS/08	SSD MAT/05
ORDINARI	1	1			1		
ASSOCIATI	2	1					1
RTDB	2	2	3	1	1	0,5 ⁴⁷	

⁴⁷ La richiesta di una posizione nel SSD FIS/08 è subordinata ad un eventuale co-partecipazione del Dipartimento di Scienze della Formazione, Psicologia, Comunicazione di UniBa. Nel caso di un intervento dell'Ateneo con un contributo straordinario di 0,2 PO, si potrebbe bandire direttamente un posto di PA esterno, data l'esigenza di coprire da subito complessivamente 17 CFU tra i due Dipartimenti.