

EXECUTIVE SUMMARY

Il Piano Triennale 2016-2018 presenta il piano di sviluppo delle attività dell'Ente nei prossimi tre anni a partire dai risultati delle attività in corso. È costruito seguendo le indicazioni del Ministero per definire in modo schematico ed operativo i finanziamenti dei prossimi tre anni legati sia all'attività di base dell'Istituto (la Missione) che ai progetti speciali ad esso in carico.

Ricordiamo le principali caratteristiche dell'ente:

- Una **missione** molto chiara: forte compattezza della comunità con conseguente grande efficienza dei progetti.
- **Rapporto strettissimo con le Università** che ha determinato la diffusione capillare sul territorio nazionale. Esso rappresenta una fonte di ricchezza e vivacità culturale, e di un continuo apporto di giovani, ma anche un cruciale sostegno dell'ente all'attività di ricerca delle Università. Permane la difficoltà di riconoscimento anche quantitativo di tale apporto in sede di valutazione sia dell'ente che delle Università interessate.
- **Auto-governo responsabile**: rappresentatività della comunità e controllo MIUR in buon equilibrio e una gestione interna fortemente orientata dalla scienza. Nel caso dell'INFN, oltre all'ampio coinvolgimento dei ricercatori negli organi di governo, il modello di gestione e organizzazione è lo stesso utilizzato dalla ricerca a livello internazionale, che di per sé prevede una partecipazione e il contributo continuo della comunità scientifica: proposte provenienti da tutta la comunità, revisione e controllo ex-post dei pari, pianificazione degli obiettivi scientifici e delle risorse da parte di organi rappresentativi della comunità scientifica. È uno degli elementi che maggiormente contribuisce alla solidità, sicuramente migliorabile nell'implementazione, ma da preservare assolutamente nello spirito e nella sostanza.
- Eccellente capacità di **formazione a livello di lauree, dottorati e attività postdottorale** (50% delle tesi di Ph.D. in fisica). I giovani si qualificano e ottengono risultati eccezionali all'estero e costituiscono un grande serbatoio di competenze, che spesso trasferiscono alla società. Ambiente scientificamente attraente anche per studiosi, in particolare giovani, dall'estero. La prova di questa capacità è negli ottimi risultati della valutazione e delle abilitazioni che si accompagna purtroppo a una impossibilità di fatto di sbocchi assunzionali e promozionali. programmati
- **Ricerca** che si svolge in gran parte nell'ambito di grandi **collaborazioni internazionali** in cui rivestiamo un ruolo di primo piano. Abbiamo un laboratorio mondiale, il **CERN**, dove siamo leader e uno, unico, come il **Gran Sasso** a partecipazione straniera maggioritaria.
- Le nostre ricerche fanno uso e richiedono lo sviluppo di **tecnologie avanzate** insieme al mantenimento di know-how. Questo ha ricadute naturali di alta utilità sociale: adroterapia e strumentazione di diagnostica medica, beni culturali, cloud computing e calcolo HPC, produzione di radioisotopi per la farmaceutica e altro.
- Esistenza da lungo tempo di un sistema di **autovalutazione** con la presenza di un comitato internazionale.

In questi ultimi anni è iniziata, ed è ora in piena attuazione, una trasformazione importante per l'Istituto. Fermo restando il caposaldo del rispetto della sua Missione, si intende rivolgere tutte le energie possibili verso l'Europa sia partecipando in modo organico alle sue infrastrutture di ricerca

(come definite nell'ambito di **ESFRI**), che trasformando laboratori italiani in infrastrutture europee (**ERIC**). Ciò, insieme a una forte valorizzazione del **settore di Ricerca e Sviluppo** e a un potenziamento del **Trasferimento Tecnologico**, nella convinzione di diventare sempre più competitivi nella sfida posta dal programma quadro della UE, **Horizon2020**.

Sul piano dei risultati scientifici, dopo il riconoscimento della scoperta del bosone di Higgs attraverso il premio Nobel a Englert e Higgs che ha premiato anche uno sforzo ventennale dell'INFN che ci vede orgogliosi protagonisti degli esperimenti a LHC e che ha contribuito alla elezione di Fabiola Gianotti alla direzione del CERN, il 2016 si è aperto con l'annuncio di una clamorosa scoperta. Lo scorso 11 febbraio, in due conferenze tenute simultaneamente a Cascina (Pisa) e a Washington, è stata annunciata la **scoperta delle onde gravitazionali**, predette dalla teoria della Relatività Generale un secolo fa, ma mai sinora direttamente osservate. La scoperta è frutto della cooperazione tra le due collaborazioni internazionali LIGO e Virgo operanti agli interferometri gravitazionali situati negli USA e in Italia, a Cascina, rispettivamente. Siamo ormai molto vicini all'entrata in funzione di **Advanced VIRGO**, la fase più avanzata del rivelatore per le onde gravitazionali nel sito di **EGO** (European Gravitational Observatory) a Cascina, che opererà con una sensibilità sperimentale simile a quella dei rivelatori LIGO dove è stata osservata l'onda gravitazionale risultante dalla fusione di due buchi neri a più di 400 Megaparsec da noi.

Ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (**LNGS**), dove ospitiamo una vasta comunità internazionale, otteniamo i migliori risultati al mondo sulla ricerca della Materia Oscura e sul decadimento Doppio Beta senza emissione di Neutrini, che verificherebbe l'ipotesi di Majorana. La tecnologia dimostrata ai LNGS dall'esperimento ICARUS, guidato dal Premio Nobel Carlo Rubbia, è quella scelta per il futuro esperimento su scala globale con fasci di neutrini al laboratorio Fermilab a Chicago. Borexino ci ha permesso di misurare tutti i processi di emissione di neutrini dal Sole e OPERA ha definitivamente confermato il modello di oscillazione dei neutrini.

È in fase di avanzata realizzazione il progetto **KM3NeT** ai Laboratori Nazionali del Sud (LNS) attraverso il dispiegamento di una rete di rivelatori nel Mar Mediterraneo al largo di Capo Passero; esso presenta significative potenzialità anche per ricerche interdisciplinari, al di là dello studio dei neutrini emessi nei processi più violenti dell'Universo. Il progetto KM3NeT è entrato a far parte della nuova lista dei progetti ESFRI 2016-2026.

Nel nostro Laboratorio Nazionale di Legnaro è in fase di messa a punto l'acceleratore **SPES**, al servizio della ricerca nucleare di base e con potenzialità straordinarie per la produzione di radiofarmaci, che verranno prodotti in collaborazione col settore privato.

Al **LABEC** di Firenze le nostre tecnologie hanno un utilizzo importante nel settore dei beni culturali, come recentemente dimostrato dall'analisi di un quadro attribuito a Leger custodito al Guggenheim Museum, di cui si è dimostrata la non autenticità. Il polo di Firenze sarà anche un pilastro di E-RIHS, altro progetto che entra a far parte della Roadmap di ESFRI.

A **Frascati**, laboratorio storico dell'INFN, continuiamo la via aperta da AdA nella ricerca di punta sviluppando **innovative tecniche di accelerazione** ed elaboriamo progetti per possibili infrastrutture di ricerca, con vocazione interdisciplinare, da installare nel nostro Paese. Siamo infatti tra i leader del progetto EUPRAXIA, finanziato dalla UE, e ci candidiamo ad ospitare la macchina che verrà progettata.

In campo internazionale va sottolineato il notevole incremento di progetti in **collaborazione con la Cina**, potenza emergente della fisica. Abbiamo conquistato una partnership privilegiata,

specialmente nel campo degli esperimenti scientifici su satellite (DAMPE, Limadou) e nella fornitura di tecnologie mutate dagli esperimenti al Gran Sasso.

Nell'ambito di ESFRI è ormai pienamente definita e operativa una strategia comune dell'INFN con **CNR e Sincrotrone di Trieste** che identifica l'intera filiera che va dalla costruzione delle macchine acceleratrici fino al loro sfruttamento da parte dell'utenza (esempi ne sono **XFEL, ESS, ELI, ESRF, EuroFel, SESAME**). È in fase di costruzione da parte dell'associazione EuroGammaS, di cui l'INFN è capofila, l'acceleratore ELI-NP in Romania ed è iniziato l'impegno nella costruzione di parti rilevanti della European Spallation Source (ESS). Siamo partner dell'upgrade ad ESRF, abbiamo completato la fornitura delle cavità superconduttrici a XFEL e contribuiamo in modo determinante al successo di quella straordinaria avventura scientifico-politica che è SESAME.

L'applicazione terapeutica delle radiazioni nucleari e delle particelle cariche rimane uno dei settori considerati strategici dall'INFN. Per quanto riguarda l'adroterapia, l'INFN si sta impegnando a consolidare le competenze sviluppate nel passato nel campo degli acceleratori per la cura dei tumori. In primo luogo si è rafforzato il rapporto con il **CNAO**, dove l'INFN contribuisce alla realizzazione di una linea di ricerca dedicata. In secondo luogo si sta sviluppando l'attività della nuova struttura TIFPA, costituita dall'INFN a Trento con il locale centro per la protonterapia. Il **TIFPA** nasce come una struttura non tradizionale dove sin dall'inizio è presente un legame basilare tra l'INFN, l'Università, la Fondazione Bruno Kessler e l'azienda sanitaria locale che possiede un ciclotrone per la cura dei tumori e sul quale l'INFN sta attrezzando la linea di ricerca.

Registriamo con orgoglio lo straordinario successo in termini di domande di iscrizione del Gran Sasso Science Institute (**GSSI**), la scuola di dottorato ubicata a L'Aquila, di cui l'INFN è ente attivatore, articolata su quattro linee di alta formazione: Fisica, Matematica applicata, Informatica e Studi Urbani. La durissima selezione effettuata ogni anno porta ad ammettere 40 studenti (su oltre 800 domande) di cui circa la metà provenienti dall'estero. Grazie ai significativi risultati riportati nel periodo intercorso dalla sua costituzione nel 2012, con decreto legge approvato lo scorso 25 marzo il GSSI è stato stabilizzato e riconosciuto apprestandosi a divenire la prima Scuola di Dottorato a sud di Pisa.

Siamo convinti di seguire con coerenza e intelligenza un insieme di filoni di ricerca che, appoggiati solidamente sul pilastro di **Excellent Science**, giungono però a dare i loro frutti anche negli altri due campi di Horizon2020, **Competitività industriale** e **Sfide sociali**. Applicazioni per la medicina, beni culturali, computing e servizi connessi, scienza dei materiali sono i settori dove meglio riusciamo nel raccogliere la sfida.

Un esempio è costituito dalla ricaduta industriale del futuro esperimento DarkSide per la ricerca della materia oscura a LNGS. In Sardegna, in una miniera dismessa del Sulcis, costruiremo un impianto di distillazione criogenica che, oltre a fornire l'Argon per l'esperimento, sarà anche produttore di isotopi a uso medico e industriale, mentre in Abruzzo saranno costruiti due impianti, uno per la produzione di fotomoltiplicatori al silicio e uno per la costruzione della più grande camera di saldatura a fascio di elettroni d'Europa. Entrambe le iniziative saranno realizzate nell'ambito di collaborazioni industriali.

Dedichiamo inoltre un grande sforzo alla **divulgazione scientifica** attraverso eventi, mostre, convegni, attività nelle scuole.

Sul piano organizzativo è in corso un grande sforzo per pianificare e realizzare un **riammodernamento gestionale** che veda una razionalizzazione degli aspetti amministrativi e tecnici su base regionale.

In questo contesto non possiamo ignorare il fatto che **criticità** importanti sono presenti nel sistema ricerca del Paese, con conseguenze inevitabili anche sullo svolgimento delle ricerche dell'INFN e sulla realizzazione della sua missione.

In primo luogo, riteniamo che un sistema nazionale della ricerca debba essere al tempo stesso agile e inclusivo, senza snaturare la diversità delle discipline e il valore assoluto della ricerca "knowledge-driven", evitando di accentrare e rendere troppo rigidi i piani di ricerca. È essenziale che gli Enti e le Università operino in modo paritario scambiando il personale tra di loro e, soprattutto, nel corso della carriera dei singoli, tra un ruolo a prevalenza di didattica e uno a prevalenza di ricerca. Un sistema nazionale senza **pianificazione pluriennale** non avrebbe alcuna utilità e deve poggiare su una reale sinergia tra i soggetti (università, enti e imprese) sulla base della convergenza di interessi, e sulla qualità di progetti comuni. Un **meccanismo premiale** aggiuntivo alle risorse esistenti basato sulla interdisciplinarietà e la collaborazione potrebbe incentivare una maggiore integrazione tra Enti, senza intaccare autonomia, originalità e qualità della ricerca.

Un altro elemento di forte criticità è rappresentato dal **modello odierno di finanziamento**, che soffre di due diverse ambiguità:

- il fondo ordinario e di conseguenza i bilanci attribuiti agli enti, sono comprensivi delle spese incompressibili, come quelle di personale, a cui però non corrisponde una reale autonomia di gestione del personale;
- l'attribuzione su base annuale dei finanziamenti non è assolutamente adeguata alla programmazione, soprattutto in un contesto di ricerca e specialmente in rapporto alle realtà internazionali, a partire dalla UE, in cui la programmazione avviene tipicamente su base pluriennale.

È inoltre innegabile che la scarsità di risorse rappresenti un forte fattore limitante.

Ricordiamo con orgoglio che nella competizione "premile" relativa alla redistribuzione del 7% del FOE l'ente è stato sin qui capace di attrarre sistematicamente ben più del doppio della sua quota relativa. Sottolineiamo, inoltre, lo straordinario successo ottenuto dall'INFN nella ripartizione delle posizioni di ricercatore previste nella ultima legge di stabilità (73 su 215).

Nonostante quest'ultima importante assegnazione, il cuore di tutti i problemi rimane **la politica delle risorse umane**. Le risorse da dedicare agli stipendi sono vincolate dalla contrattazione di comparto, le dotazioni organiche sono gestite dalla Funzione Pubblica, le norme di reclutamento e carriera sono mutate dalla generalità del pubblico impiego. Gravemente penalizzante per le attività dell'Ente è la norma che limita il turn-over del personale tecnico ed amministrativo al 25%. Tutti questi fattori impediscono di fatto una programmazione pluriennale delle risorse umane sia in termini di nuove assunzioni che di progressione di carriera.

La crisi contemporanea di risorse e personale, non fa più funzionare il mutuo soccorso con l'Università. C'è una progressiva separazione e chiusura che rende il sistema impermeabile. La difficoltà di programmazione pluriennale e la presenza di una pluralità di soggetti vigilanti, con regole spesso soffocanti e frequentemente ridefinite, rende incerta ogni discussione persino nella decisione su quali nuove avventure scientifiche affrontare. A questo si aggiunge la difficoltà di sfruttare l'attrattività nei riguardi di studiosi (stranieri o italiani) operanti all'estero, per le condizioni al contorno: offerta economica, prospettiva di carriera, burocrazia.

La delega all'art. 13 della legge sulla PA deve essere l'occasione per scardinare il sistema esistente e permettere pratiche adeguate ai tempi e alla concorrenza internazionale.

Nel seguito vengono illustrati più in dettaglio i principali punti nei quali si articola il Piano Triennale.

LE RISORSE DI PERSONALE DELL'ISTITUTO

Tenuto conto degli ambiziosi obiettivi di ricerca, che l'INFN ha pianificato nel triennio 2016 – 2018, e considerati i vincoli di natura giuridica, finanziaria e amministrativa legati alla gestione delle risorse umane degli Enti di Ricerca e considerata la raccomandazione del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca n. 0003284 del 13 febbraio 2015 con la quale esorta l'Istituto ad attivare tutte le azioni necessarie per potenziare l'organico onde far fronte agli impegni assunti e a consolidare il ruolo internazionale acquisito dall'INFN e prendendo in considerazione i nuovi strumenti previsti dal Ministero dell'Istruzione e della Ricerca come l'assunzione straordinaria di 73 giovani ricercatori e la possibilità di dare nuovamente applicazione all'art. 13 del decreto legislativo 31 dicembre 2009, n. 213 sul riconoscimento e valorizzazione del merito eccezionale, l'Istituto presenta il proprio fabbisogno di personale nel triennio di riferimento con i seguenti obiettivi:

- a) assumere a tempo indeterminato giovani brillanti (ricercatori e tecnologi), contenendo il cosiddetto fenomeno delle fughe dei cervelli;
- b) assumere un Dirigente di ricerca e 2 Primi ricercatori con chiamata diretta a valere sui fondi propri;
- c) assumere a tempo indeterminato 10 Collaboratori Tecnici (CTER) qualificati continuando la politica assunzionale iniziata nel precedente Piano Triennale, per poter rispondere nei prossimi anni alle stringenti richieste poste dagli upgrade degli esperimenti LHC e da altri progetti internazionali, quali ad esempio quelli riguardanti la fisica del neutrino e la ricerca della materia oscura;
- d) assumere a tempo indeterminato 3 Collaboratori di amministrazione per poter rispondere alle difficoltà emerse a seguito del blocco delle assunzioni per gli amministrativi a fronte delle importanti cessazioni registrate negli ultimi anni;
- e) favorire una più efficiente ripartizione del personale tra le varie strutture INFN presenti sul territorio nazionale;
- f) migliorare la qualità della ricerca dell'intero Istituto.

Un importante elemento che influisce sulla **pianificazione del fabbisogno di personale** è l'aumento dell'età media tra il personale assunto a tempo indeterminato. Assumere giovani dipendenti a tempo indeterminato diventa ogni anno sempre più importante, soprattutto per quegli Enti, come l'INFN, che hanno nella propria missione la ricerca fondamentale e che vogliono far fronte agli impegni assunti anche attraverso un maggior consolidamento del proprio ruolo internazionale a vantaggio dell'intera comunità scientifica e più in generale degli interessi del nostro Paese.

Si prevede l'assunzione per il **2016** dei vincitori dei concorsi, autorizzati da precedenti PTA, conclusi nell'anno in corso: 1 Primo Tecnologo, 15 Tecnologi, 5 Collaboratori Tecnici (CTER) di VI livello, oltre a 10 Dirigenti Ricerca e 10 Primi Ricercatori. Si richiede inoltre l'autorizzazione a bandire e ad assumere 24 Tecnologi, 10 CTER di VI livello, 3 Collaboratori di Amministrazione di VII livello, 27 Operatori tecnici VIII livello (appartenenti alle categorie protette) e 12 Operatori di amministrazione VIII livello (appartenenti alle categorie protette).

Per l'anno **2017**, l'Istituto richiede l'autorizzazione a bandire e ad assumere per 8 Dirigenti Tecnologi, 9 Primi Tecnologi, 4 CTER di VI livello, 19 Collaboratori di Amministrazione di VII livello e prospetta la possibilità di assumere 15 unità di personale nel rispetto della legge 68/99. Infine, per il **2018** la richiesta a bandire e ad assumere è per le seguenti posizioni: 17 Ricercatori, 15 Collaboratori di Amministrazione di VII livello e ancora 15 unità di personale nel rispetto della legge 68/99. Il fabbisogno di personale è descritto in dettaglio nel capitolo 3 del PTA.

Un elemento positivo che può contribuire ad alleviare questa situazione drammatica è il programma di **chiamate dirette**. Ciò permette di chiamare dall'estero stimati colleghi sia italiani che stranieri, che possono arricchire le competenze del nostro Ente con la loro esperienza e il modo di lavorare acquisiti in altri laboratori internazionali. Inoltre il programma offre uno strumento per riconoscere in modo diretto il talento dei giovani vincitori di programmi di alta qualificazione con un'assunzione svincolata dalle complesse regole imposte alla Pubblica Amministrazione. Per il 2016 sono previste 3 unità di personale (circol. N.35 del 9 Nov 2015)

Per quanto concerne il personale con **contratto a tempo determinato (TD)**, vanno sottolineati due elementi che riteniamo positivi: i) per l'anno in corso è prevista la riduzione del 15% del personale a TD, passando da 325 unità del 2015 a 265 unità a TD al 31 dicembre 2016; ii) il totale dei contratti a TD finanziati dai fondi esterni è considerevolmente superiore rispetto ai contratti finanziati dai fondi interni (questi ultimi corrispondono a circa il 28% del totale dei contratti a TD sottoscritti dall'Istituto).

L'ente è ben consapevole dell'importanza delle sue risorse umane. Per valorizzarle ha messo in atto pratiche finalizzate al benessere lavorativo e ha dato vita a tre codici di comportamento, tra cui il suo Codice Etico.

LE RISORSE FINANZIARIE

Dal 2011 le **Entrate senza vincolo di destinazione**, dopo un periodo continuo di contrazione, sono tornate al livello dell'anno **1985**. Negli anni addietro si è quindi posta la necessità di contrarre progressivamente le spese in modo tale da rientrare entro i nuovi limiti posti dalle Entrate, e allo stesso tempo di trovare nuove sorgenti di finanziamento. La crescita dei **finanziamenti con vincoli di destinazione** (fondo esterni o su assegnazioni straordinarie per attività di ricerca a valenza internazionale) rappresenta proprio l'esito di questa politica che ha permesso di attrarre fondi premiali MIUR, fondi su progetti internazionali e fondi europei o regionali. Il livello di spesa di ricerca su fondi con vincolo di destinazione per il 2014 ha superato i fondi spesi per l'attività di ricerca istituzionale (fatta su fondi non vincolati) dell'Istituto.

Il livello globale di **spesa corrente** dell'INFN negli ultimi anni è attestato intorno ai 300ML€ e questo numero riflette le reali esigenze finanziarie legate alla ordinaria amministrazione dell'Ente. D'altronde, la costante e significativa **diminuzione delle entrate senza vincolo di destinazione**, unita al fatto che una parte considerevole del bilancio (inferiore comunque al 60%) è costituita da spese di personale che, per loro natura, sono incomprimibili, rappresenta un fattore fortemente limitante, che rischia di pregiudicare i livelli di eccellenza raggiunti dall'INFN nel corso degli anni.

I progetti di ricerca dell'INFN si caratterizzano per una durata pluriennale che può facilmente raggiungere, e in alcuni casi superare, il decennio, e in questo periodo il profilo e il tipo di spesa variano considerevolmente (progettazione, ingegnerizzazione, costruzione, messa in opera e funzionamento). È dunque indispensabile poter contare su un flusso ragionevolmente costante di

risorse, o almeno su una **programmazione pluriennale di finanziamento** che permetta di ottimizzare l'uso delle risorse e la programmazione scientifica. L'ultima legge di stabilità ha dato un segnale che interrompe l'erosione dei finanziamenti, prevedendo per INFN un finanziamento aggiuntivo di 45 ML su 3 anni, ma per rendere autosostenibile sul lungo termine il bilancio INFN, occorre che questa inversione di tendenza si stabilizzi e continui nel tempo.

L'Ente ha accolto l'invito del MIUR di procedere ad un **Piano di riammodernamento gestionale e di regionalizzazione**. Se da un lato l'ente ha sempre cercato di ottimizzare l'impiego di risorse umane e strumentali attraverso forti sinergie con il sistema universitario, dall'altro la disponibilità di strumenti informatici e amministrativi sempre più efficaci permette di estendere queste sinergie ad ambiti territoriali allargati a livello regionale o macro-regionale.

PARTECIPAZIONE A CONSORZI, SOCIETÀ E FONDAZIONI

Alcune collaborazioni dell'Istituto si sono tradotte nella costituzione e nella partecipazione a **consorzi, società, fondazioni** e, in generale, diversi organismi associativi radicati sul territorio. Complessivamente l'INFN partecipa a una ventina di organismi associativi di queste tipologie, tra cui prioritario è l'impegno nei consorzi EGO e GARR.

In particolare, segnaliamo che, recependo l'indicazione proveniente dall'agenda UE per la ricerca e l'innovazione, l' INFN nel corso del 2015 ha aderito al **Cluster Tecnologico Nazionale Fabbrica Intelligente**, che si pone l'obiettivo di sviluppare e attuare una strategia che, basandosi appunto sulla ricerca e l'innovazione, sia in grado di indirizzare la trasformazione del settore manifatturiero italiano verso nuovi sistemi di prodotto, processi/tecnologie, sistemi produttivi. Nel corso del triennio si programma di allargare l'adesione ad altri cluster tecnologici.

Nel 2015 e' stato completato il percorso di **liquidazione del consorzio Cabibbo Lab**, costituito nel 2011 con l'Università di Tor Vergata per la realizzazione del progetto SuperB. A seguito della liquidazione e' stato restituito all'INFN il residuo del finanziamento 2010 del Consorzio (14 milioni). Nel 2013 a seguito della decisione ministeriale di non proseguire il progetto, gli altri 41 milioni previsti per il suo finanziamento, erano stati stornati con il decreto "milleproroghe" 2013 (D.L. 150/2013). Una prima tranche di questi ultimi (12.8 milioni), ricevuta dall'Ente nel 2014-2105, è stata destinata al potenziamento delle sue grandi infrastrutture di ricerca (IR). Auspichiamo di poter recuperare il restante finanziamento non utilizzato per dedicarlo a tale ulteriore potenziamento.

L'ATTIVITÀ DI RICERCA SCIENTIFICA E TECNOLOGICA

L'attività di ricerca di base dell'Ente si rivolge ai **grandi quesiti aperti** nell'ambito della fisica dei costituenti elementari della materia e delle loro interazioni fondamentali. Due grandi recenti scoperte, di cui l'INFN è stato tra i principali protagonisti, caratterizzano in modo cruciale il nostro cammino di conoscenza delle leggi fondamentali che regolano l'evoluzione dell'Universo: da una parte, la scoperta del bosone di Higgs rappresenta il tassello fondamentale per completare la verifica della validità della teoria nota come Modello Standard nella descrizione dell'Universo a livello microscopico (microcosmo); dall'altra, la teoria che da un secolo descrive l'Universo nelle sue strutture più grandi (macrocosmo), la Relatività Generale di Einstein, ha ricevuto la

recentissima clamorosa conferma di una sua cruciale predizione grazie alla rivelazione diretta delle onde gravitazionali.

Proprio l'identificazione del bosone di Higgs con una massa di circa 125 volte quella del protone comporta la possibile esistenza di una **fisica oltre il Modello Standard con nuove particelle ed interazioni** ad una scala di energia accessibile sperimentalmente con la macchina **LHC** o possibili sue evoluzioni. Nel triennio coperto da questo PTA, l'INFN si impegnerà a fondo con le collaborazioni **ATLAS** e **CMS (in cui riveste un ruolo di primo piano)** e con le sue componenti teoriche nella ricerca diretta (produzione ed identificazione) di tali particelle elementari oltre il Modello Standard, ad esempio quelle previste dalle teorie supersimmetriche o dalle teorie con nuove dimensioni spazio-temporali.

La scoperta delle onde gravitazionali (in cui i fisici e tecnici INFN della collaborazione Virgo hanno dato un significativo contributo) è fondamentale non solo per avvalorare una delle più affascinanti predizioni della teoria della Relatività Generale, ma anche, e forse ancora più importante, per inserire di prepotenza le onde gravitazionali tra i "messaggeri cosmici" (al pari dei fotoni e neutrini di alta energia e dei raggi cosmici carichi), quindi, di fatto, per aver aperto la nuova era della "astronomia gravitazionale".

Un altro importante modo di cercare segnali di tale nuova fisica è mediante **ricerche indirette** che si avvalgono dello studio dettagliato delle masse e dei mescolamenti tra loro delle particelle elementari (**fisica del flavour**). L'INFN si è da sempre distinto in questo campo curandone sia gli aspetti teorici che sperimentali (ricordiamo il contributo di Nicola Cabibbo, ad esempio). Nel triennio a venire, oltre all'esperimento **LHCb** a LHC, prenderanno dati due nuovi esperimenti, **NA62** al CERN e **Belle2** in Giappone, in cui l'INFN ha una significativa partecipazione. L'esperimento **MEG** al PSI di Zurigo, a leadership INFN, grazie a un rivelatore rinnovato potrà ulteriormente migliorare la sensibilità (già massima al mondo) nello studio di un processo fisico molto raro e altamente significativo per la conoscenza del flavour. Infine, va segnalato che nel laboratorio INFN di Frascati (LNF) l'esperimento **KLOE** alla macchina acceleratrice **DAFNE** usufruirà degli importanti miglioramenti del rivelatore realizzati in questi ultimi anni.

La ricerca e lo studio delle onde gravitazionali rientra nel campo della cosiddetta **fisica astroparticellare**, ovvero lo studio di processi fisici il cui studio combina sinergicamente aspetti di fisica delle particelle elementari, della cosmologia e dell'astrofisica. L'INFN conduce queste ricerche in vari ambienti, dallo spazio (ricerca di antimateria e radiazioni gamma), alla superficie terrestre (radiazione cosmica e onde gravitazionali), ai laboratori sotterranei (quali il laboratorio INFN del Gran Sasso, LNGS), alle profondità marine (quali l'infrastruttura KM3NeT al largo di Capo Passero in Sicilia).

Abbiamo già sopra accennato al fatto che, nel prossimo triennio, il laboratorio del Gran Sasso manterrà una leadership mondiale nel campo della fisica condotta in ambiente sotterraneo grazie a nuovi o rinnovati esperimenti alla ricerca della **Materia Oscura** e di un rarissimo processo fisico, il **doppio decadimento nucleare senza emissione di neutrini** (l'esistenza di tale processo mostrerebbe che i neutrini appartengano a una nuova classe di particelle la cui esistenza è stata ipotizzata da Ettore **Majorana** circa 80 anni fa). E, sempre nell'ambito dello studio delle proprietà dei neutrini, al Gran Sasso, ponendo una sorgente di neutrini vicino il rivelatore dell'esperimento Borexino (esperimento **SOX**), si cercherà di capire se, oltre ai tre tipi di neutrini osservati, esista un nuovo tipo di neutrino, detto neutrino sterile. Sull'esistenza o meno del neutrino sterile sarà possibile dare una risposta definitiva grazie al progetto **SBN al Fermilab** di Chicago: il rivelatore

ICARUS, spostato nel 2014 dal Gran Sasso al CERN, verrà poi trasportato nel 2017 al Fermilab e là costituirà il più grande dei tre rivelatori di neutrini di SBN.

Il terzo grande settore della ricerca di base condotta dall'INFN concerne la **fisica nucleare**. Al momento, il progetto più rilevante in questo campo, **ALICE**, si svolge a LHC e riguarda lo studio di uno stato della materia che riteniamo essere stato presente ed essenziale nei primissimi istanti dell'Universo in cui, in luogo dei protoni e neutroni che oggi vediamo, erano ancora presenti i quark e i messaggeri delle interazioni nucleari forti, i gluoni, il cosiddetto plasma di quark e gluoni, quali particelle elementari. Nei prossimi tre anni, oltre che nei propri laboratori di fisica nucleare (quello di Legnaro, **LNL**, e quello del Sud a Catania, **LNS**), l'INFN porterà avanti programmi di fisica nei laboratori nucleari **JLAB** negli USA e **GANIL** in Francia. Infine, nel triennio si porterà a compimento la preparazione dell'importante infrastruttura di ricerca **SPES** a LNL.

Dopo aver trovato il bosone di Higgs e le onde gravitazionali, abbiamo completato sia l'esplorazione della teoria delle particelle e forze fondamentali nota come Modello Standard che quella della Relatività che sta alla base del Modello Standard cosmologico. Da questo punto in poi, la nostra ricerca si rivolge a una fisica "nuova", cioè oltre il Modello Standard particellare e forse anche quello Standard cosmologico. In questa nuova avventura della conoscenza non abbiamo una teoria consolidata che ci possa guidare o almeno fornire qualche indizio sulla strada da seguire. Proprio per prepararsi a queste nuove, eccitanti e difficili sfide, l'INFN ha promosso dal 2014 al 2016 il programma di lavoro "What Next ?", un grande sforzo dei suoi ricercatori per delineare, accanto a strade già tracciate (di cui la principale è quella di LHC) percorsi innovativi che richiederanno sia lo sviluppo di nuove idee teoriche che di metodologie sperimentali sostenute da originali soluzioni tecnologiche.

INFRASTRUTTURE DI RICERCA

Le infrastrutture di ricerca dell'INFN si articolano in quattro grandi laboratori nazionali più altri centri di ricerca per iniziative specifiche. La linea seguita dall'INFN è sempre stata quella di evitare duplicazioni o frammentazioni nella realizzazione delle sue infrastrutture di ricerca, puntando alla valorizzazione delle peculiarità e specializzazioni di ciascuna di esse in un quadro di forte integrazione e collaborazione sinergica.

I quattro laboratori nazionali, Frascati (LNF), Gran Sasso (LNGS), Legnaro (LNL) e Laboratori del Sud (LNS) a Catania, sono laboratori di ricerca, vale a dire, oltre a dare supporto alle attività sperimentali che i propri ricercatori svolgono in altri laboratori, ciascuno di loro porta avanti importanti progetti di ricerca *in loco*.

LNF. La caratteristica principale dei Laboratori Nazionali di Frascati consiste nella progettazione e realizzazione di acceleratori di particelle. Sono in funzione a Frascati due acceleratori, DAFNE, un acceleratore elettroni-positroni, che detiene il record mondiale di luminosità a bassa energia, e l'acceleratore lineare SPARC usato per produrre luce LASER con elettroni oscillanti in campo magnetico, detto FEL (Free Electron LASER). Per il prossimo triennio si prevede il completamento della sperimentazione con l'esperimento KLOE2 a DAFNE. Per le attività legate a SPARC dopo aver raggiunto l'obiettivo di produrre la prima sorgente europea di raggi X monocromatici da Thomson back-scattering, si sta procedendo con un'intensa attività di R&D volta alla realizzazione dei gradienti necessari per implementare di nuove tecniche di accelerazione ultra-compatte basate sull'interazione di fasci di elettroni con onde di plasma.

Inoltre, prosegue lo studio della possibilità di estendere l'area del bunker che ospita il laboratori in modo da poter installare sorgenti di radiazione FEL e Compton insieme al laser già esistente

FLAME. Ciò permetterebbe di realizzare diverse linee di luce di Sincrotrone di frequenza UV o X per utenti esterni. Si sta procedendo inoltre al potenziamento della Facility SCF Lab che consiste in un laboratorio di strumentazione ottica, elettronica e meccanica per la calibrazione temporale del tracciamento laser di retroriflettori con eccezionale accuratezza temporale e spaziale (in particolare da utilizzare in missioni spaziali nel quadro di accordi con la NASA e l'ASI).

LNGS. Si tratta del più grande ed importante laboratorio sotterraneo al mondo, con facilità di accesso (stradale) a differenza di altri laboratori situati in miniere. Oltre alla continuazione dell'esperimento Borexino con l'importante obiettivo di rivelare i neutrini prodotti da reazioni di bassa energia nel Sole (neutrini del ciclo CNO), alcuni dei punti salienti dell'attività ai LNGS nel triennio a venire sono: i) il completamento dell'installazione e l'inizio della presa dati del grande esperimento CUORE, uno dei progetti leader a livello mondiale nella ricerca del raro processo di Doppio Decadimento nucleare senza emissione di neutrini (accanto a CUORE, siamo entrati nella fase 2 dell'esperimento GERDA che usa una tecnica complementare rispetto a quella usata da CUORE) ii) l'installazione, da una parte, di uno degli apparati con la più alta sensibilità che sia mai stata raggiunta nella ricerca di particelle di materia oscura, l' esperimento Xenon 1T, con uso dello xenon liquid quale bersaglio e, dall'altra, di un innovativo apparato per la ricerca di materia oscura, DarkSide, che utilizza argon liquido quale bersaglio; iii) l'installazione di LUNA-MV con un apparato sperimentale che potrà studiare in dettaglio alcune delle più importanti reazioni nucleari che avvengono nelle stelle o che sono avvenute pochi istanti dopo il Big Bang quando si formarono i primi nuclei di materia .

LNL. Il laboratorio è dedicato alla fisica e astrofisica nucleare di base, assieme allo sviluppo delle tecnologie nucleari connesse, e trova i suoi punti di forza nello sviluppo di rivelatori di radiazioni nucleari e nella realizzazione di acceleratori innovativi per ioni. Cruciale per il futuro di LNL sarà il grande progetto SPES che comprende la messa in funzione del nuovo ciclotrone, giunto l'anno scorso a LNL. Oltre che allo studio di proprietà di una classe rilevante e sinora poco esplorata di nuclei, fornirà anche una struttura in grado di soddisfare esigenze di ricerca applicativa di interesse nazionale e internazionale, in particolare nel campo della medicina nucleare con la produzione di radioisotopi innovativi per applicazioni mediche nel campo della diagnostica e della terapia.

LNS. Il laboratorio opera nei campi della fisica nucleare e dell'astrofisica nucleare contraddistinguendosi anche in differenti ambiti della ricerca applicata. Ai LNS sono infatti presenti una sala di irraggiamento per la protonterapia (Catana), un laboratorio per i beni culturali (LANDIS), un laboratorio per la radioattività ambientale e ulteriori laboratori per attività multidisciplinari (fotonica, biologia, chimica, ecc.). Per l'Astrofisica particellare è in costruzione Km3NeT che costituirà la più grande infrastruttura di ricerca ad alta profondità nel Mar Mediterraneo. L'obiettivo principale di KM3NeT è la ricerca e lo studio di sorgenti puntiformi di neutrini di alta energia, la cui rivelazione segnerà l'inizio della astronomia con neutrini. Una sede dei LNS, situata a Capo Passero, collegata a Km3NeT sarà utilizzata anche in attività di ricerca multidisciplinari (geofisica, vulcanologia, biologia marina, ecc..).

Oltre ai 4 grandi laboratori, l'INFN possiede altri importanti **centri di ricerca**:

- l'Osservatorio Gravitazionale Europeo (**EGO**) è un consorzio internazionale. Il consorzio è attivo dal 2000 per terminare la costruzione, operare, mantenere e sviluppare l'interferometro Virgo, ai fini della ricerca delle onde gravitazionali. L'estesa infrastruttura è collocata nella campagna a una decina di chilometri da Pisa. Virgo è uno dei tre maggiori interferometri nel mondo, insieme ai due americani LIGO e avrà nella versione Advanced, che comincerà la presa dati l'estate 2016, una sensibilità paragonabile a quella che ha permesso agli

interferometri LIGO di osservare la prima onda gravitazionale. Al tempo stesso, EGO, in collaborazione con gli altri maggiori centri mondiali di ricerca sulle onde gravitazionali, porta avanti un importante programma di R&D sia su ulteriori avanzamenti della sensibilità sperimentale degli attuali interferometri in superficie che sulla possibilità di avere in futuro grandi interferometri sotterranei.

- Il Laboratorio di Tecniche Nucleari Applicate ai Beni Culturali (**LABEC**) è una struttura della Sezione di Firenze, basata come strumento principale su un acceleratore di particelle (Tandem), col quale si effettuano applicazioni interdisciplinari di tecniche della fisica nucleare, soprattutto per applicazioni nel settore dei Beni Culturali (datazioni col metodo del ^{14}C e analisi composizionale dei materiali usati in opere d'arte) e nell'ambito di problemi ambientali (controllo della qualità dell'aria con la misura della composizione delle polveri fini in atmosfera).
- Il **CNAF** è il centro nazionale dell'INFN dedicato alla ricerca e allo sviluppo nel campo delle discipline informatiche e telematiche e alla gestione dei relativi servizi per le attività di ricerca dell'Istituto. Ospita il centro nazionale di calcolo dell'INFN e partecipa a vari progetti di ricerca e sviluppo nel campo del calcolo distribuito Grid e Cloud, sia a livello nazionale che internazionale, svolti in collaborazione con aziende ICT e pubbliche amministrazioni.
- Il Laboratorio Acceleratori e Superconduttività Applicata (**LASA**), fondato nel 1987 presso l'INFN di Milano. La sua missione principale è quella di sviluppare, in collaborazioni internazionali, i grandi acceleratori di particelle basati sui sistemi superconduttori per l'accelerazione (cavità RF) e la guida (magneti) dei fasci. Questa attività ha portato negli anni allo sviluppo di applicazioni multidisciplinari, sia medicali con acceleratori, sia di dosimetria che di produzione di radionuclidi presso il laboratorio di radiochimica.
- Il **TIFPA** (Trento Institute for Fundamental Physics and Applications) intende potenziare prioritariamente le ricerche in nuovi settori che risultano strategici dal punto di vista tecnico-scientifico con ampie potenzialità di tipo applicativo/industriale. È per questo motivo che, oltre al partner istituzionale Università di Trento (UNI-TN), il TIFPA coinvolge la Fondazione Bruno Kessler (FBK) e l'Agenzia Provinciale Servizi Sanitari (APSS). La principale infrastruttura del TIFPA è il centro di protonterapia ed in particolare la sala sperimentale che contiene due linee di fascio, una dedicata agli studi preclinici di radiobiologia e fisica medica, e l'altra a fisica spaziale, schermature per missioni in LEO o interplanetarie, ed applicazioni industriali (danno alla microelettronica, Si-wafers ecc.).
- Il **GSSI** (Gran Sasso Science Institute) è un istituto di ricerca e istruzione superiore per realizzare a L'Aquila un polo di eccellenza scientifica internazionale al fine di favorire l'attrazione di risorse di alto livello nel campo delle scienze di base e dell'intermediazione tra ricerca e impresa (fisica, matematica, informatica, gestione dell'innovazione e dello sviluppo territoriale) attraverso attività didattica post-laurea, e di formazione di ricercatori altamente qualificati. Il GSSI organizza corsi triennali di dottorato rivolti a studenti selezionati in tutto il mondo. L'attività del GSSI si concentra in tre aree scientifiche: Fisica, Matematica e Informatica, Gestione dell'Innovazione e dello sviluppo territoriale. L'INFN è stato incaricato dal MIUR di essere l'ente attuatore del GSSI nel passato triennio. Durante tale periodo, essendo di nuova formazione, il GSSI non ha potuto rilasciare un proprio titolo di dottore di ricerca in modo autonomo, ma l'ha fatto in collaborazione con prestigiosi istituti di istruzione superiore: SISSA (Trieste), Sant'Anna (Pisa), IMT (Lucca). Con il 2016, tale "periodo di prova" per il GSSI si è concluso; l'ANVUR ha approvato l'operato del GSSI nel precedente triennio quale scuola di dottorato, e questo ha permesso di arrivare poi alla definizione del GSSI quale Scuola Superiore di Alta Formazione per gli studi di dottorato da parte del MIUR. Si tratta di una storia di successo del primo istituto di alta formazione avente quale ente attuatore un ente di ricerca in Italia.

- **IFMIF** ("International Fusion Material Irradiation Facility") è la realizzazione di un impianto di test per simulare il danneggiamento da radiazioni sui materiali costitutivi dei futuri reattori a fusione nucleare. IFMIF è uno dei tre progetti chiave che rientrano nelle cosiddette attività di più "Ampia Strategia" (Broader Approach), in base ad un accordo firmato a Tokyo il 5 febbraio 2007.

PROGETTI CON ALTRI ENTI E UNIVERSITÀ, PROGETTI EUROPEI, ERIC E FONDI ESTERNI

L'Istituto, grazie alla sua **struttura geograficamente distribuita sul territorio nazionale**, alla natura pervasiva della sua esistenza nei Dipartimenti di Fisica delle Università e alle eccellenze presenti nei Laboratori e nelle Sezioni, si configura in modo naturale come attore in molte iniziative di collaborazione scientifica a livello nazionale e internazionale con i principali enti pubblici di ricerca italiani e i principali laboratori internazionali. L'INFN ha da sempre promosso e favorito ogni iniziativa intesa a intensificare i rapporti scientifici con le istituzioni e i ricercatori stranieri, sia attraverso appositi programmi di ospitalità di studiosi in Italia, sia attraverso lo scambio di ricercatori sulla base di convenzioni e accordi specifici, con in media circa 500 ricercatori stranieri che visitano le nostre Strutture ogni anno.

L'Istituto da tempo collabora con i principali enti pubblici nazionali di ricerca (CNR, ENEA, ASI, INGV, Sincrotrone Trieste, INAF, Centro Fermi e INRIM) e sono inoltre attive altre collaborazioni con il CNISM e con il CINECA.

L'INFN, per la natura delle ricerche che promuove e coordina, tradizionalmente opera in un vasto contesto di collaborazioni internazionali. Merita certamente il massimo rilievo l'attività condotta dall'Istituto presso il CERN di Ginevra, ma l'Istituto è presente anche negli altri grandi laboratori internazionali, quali, per citarne alcuni: FERMILAB, SLAC, BNL, e JLAB (Stati Uniti); PNPI, BINP e JINR (Federazione Russa); IHEP (Cina); RIKEN e KEK (Giappone); BARC (India), DESY e GSI (Germania); ESRF (Francia), ecc.

L'INFN ha sottoscritto quasi 100 accordi di **cooperazione scientifica** con Istituti di ricerca situati in 30 Paesi tra cui quelli recenti firmati con Istituzioni scientifiche quali ICHEP (Israele) e SESAME (Giordania).

Al fine di un sempre maggiore coordinamento delle attività di ricerca scientifica, la Giunta Esecutiva dell'Istituto partecipa annualmente ad **incontri bilaterali** con i rappresentanti delle principali Istituzioni di ricerca dei seguenti paesi: Cina (IHEP), Francia (CNRS/IN2P3), Regno Unito (STFC), Russia (JINR, Kurchatov), Stati Uniti (DOE, NSF).

Sono **31 le Università dove l'INFN ha proprie strutture** e altre 8 con cui ha accordi quadro attivi. Complessivamente l'INFN versa annualmente alle Università convenzionate circa **2 milioni di Euro** come contributo alle biblioteche e alle spese di gestione delle strutture universitarie. Nel corso del 2015 sono stati erogati circa 3,3 milioni di Euro per 189 borse di dottorato, circa 0,8 milioni di euro per 54 assegni di ricerca cofinanziati e circa 0,6 milioni di Euro per 9 posizioni di ricercatore a tempo determinato (scheda 7.2). Si tratta di numeri che danno un'idea solo parziale dell'apporto dell'Istituto al sistema Universitario giacché non indicano né l'apporto per le attività di ricerca al personale Universitario associato all'Istituto (circa 3500 persone) né il fondamentale contributo "in kind" che l'Istituto naturalmente corrisponde al sistema universitario (ad es., accade molto spesso che le officine meccaniche ed elettroniche e i centri di calcolo che operano nei vari Dipartimenti di Fisica siano allestite ed operate, in maniera preponderante, con risorse umane e finanziarie di fonte INFN).

L'INFN collabora con CNR e ELETTRA allo sviluppo delle Infrastrutture di Ricerca (IR) europee nell'ambito del programma ESFRI. Le IR sono basate su acceleratori di elettroni che alimentano sorgenti di raggi X da sincrotrone o da free electron laser (facility **ESRF**, **EuroFEL** e **XFEL**) o sorgenti di impulsi ultrabrevi, ultraintensi (facility **ELI**). Una seconda categoria di IR è basata su acceleratori di ioni (protoni) che alimentano sorgenti di spallazione di neutroni (**ESS-European Spallation Source**). La partecipazione italiana a tali IR ha una grande rilevanza sia per la vasta comunità di utenti, ampiamente distribuita nelle Università e nei Consorzi Interuniversitari, che copre un ampio spettro di aree scientifiche, sia per **l'industria italiana**. Sono infatti numerose le aziende italiane che posseggono requisiti per partecipare attivamente alla costruzione delle IR, attraverso la fornitura di componentistica e strumentazione ad alta tecnologia.

INFN dal 2013 partecipa alla realizzazione di **SESAME** (Synchrotron-light for Experimental Science and Applications in the Middle East), che costituirà il più importante centro di ricerca internazionale del Medio Oriente. Inoltre a INFN è stato affidato lo studio di fattibilità di IGNITOR, un reattore sperimentale a fusione nucleare, oggetto di un accordo bilaterale Italia-Russia.

La trasformazione di significative grandi infrastrutture di ricerca nazionali in ERIC (European Research Infrastructure Consortium) è vista con grande interesse sia dai nostri Ministeri (MIUR e MAE) che dall'INFN. Accanto ad indubbie facilitazioni di ordine pratico (esenzione IVA, regole europee per procurements e contratti), riteniamo vi sia un grande valore e potenziale nell'apertura di alcune nostre grandi IR nel quadro del vasto ed interessante Spazio della Ricerca Europea. In particolare, l'Ente, con il forte supporto del MIUR, sta perseguendo questa finalità per due IR. LNGS, al momento la più grande facility scientifica sotterranea al mondo con un'eccellente accessibilità, deve affrontare e vincere sfide importanti nel suo futuro per mantenere la sua leadership tra i grandi laboratori sotterranei (in particolare sta per entrare in funzione il laboratorio cinese Jinping, che avrà maggiore grandezza e profondità rispetto a LNGS). Per poter ospitare nuovi grandi progetti di terza generazione per la ricerca sia di materia oscura che del doppio decadimento beta senza neutrini e per poter essere sede di una rilevante facility per l'intera Europa per la crescita di cristalli ultrapuri, è auspicabile che LNGS possa compiere il salto da laboratorio nazionale a IR di tipo internazionale, in particolare secondo la modalità offerta dagli ERIC. Olanda, Germania, Francia, Spagna, oltre che altri paesi quali Ungheria e Svezia, hanno manifestato interesse in tale ERIC.

Il secondo ERIC su cui da tempo stiamo lavorando concerne la creazione di un Osservatorio Europeo per lo studio delle Onde Gravitazionali, ERIC EGO (European Gravitational Observatory). Non c'è dubbio che la recente scoperta delle onde gravitazionali ha messo ancor più in evidenza la rilevanza e l'urgenza di procedere in modo compatto in Europa verso una grande IR paneuropea, eventualmente multi-sito, dedicata alla neonata astronomia gravitazionale. La nostra IR Virgo a Cascina dovrà costituire naturalmente almeno uno dei siti di tale Osservatorio che potrà prevedere anche la presenza di un grande interferometro sotterraneo (ET – Einstein Telescope). L'iniziativa di questo ERIC è sostenuta da Italia, Francia, Germania, Olanda, Spagna, UK e Ungheria.

L'impegno dell'Istituto sui **fondi strutturali** rimane costante, ricordando anche che il nostro Ente ha avuto e continua ad avere un ruolo attivo di ausilio ad Autorità nazionali e regionali nello studio delle strategie e delle politiche per alcuni Programmi Operativi della nuova programmazione. La diffusione capillare delle strutture INFN nel nostro Paese rappresenta un punto di forza del sistema socio-economico attraverso cui accrescere il potenziale di ricerca e innovazione presente nei vari territori, nel rispetto della peculiarità di ciascuno di essi e dunque delle strategie espresse nella Smart Specialisation Strategy (S3). Sui PON Smart Cities e su alcuni POR regionali finanziati in

ambito FSE e FESR l'Istituto ha ottenuto risultati di grande rilievo sia per progetti in appoggio ad una migliore gestione delle amministrazioni locali sia per la connessione con le imprese, anche attraverso numerose azioni di formazione direttamente connesse alle necessità del mondo produttivo. Attraverso questi canali, naturalmente, l'INFN apre anche nuovi flussi di finanziamento che, seppure in settori indirizzati, fanno da complemento all'erogazione ordinaria del MIUR e dimostrano la capacità dell'Ente di attrarre risorse esterne. Nel campo del Programma Operativo Nazionale (PON) vanno ricordate ad esempio le già citate iniziative KM3NeT, per la costruzione di un grande laboratorio multi-disciplinare sottomarino, **RECAS** e **PRISMA** per le infrastrutture di calcolo, **NAFASSY** per test di manufatti che utilizzano tecnologie superconduttive. Nei contesti regionali e locali (Programma Operativo Regionale e assimilabili) l'azione dell'Istituto è diretta a garantire la collocazione di un determinato territorio in collegamenti (network) di valore internazionale, che è un asset fondamentale dell'Ente. Inoltre nuovi settori di R&S tecnologici potranno dare vita, in un prossimo futuro, a nuovi cluster tecnologici (anche di tipo **cross-cluster**). Tutto ciò sposa la strategia di Europa 2020 e dunque il nuovo programma europeo di finanziamento della ricerca. In effetti, l'approccio innovativo che l'Unione Europea ha adottato per il finanziamento della Ricerca e dell'Innovazione nel settennio 2014-2020, prevede il coordinamento di diversi strumenti e, in primis, il coordinamento tra le iniziative del Programma Horizon2020 e quelle dei Fondi Strutturali e di Investimento europei.

LE ATTIVITÀ DI TERZA MISSIONE DELL'INFN

Le principali attività di terza missione dell'Ente riguardano l'alta formazione, la divulgazione e le attività di trasferimento tecnologico.

L'INFN gioca da sempre un ruolo importante nell'**Alta Formazione (AF)** in Italia. Un gran numero di ricercatori e tecnologi (oltre 200) partecipano direttamente alle attività formative nell'Università con il regolare affidamento di corsi ed un numero molto maggiore svolge attività di tutoraggio a vari livelli. Circa il 40% del totale degli studenti italiani in fisica fa ricerca in progetti finanziati in parte o completamente dall'INFN. L'Ente eroga ogni anno più di duecento nuove borse di studio per l'alta formazione. In particolare circa 50 borse sono assegnate alle singole Scuole di Dottorato senza restrizione sul tema, e circa centocinquanta assegni di ricerca sono banditi annualmente sia dall'INFN che in cofinanziamento con l'Università. Inoltre 34 borse post-PhD vengono bandite per attrarre giovani ricercatori stranieri. L'INFN sostiene direttamente la ricerca di dottorandi, laureandi e post-doc associandoli alle sue attività (in media 590 dottorandi e 500 post-doc ogni anno). L'INFN organizza, da solo o in consorzio con Università, vari Masters (tipicamente 4 o 5 per anno), seminari e scuole di aggiornamento nel campo della fisica nucleare e subnucleare (annualmente circa 700 partecipanti tra italiani e stranieri), e corsi di formazione diretti a specialisti di settori dove trovano applicazione tecniche di fisica avanzata, nonché corsi di aggiornamento per docenti delle scuole secondarie.

L'INFN compie da sempre un grande sforzo di **divulgazione** delle sue attività e delle sue scoperte rivolgendosi al pubblico in generale ed agli studenti delle scuole in particolare. Un esempio ne è il progetto EEE - Extreme Energy Events - che, in collaborazione con il Centro Fermi, realizza un network di studenti che compiono osservazioni originali sui raggi cosmici. Altro esempio è l'iniziativa, in risposta ad un bisogno di reagire al fenomeno dell'abbandono scolastico, di far partire percorsi di tirocinio presso i propri laboratori, che coinvolgono sia il personale ricercatore e tecnologo che il personale tecnico ed amministrativo. Inoltre, da molti anni l'INFN organizza corsi di aggiornamento per docenti delle scuole secondarie, con l'obiettivo di divulgare i più recenti

sviluppi della fisica delle interazioni fondamentali. Tra questi, gli "Incontri di Fisica" di Frascati (nel 2016 alla sedicesima edizione) raccolgono circa 200 docenti provenienti da tutta Italia.

Nei **rapporti con i media** l'INFN si è consolidato come un'importante fonte di informazione e un punto di riferimento per i giornalisti scientifici italiani e le agenzie di stampa. L'INFN conduce progetti a livello nazionale coordinati dal proprio Ufficio Comunicazione e a livello locale dalle singole strutture presenti sul territorio. Pubblica una rivista dedicata agli insegnanti, **Asimmetrie**, al fine di offrire loro uno strumento di approfondimento e da utilizzare per fini didattici. Promuove **conferenze pubbliche, spettacoli** in collaborazione con artisti, **mostre** per parlare di scienza in modo suggestivo e coinvolgente. Ha curato cicli di **trasmissioni televisive** su canali *educational* nazionali, e gestisce un sito interattivo, **ScienzaPerTutti**, al quale gli studenti e quanti interessati al settore possono rivolgersi. Inoltre l'INFN aderisce alle grandi e tradizionali iniziative internazionali di **disseminazione al grande pubblico**: dalla "Notte Europea dei Ricercatori", alla "Settimana della Cultura Scientifica". Infine, l'INFN **apre le porte delle proprie strutture al pubblico**, accompagnandolo nella visita e facilitando l'avvicinamento anche ai temi più complessi con laboratori, seminari divulgativi e iniziative varie. Le attività di comunicazione dell'INFN costituiscono uno strumento di "continuous education" a disposizione della società italiana. Lo testimoniano anche il progetto didattico **Masterclass** a cui ogni anno partecipano circa 2000 studenti sparsi in tutta Italia. che si svolge in quasi tutte le sezioni INFN e che nel 2015 è risultato vincitore del bando di diffusione della cultura scientifica della legge 6/2000 del MIUR.

Gli alti livelli d'innovazione e di capacità di realizzazione sono la base della **forza tecnologica dell'Ente**, attraverso la promozione della ricerca su dispositivi, materiali, tecniche e processi mirati alla sua attività sperimentale. Allo stesso tempo alcuni di questi sviluppi, in origine stimolati dalle necessità di costruzione degli apparati sperimentali, possono successivamente trovare una nuova vita sul fronte delle **ricerche interdisciplinari**, a volte in modo rivoluzionario. Queste tecnologie spesso non fanno parte del know-how industriale e richiedono soluzioni innovative. In questo processo continuo il ruolo del **trasferimento tecnologico** è, in primis, quello di valorizzare idee e tecniche innovative che nascono nell'ambito della ricerca di base e, successivamente, di facilitare/catalizzare i processi che guidano lo scambio di conoscenza fra mondo della ricerca e mondo delle imprese così consentendo alle nuove tecnologie di tradursi in beni e servizi fruibili dalla collettività.

L'obiettivo del trasferimento tecnologico dell'INFN è quello di proseguire un cammino basato sull'esperienza positiva e decennale di **collaborazioni con imprese partners** di esperimenti nazionali e internazionali, strutturando e implementando tale approccio. Il Comitato Nazionale di Trasferimento Tecnologico (**CNTT**) è l'organo preposto al coordinamento delle attività di TT. Il Comitato è supportato operativamente dall'**Ufficio di Trasferimento Tecnologico** che cura aspetti amministrativi e di sostegno operativo ai ricercatori. L'Ufficio TT è stato potenziato con risorse umane qualificate che coprono i diversi profili di competenza (giuridico/brevettuale, economico, tecnologico) propri di un settore con forti caratteristiche d'interdisciplinarietà.

Negli ultimi anni l'Istituto ha avviato un percorso di ottimizzazione e implementazione dei processi di trasferimento tecnologico. Tra le azioni intraprese vanno segnalate :

1. la formulazione di specifici regolamenti in merito a valorizzazione, sviluppo e applicazione delle conoscenze dell'INFN;
2. l'apertura di un sito web dedicato;
3. l'attivazione di collegamenti con l'Ufficio Comunicazione per la diffusione delle azioni intraprese;
4. il coordinamento con le attività relative alla partecipazione a bandi regionali, nazionali e

- comunitari (Horizon2020);
5. la creazione di una rete di referenti locali del TT, uno per struttura, e la cura della loro formazione;
 6. la costituzione di un **ILO** che si occupa di pubblicizzare presso le aziende italiane le commesse delle grandi infrastrutture europee di ricerca alle quali l'INFN collabora (CERN,ESFR,ESS).

La formulazione di **specifici regolamenti** ha dato il primo contributo allo sviluppo delle attività di trasferimento tecnologico stabilendo un set di regole sulle modalità di valorizzazione della ricerca dell'Istituto. Tale processo ha raggiunto un importante traguardo nella stesura del **Disciplinare per il TT**.

Il **sito web** è stato sviluppato con l'obiettivo di farne un portale interattivo dove gli stakeholders dell'INFN (ricercatori, imprese, altre istituzioni interessate) possono accedere ai servizi di trasferimento tecnologico messi a disposizione dall'Istituto: ad esempio il sito è strumento di dialogo con i ricercatori (modulistica, assistenza brevetti e spin off) e con le imprese (ricerca di tecnologie, ricerca di collaborazioni, ricerca di servizi o strumentazione di alta tecnologia, etc.). Inoltre è stato realizzato un database delle infrastrutture e della strumentazione che ogni Laboratorio/Sezione possiede per facilitare la richiesta di **servizi di conto terzi** da parte delle imprese.

Non meno importanti sono state l'organizzazione e la formazione dei referenti locali che si occupano della sensibilizzazione della rete scientifica e forniscono le prime risposte al ricercatore che si presenta con un quesito sulla valorizzazione della propria ricerca. A partire dal settembre 2012 si tengono incontri periodici (tipicamente ogni due mesi) ai quali partecipano i referenti locali del TT e i membri del CNTT. La formazione è considerata un momento di comunicazione e condivisione delle linee guida del TT ed un momento di aggregazione e feed-back rispetto ai risultati raggiunti.

Conseguentemente a ciò, si è registrato un forte incremento delle iniziative di ricerca collaborativa e in conto terzi condotte con l'impresa, di protezione e valorizzazione della proprietà intellettuale e delle attività a supporto della creazione di **spin-off companies**.

VALUTAZIONE DELL'ENTE

L'INFN è sempre stato focalizzato nel controllo dei propri programmi di ricerca, grazie all'esistenza di diverse strutture che eseguono la **valutazione ex-ante, in itinere ed ex-post** di esperimenti e iniziative. Oltre alle Commissioni Scientifiche Nazionali (CSN), che hanno un ruolo in tutte le fasi dei progetti, il **Consiglio Tecnico Scientifico** (CTS) ha un ruolo consultivo nella valutazione ex-ante nel caso di progetti di particolare rilevanza. Il CTS è composto da esperti internazionali e nazionali, tutti esterni all'INFN, con l'eccezione del suo presidente. Il CTS valuta la congruità delle risorse umane e finanziarie e l'adeguatezza delle infrastrutture per i progetti con maggiore impatto economico.

Fin dal 1997 l'Ente si avvale di un **Comitato di Valutazione Internazionale** (CVI), che viene rinnovato ogni quattro anni dall'INFN, costituito da esperti internazionali, sia nei campi dove l'Istituto conduce le proprie attività di ricerca, sia in settori che sono interessati o connessi a tali attività, come quello industriale e produttivo o più in generale quello economico. **Nessun ricercatore**, dipendente o associato, **INFN**, è componente del CVI. Il CVI redige annualmente un

rapporto sulla qualità della ricerca INFN in cui fornisce anche indicazioni e raccomandazioni per migliorarne la performance globale. Tale rapporto è inviato dall'INFN al MIUR allegato al Piano Triennale.