Una breve descrizione dell'INFN

L'INFN è un ente dedicato allo studio dei costituenti fondamentali della materia e delle leggi che li governano. Svolge attività di ricerca, teorica e sperimentale, nei campi della fisica subnucleare, nucleare e astroparticellare.
Ricordiamo intanto le principali caratteristiche dell'ente:

- Una missione molto chiara: forte compattezza della comunità con conseguente grandeefficienza 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 la 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. E' 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.
- 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 medicale, 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, il riconoscimento della scoperta del bosone di Higgs attraverso il premio Nobel a Englert e Higgs premia uno sforzo ventennale dell'INFN che ci vede orgogliosi protagonisti degli esperimenti a LHC, dove continuiamo ad avere ruoli di leadership molto superiori alla proporzione suggerita dal nostro contributo. In particolare, uno dei due esperimenti che hanno scoperto il bosone di Higgs era condotto da Fabiola Gianotti che ha assunto la direzione del Cern a partire dal gennaio 2016. LHC, che ora funziona alla sua energia di disegno, ci permetterà di aprire una finestra emozionante sulla fisica che deve esistere al di là del Modello Standard.
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 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.

Nel nostro Laboratorio Nazionale di Legnaro entrerà presto in funzione l'acceleratore SPES, al servizio della ricerca nucleare di base e con potenzialità straordinarie per la produzione di radiofarmaci, che si realizzerà in collaborazione con una ditta privata.
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 (Pisa).

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.
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.
In campo internazionale va sottolineato il notevole incremento di progetti in collaborazione con la Cina, potenza emergente della fisica. Stiamo conquistando una partnership privilegiata specialmente nel campo degli esperimenti scientifici su satelliti e nella fornitura di tecnologie mutuate 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). Particolarmente significativa è la vittoria nella gara per la costruzione di una infrastruttura di ricerca in Romania da parte dell'associazione EuroGammaS di cui l'INFN è capofila, cosi come l'impegno a costruire parti rilevanti dell' European Spallation Source (ESS).

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 è iniziata 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.
Registriamo con orgoglio lo straordinario successo in termini di domande di iscrizione del Gran Sasso Science Institute, la scuola di dottorato ubicata a L'Aquila, di cui l'INFN è ente attuatore, 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 700 domande) di cui circa la metà provenienti dall'estero.
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.
Dedichiamo inoltre un grande sforzo alla divulgazione scientifica attraverso eventi, mostre, convegni, attività nelle scuole.

Passando ora ad aspetti più formali, l'INFN è l'ente pubblico nazionale di ricerca, vigilato dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR), dedicato allo studio dei costituenti fondamentali

della materia e delle leggi che li governano. Svolge attività di ricerca, teorica e sperimentale, nei campi della fisica subnucleare, nucleare e astroparticellare. Le attività di ricerca dell'INFN si svolgono tutte in un ambito di competizione internazionale e in stretta collaborazione con il mondo universitario italiano, sulla base di consolidati e pluridecennali rapporti. La ricerca fondamentale in questi settori richiede l'uso di tecnologie e strumenti di ricerca d'avanguardia che l'INFN sviluppa sia nei propri laboratori sia in collaborazione con il mondo dell'industria. L'INFN è stato istituito l'8 agosto 1951 da gruppi delle Università di Roma, Padova, Torino e Milano al fine di proseguire e sviluppare la tradizione scientifica iniziata negli anni '30 con le ricerche teoriche e sperimentali di fisica nucleare di Enrico Fermi e della sua scuola. Nella seconda metà degli anni '50 l'INFN ha progettato e costruito il primo acceleratore italiano, l'elettrosincrotrone realizzato a Frascati dove è nato anche il primo Laboratorio Nazionale dell'Istituto. Nello stesso periodo è iniziata la partecipazione dell'INFN alle attività di ricerca del CERN, il Centro europeo di ricerche nucleari di Ginevra, per la costruzione e l'utilizzo di macchine acceleratrici sempre più potenti. Oggi l'ente conta circa 5000 scienziati il cui contributo è riconosciuto internazionalmente non solo nei vari laboratori europei, ma in numerosi centri di ricerca mondiali.
Un aspetto fondamentale delle attività di ricerca è che queste vengono effettuate in strettissimo contatto con le Università. Circa 750 docenti universitari hanno un incarico di ricerca presso l'Ente (questo implica che la parte principale delle loro attività avviene in ambito INFN) ed altri 630 hanno una associazione scientifica o tecnologica. In questo seconda categoria sono inclusi tutti coloro i quali hanno attività di ricerca in ambito INFN, anche se non è necessariamente la parte dominante delle loro attività. In ogni caso le attività di ricerca sia di incaricati che di associati sono finanziate senza distinzione di ruoli, ma solo sulla base della qualità della ricerca proposta.
Di seguito un breve estratto dello Statuto dell'Ente (il documento completp è scaricabile direttamente alla seguente URL: http://www.ac.infn.it/organizzazione/statutoINFN_20140417.pdf)

1- L'Istituto promuove, coordina ed effettua la ricerca scientifica nel campo della fisica nucleare, subnucleare, astroparticellare e delle interazioni fondamentali, nonché la ricerca e lo sviluppo tecnologico pertinenti all'attività in tali settori, prevedendo forme di sinergia con altri enti di ricerca e il mondo dell'impresa (art.2, comma 1, D. Lgs. 213/2009) nel rispetto dei principi di cui all'artlcolo 8, comma terzo, della legge 9 maggio 1989 n. 168, dell'articolo 13 del decreto legislativo 29 settembre 1999, n. 381 e nel rispetto della Carta Europea dei Ricercatori, adottata dall'Istituto nel dicembre 2005.
2- L'Istituto nel perseguimento della propria missione si avvale in via prioritaria della collaborazione con le Università, regolata da apposite convenzioni.
3- L'Istituto altresì:
   a. promuove e partecipa a collaborazioni, stipula convenzioni e contratti in materia di studio, ricerca e servizi con enti, socletà ed imprese pubbliche e private, nazionali, comunitari, stranieri e organizzazioni internazionali;
   b. partecipa ad organismi scientifici e tecnici dell'Unione Europea, contribuendo alla formazione dell'area Europea della Ricerca, o di altri Paesi o comunque a carattere internazionale, operanti nell'ambito dei settori di sua competenza;
   c. stipula accordi di collaborazione scientifica con l'industria nell'ambito dei quali può rendere disponibili conoscenze, mezzi strumentali e brevetti;
   d. promuove, nel rispetto della vigente normativa in materia ed in particolare degli artt. 18 e 23 del D.Lgs. 127/2003, la costituzione e partecipa a consorzi, fondazioni, società, anche internazionali, stranieri e comunitari, che abbiano come scopo lo sviluppo delle ricerche, la prestazione di servizi ad esse attinenti o il trasferimento e la valorizzazione di conoscenze, nei campi di sua competenza ed in campl interdisciplinari e di interesse applicativo;
   e. favorisce l'innovazione promuovendo li trasferimento al mondo produttivo e alla società delle conoscenze e delle tecnologie acquisite;
   f. promuove e provvede alla formazione scientifica e alla diffusione della cultura nei settori istituzionali anche in collaborazione con le Università; può conferire borse di studio e premi;
   g. si impegna a garantire parità e pari opportunità nel trattamento delle lavoratrici e dei lavoratori,l'assenza di qualunque forma di discriminazione, diretta e indiretta, nonché il benessere di chi lavora.

L'Ente presenta –annualmente- un Piano Triennale a scivolamento dove si presenta l'attività e le prospettive future. Per una comprensione più dettagliata delle attività, degli obiettivi, e delle prospettive, si rimanda ai Piani Triennali del periodo:

2011-2013:
http://web2.infn.it/presidenza/images/presidenza/Documenti/Piani_Triennali/PT1113.pdf
2012-2014:
http://web2.infn.it/presidenza/images/presidenza/Documenti/Piani_Triennali/PT1214.pdf
2013-2015:
http://web2.infn.it/presidenza/images/presidenza/Documenti/Piani_Triennali/PT1315.pdf
2014: 2016:
https://web2.infn.it/presidenza/index.php?option=com_content&view=article&layout=edit&id=171

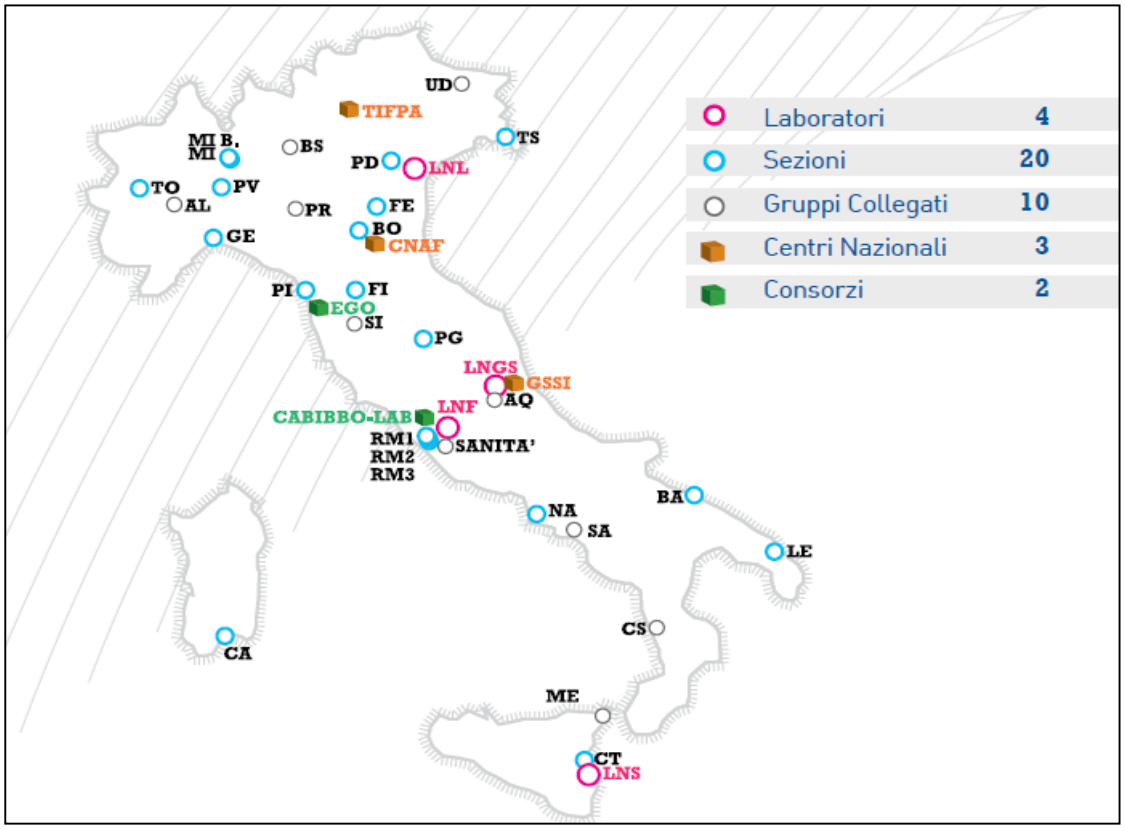
Qui, di seguito, forniamo alcune informazioni di massima su come è strutturato l'Ente.

Descrizione:

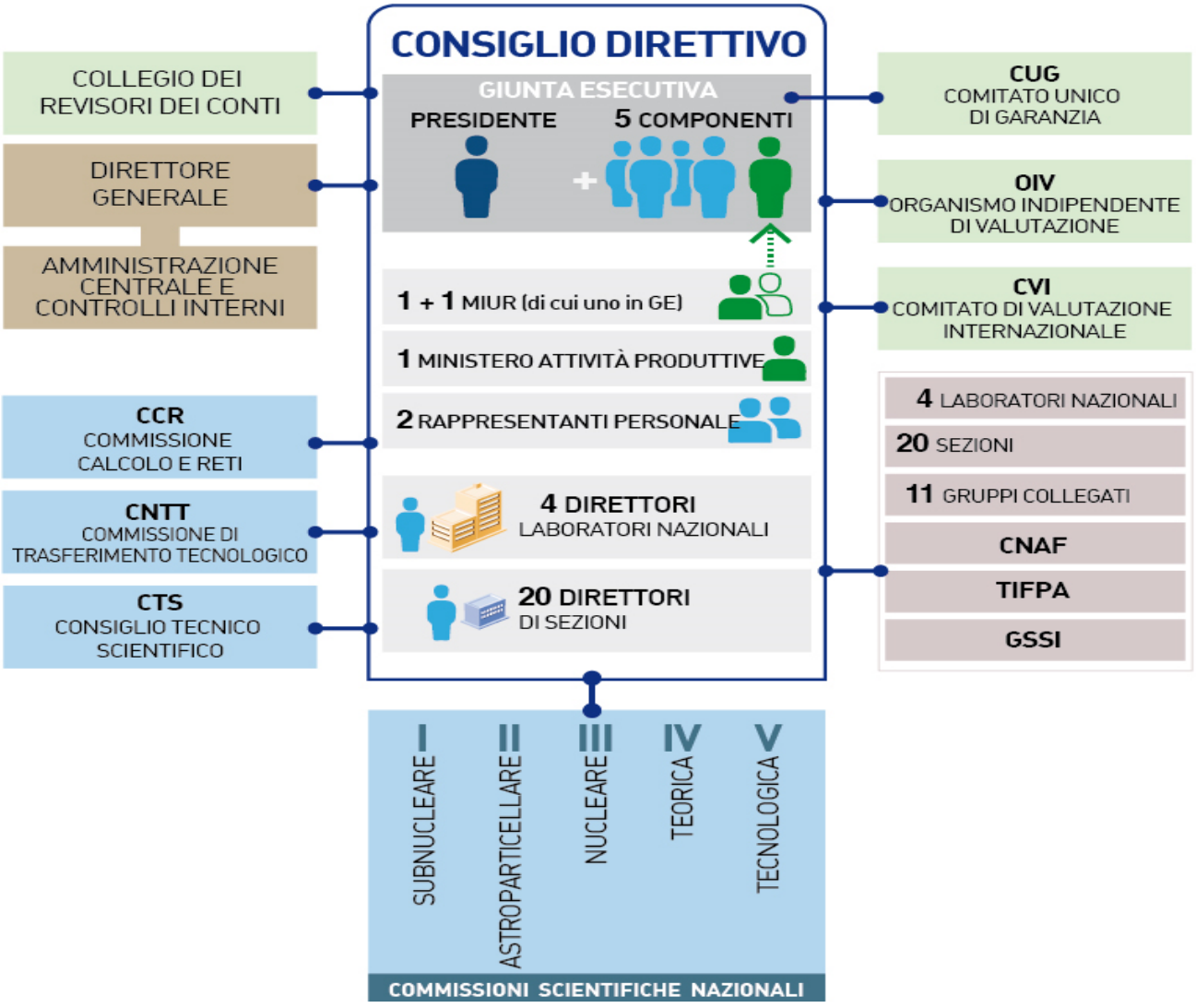
L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) è l'ente pubblico di ricerca, vigilato dal MIUR, dedicato allo studio dei costituenti fondamentali della materia e alle loro interazioni; la sua attività di ricerca, teorica e sperimentale si estende ai campi della fisica subnucleare, nucleare ed astroparticellare. L'Ente considera poi con grande attenzione tutte le applicazioni, derivanti da tale ricerca di base, che abbiano un significativo impatto sulla società, il territorio e il suo tessuto produttivo, e costituiscano un importante stimolo per l'innovazione tecnologica del nostro Paese.

Le attività di ricerca dell'INFN si svolgono tutte in un ambito di collaborazione e competizione internazionale e in stretta cooperazione con il mondo universitario italiano, sulla base di consolidati e pluridecennali rapporti. Numerose attività di ricerca dell'Ente sono condotte in modo sinergico con altri Enti di ricerca nazionali. La ricerca fondamentale in questi settori richiede l'uso di tecnologie e strumenti di ricerca d'avanguardia che l'INFN sviluppa sia nei propri laboratori che in collaborazione con il mondo dell'industria.

L'attività dell'INFN si basa su due tipi di strutture di ricerca complementari: le Sezioni e i Laboratori Nazionali (vedi figura in basso). I quattro Laboratori nazionali, con sede a Catania (Laboratori Nazionali del Sud – LNS), Frascati (Laboratori Nazionali di Frascati – LNF), Legnaro (Laboratori Nazionali di Legnaro – LNL) e Gran Sasso (Laboratori Nazionali del Gran Sasso – LNGS), ospitano grandi apparecchiature e infrastrutture messe a disposizione della comunità scientifica nazionale e internazionale. Le 20 Sezioni e i 10 Gruppi collegati alle Sezioni o Laboratori hanno sede in altrettanti dipartimenti di fisica universitari e realizzano la stretta connessione tra l'Istituto e le Università.



A supporto delle attività INFN vi sono inoltre due centri nazionali, il CNAF di Bologna, che ospita il principale centro di calcolo dell'ENTE ed il TIFPA di Trento (Trento Institute for Fundamental Physics and Applications), un centro nazionale di scienza e tecnologia gestito insieme alla Provincia, all'Università ed alla Fondazione Bruno Kessler di Trento. L'INFN gestisce il GSSI (Gran Sasso Science Institute), una scuola di dottorato internazionale.
Per lo svolgimento dell'attività scientifica, l'Istituto si avvale di cinque Commissioni Scientifiche Nazionali (CSN), consultive del Consiglio direttivo. Esse coprono rispettivamente le seguenti linee scientifiche: fisica subnucleare (CSN1), fisica astroparticellare (CSN2), fisica nucleare (CSN3), fisica teorica (CSN4), ricerche tecnologiche e interdisciplinari (CSN5). Il cuore della ricerca INFN è nel funzionamento delle CSN che effettuano una peer review stringente di ogni iniziativa di ricerca nelle sue fasi (ex-ante, in itinere, ex-post).
Inoltre la Commissione Calcolo e Reti si occupa di coordinare le attività di calcolo avanzato che l'Ente porta avanti.
I 4 laboratori nazionali LNL, LNGS, LNF, LNS rappresentano un'ossatura fondamentale per tutte le iniziative dell'INFN ed in particolare ospitano infrastrutture e facilities messe a disposizione della comunità internazionale. Oltre a tali laboratori nazionali, l'Ente possiede altre grandi infrastrutture di ricerca che intende valorizzare ancor più nel prossimo triennio nel quadro di una programmazione ed incentivazione delle infrastrutture di ricerca in chiave europea. L'organizzazione manageriale e scientifica è mostrata in figura In generale le aree di ricerca sono divise in cinque linee, a ciascuna delle quali corrisponde una Commissione Scientifica Nazionale



A fine 2014 erano in servizio presso l'Ente 2031 persone, di cui 1720 assunti a tempo indeterminato e 311 a tempo determinato. Il personale ricercatore (TI e TD) è composto da un totale di 639 unità, mentre il personale tecnologo consta di 336 persone.
L'attività di ricerca scientifica e tecnologica dell'INFN, seguendo lo schema di articolazione di H2020, si può organizzare raggruppando i progetti di ricerca lungo le tre linee: "excellent science", "better society" e "competitive industries and innovation technology".

Excellent Science:

La linea di ricerca relativa ai progetti di "excellent science", racchiude gran parte delle attività svolte nelle quattro commissioni scientifiche CSN1–CSN4. Va precisato, tuttavia, che la linea "excellent science" non si esaurisce all'interno delle attività di queste CSN, ma, come avremo modo di vedere, è presente anche in alcuni progetti di CSN5, CCR etc.
Le linee salienti dell'attività di ricerca scientifica dell'INFN nell'ambito di "excellent science" sono le seguenti:

1) Anche grazie all'intenso lavoro svolto dall'INFN alle macchine acceleratrici pre-LHC, la validità della teoria della fine degli anni '60, nota come Modello Standard (MS) delle interazioni fondamentali, era stata abbondantemente accertata. Se era noto che la Natura sceglieva il meccanismo di rottura spontanea (il cosiddetto meccanismo di Higgs) per rompere le simmetrie associate alle interazioni elettromagnetiche e deboli (elettrodeboli) e provvedere le masse delle particelle elementari, toccava a LHC identificare l'"autore" di tale rottura di simmetria: il bosone scalare di Higgs previsto dal MS appariva il più probabile candidato, ma anche altre alternative potevano essere ancora possibili. Il 4 luglio 2012 questo cruciale quesito per la nostra comprensione delle interazioni fondamentali ha trovato la sua risposta dai risultati di LHC: è stata annunciata la scoperta di una particella che ha le caratteristiche del bosone scalare di Higgs del MS. Più dati saranno necessari per concludere in modo definitivo che quanto abbiamo scoperto è proprio il bosone di Higgs del MS. A partire da maggio 2015 LHC ha iniziato a fornire collisioni all'energia record di 13 TeV, che permetteranno di studiare con maggiore precisione le proprietà di questa particella. La domanda se quanto abbiamo trovato sia l'Higgs del MS o il segnale della presenza di una nuova fisica oltre il MS è così fondamentale che oggi si sta già vivacemente discutendo della possibilità di avere una nuova macchina acceleratrice (un collisore lineare – International Linear Collider- oppure una macchina acceleratrice circolare del tipo di LHC, ma molto piu' grande, con una circonferenza di circa 100 Km, e molto piu' potente – potrà passare dai 14 TeV di LHC a circa 100 TeV) in cui vi sia una copiosa produzione del nuovo bosone appena scoperto e si possano avere tracce di nuove particelle non contenute nel MS.
2) Quale nuova fisica è legata all'origine della massa delle particelle elementari che compongono l'Universo? Quali altre interazioni e mattoni fondamentali della natura comporta questa nuova fisica? Alle più alte energie mai prima raggiunte, potremo vedere il passaggio dai protoni e neutroni ai quark liberi che li costituiscono? Questa è la "terra incognita" dove hanno cominciato ad avventurarsi gli esperimenti dell'INFN all'acceleratore LHC del CERN. È una terra su cui sono concentrati i maggiori sforzi teorici dell'Ente: a LHC troveremo un nuovo mondo di mattoni fondamentali, le nuove particelle delle teorie supersimmetriche, oppure vedremo aprirsi nuove dimensioni spaziotemporali al di là del mondo quadridimensionale trasmesso dai nostri sensi, come suggerito dalla teoria delle stringhe?
3) Le particelle elementari della materia hanno masse molto diverse tra loro, si mescolano in modo più o meno intenso e nelle loro interazioni violano (anche se di pochissimo) una simmetria correlata alla presenza di materia e antimateria chiamata CP. Che cosa sta alla base di tutte queste proprietà fondamentali della materia? Pensiamo che la risposta a questo problema, chiamato problema del flavour, sia racchiusa ancora una volta nella nuova fisica oltre il Modello Standard, fisica che studieremo a LHC (frontiera dell'alta energia), ma anche in macchine dedicate allo studio del flavour in cui le energie sono più basse, ma l'intensità (cioè il numero) di particelle che collidono è altissima (frontiera dell'alta intensità).
4) 3) Le oscillazioni dei neutrini sono un'inequivocabile testimonianza di nuova fisica al di là del Modello Standard. Ma quanto valgono e in quale scala di gerarchia si trovano le masse delle tre specie di neutrino conosciute, ovvero, qual è il neutrino più leggero ? E il meccanismo che

conferisce loro la massa è lo stesso (quello legato al bosone di Higgs) che dà massa a tutte le altre particelle oppure siamo in presenza di un nuovo meccanismo con nuove particelle ? La fondamentale simmetria CP è violata nelle interazioni dei neutrini? In particolare nel nostrolaboratorio sotterraneo del Gran Sasso (LNGS) e in altri laboratori internazionali, in Cina (JUNO) e Stati Uniti (Dune), cerchiamo una risposta a queste domande guidati dalle predizioni di teorie legate a quella nuova fisica già investigata nelle frontiere dell'alta energia e alta intensità. Recentemente, si sono accumulate alcune controverse indicazioni sulla possibile esistenza di ulteriori neutrini oltre a quelli del Modello Standard, ancor più debolmente interagenti con la materia ordinaria e per questo detti "sterili". Esistono questi neutrini sterili ? Se sì, hanno un ruolo in cosmologia ? Alcune teorie ipotizzano che i neutrini sterili possano essere parte della materia oscura che permea l'Universo.

5) Se nell'universo primordiale ad altissima temperatura doveva esserci una pari abbondanza di materia e antimateria, perchè oggi non c'è più traccia di questa antimateria primordiale e perchè la materia di cui siamo fatti non è scomparsa nell'annichilazione con l'antimateria pochi istanti dopo il Big Bang ? Nuovamente incontriamo tracce di nuova fisica al di là del Modello Standard perché per originare una asimmetria tra materia e antimateria partendo da una situazione simmetrica nelle loro rispettive abbondanze è necessario avere una più potente sorgente di violazione di CP rispetto a quella finora misurata all'interno del Modello Standard.
6) Se i costituenti fondamentali della materia sono i quark, come si passa dai quark ai protoni e neutroni e come da questi si arriva ai nuclei degli atomi ? Questi complessi processi influiscono sulla nostra vita quotidiana e sono stati alla base dei fenomeni fisici che più di 13 miliardi di anni fa seguirono il Big Bang e diedero origine alla prima sintesi di nuclei ("nucleosintesi"). I vari modelli teorici che cercano di rispondere a queste domande vengono vagliati in una vasta gamma di esperimenti, in particolare nell'esperimento ALICE ad LHC al CERN e nei nostri due laboratori nazionali dedicati alla fisica nucleare, quello di Legnaro (LNL) e quello del Sud (LNS).
7) Inaspettatamente, numerose ed indipendenti osservazioni astrofisiche ci hanno portato a concludere che la materia costituita dai familiari atomi rappresenta solo una piccola frazione della materia presente nell'Universo, mentre più dell'80% di questa è fatta da particelle che non fanno parte del Modello Standard (la cosiddetta "materia oscura"). È ovvio che compito primario di un Ente come l'INFN è cercare di scoprire che cosa sia la materia oscura. La materia oscura costituisce la più formidabile evidenza della presenza di nuova fisica, forse quella stessa fisica che LHC o le "macchine del flavour" ci riveleranno. In particolare al LNGS stiamo conducendo una serie di esperimenti leader a livello mondiale alla ricerca di candidati di materia oscura. Nel frattempo, studiamo anche la possibilità di produrre noi stessi tali particelle nelle collisioni ad alta energia a LHC e cerchiamo segni indiretti della materia oscura per mezzo dei quattro strumenti astrofisici che abbiamo in volo, Agile, Pamela, Fermi e AMS.
8) Ancora più sconvolgente è stato scoprire che la materia (sia essa quella atomica o quella oscura) non rappresenta che circa un quarto di tutta l'energia presente nell'Universo. I restanti tre quarti sono chiamati "energia oscura". L'origine di questa potrebbe essere legata a deviazioni dalla gravità descritta dalle teorie di Newton prima e di Einstein poi (relatività generale). Nuove teorie dello spazio-tempo vengono studiate dai teorici dell'Ente e intanto sperimentalmente, a pochi Km da Pisa, nell'infrastruttura di ricerca EGO-VIRGO cerchiamo di osservare per la prima volta una delle cruciali predizioni della relatività generale di Einstein, la presenza di onde gravitazionali. Fisici INFN si sono inseriti nella collaborazione ESA Euclid, progettata esplicitamente con lo scopo di studiare le caratteristiche dell'energia oscura. Inoltre, tecnologie INFN sviluppate per lo studio della massa del neutrino saranno messe a frutto in un progetto per lo studio delle onde gravitazionali primordiali emessi nei primissimi istanti del Big Bang.
9) La realizzazione dei sofisticati esperimenti richiesti per esplorare le fondamentali questioni di cui sopra comporta lo sviluppo di tutte le tecniche e tecnologie necessarie a tali ricerche, dando vita a nuovi strumenti di misura, oltre all'utilizzo delle tecnologie di punta già esistenti. Questo sforzo di ricerca tecnologica induce un "circolo virtuoso" nei rapporti dell'Ente con le nostre industrie tecnologicamente più avanzate e ha immediate ricadute applicative in settori cruciali per la nostra società (ad es. in campo medico, ambientale, energetico, spaziale, sottomarino e nel campo dei beni culturali).

La CSN1 si occupa della fisica subnuclere sperimentale agli acceleratori. Gli obiettivi principali della fisica subnucleare sono: le misure di precisione dei parametri del MS, la ricerca di nuovi fenomeni fisici, le verifiche di meccanica quantistica e delle simmetrie fondamentali. I relativi progetti sono gestiti e finanziati attraverso la CSN1. Le principali aree di ricerca della fisica subnucleare riguardano la fisica adronica, la fisica del flavour, la fisica dei leptoni carichi e lo studio della struttura del protone. Tra i compiti importanti della CSN1 è anche quello di fare da incubatore e stimolatore per le tecnologie che permetteranno di portare avanti queste ricerche nel futuro.

Lo studio della fisica astroparticellare, i cui progetti sono gestiti e finanziati attraverso la CSN2, affronta le questioni legate alle componenti e alle forze fondamentali dell'Universo in modo complementare rispetto agli studi svolti presso gli acceleratori di particelle. Questa area di ricerca copre temi come la comprensione delle proprietà dei neutrini, la rivelazione diretta delle onde gravitazionali, l'identificazione dei costituenti della materia e dell'energia oscura, la spiegazione dell'assenza dell'antimateria nell'Universo, lo studio della composizione e dello spettro della radiazione cosmica. La fisica astroparticellare condivide quindi gli stessi obbiettivi della fisica fondamentale con tecniche sperimentali usando strumenti ed infrastrutture diverse da quelle che vengono utilizzate al CERN o presso altri laboratori di fisica delle alte energie (HEP). Infatti le ricerche della CNS2 si svolgono spesso in particolari ambienti, naturali (es. spazio, alta montagna, profondità del mare) o artificiali (es. laboratori sotterranei), in modo da ottimizzare il rapporto tra segnale e fondo nello studio di fenomeni estremamente deboli basati sull'utilizzo dei vari tipi di radiazione cosmica o su fasci di neutrini. Le attività della CSN2 sono divise in 6 linee scientifiche e molti esperimenti si svolgono presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso (descritto a parte).

La CSN3 si occupa degli esperimenti di Fisica Nucleare. L'obiettivo scientifico della Fisica Nucleare moderna è quello d'indagare l'origine, l'evoluzione, la struttura dei nuclei e dei loro costituenti (detti adroni) e le diverse fasi della materia nucleare. La conoscenza delle proprietà dei nuclei atomici e della materia nucleare è fondamentale per la descrizione della cosmogenesi e dei processi che regolano il comportamento delle stelle e di altri corpi celesti, ed ha inoltre ricadute dirette in campi applicativi quali per esempio il medicale e l'energetico. Di particolare interesse sono i nuclei instabili ricchi in neutroni che verranno prodotti dall'acceleratore SPES a Legnaro e che sono responsabili dei processi di nucleo-sintesi stellare. I relativi progetti sono gestiti e finanziati attraverso la CSN3. Le principali aree di ricerca della fisica nucleare riguardano la struttura e la dinamica degli adroni, le transizioni di fase della materia adronica, la struttura e le reazioni nucleari, l'astrofisica nucleare.

L'attività coordinata dalla CSN4 (studio della Fisica Teorica) è organizzata in sei settori, detti Linee Scientifiche che coprono i campi più importanti della ricerca in fisica teorica. Anche questa attività si sviluppa in stretta connessione con il mondo accademico e con altri enti di ricerca in Italia e all'estero. La varietà e la qualità della ricerca svolta dalla CSN4 sono dimostrate dall'alto numero di pubblicazioni, di citazioni e di relazioni a conferenze internazionali. Molte delle ricerche teoriche si svolgono in stretto collegamento con le attività sperimentali dell'INFN in fisica delle particelle elementari, in fisica nucleare e in fisica astroparticellare coordinate dalle altre CSN dell'INFN. Le collaborazioni internazionali sono fortemente supportate dalla CSN4 che infatti utilizza gran parte del suo budget per scambi internazionali e missioni presso istituzioni straniere. Un'altra attività importante e tradizionale della CSN4 è la formazione di giovani ricercatori e studenti. Ciò si riflette anche nell'elevato numero di pubblicazioni i cui autori o co-autori sono dottori di ricerca e dottorandi; queste rappresentano oltre il 30% della produzione scientifica totale della CSN4. Una delle iniziative di maggior successo della CSN4 è l'Istituto Galileo Galilei in Arcetri (GGI). Istituito dalla CSN4 nel 2005, il GGI si è conquistato una consolidata fama internazionale nell'organizzazione di workshop di lunga durata a cui partecipano scienziati provenienti da tutto il mondo; i fondi necessari al suo funzionamento sono forniti dall'INFN e permettono di organizzare tre workshop l'anno, di durata media di 8 settimane, oltre a miniworkshop e meeting di varia natura. Maggiori informazioni possono essere reperite alla pagina http://www.ggi.fi.infn.it/.

La CSN5 si occupa dell'area dello sviluppo di nuove tecnologie e dell'applicazione delle tecnologie esistenti ad altri ambiti (attività interdisciplinari). Entrambe sono strategicamente importanti per l'INFN. Lo sviluppo di nuovi rivelatori di particelle e di nuove tecniche di accelerazione rappresentano, ovviamente, l'apertura per il futuro. Nondimeno sviluppi tecnologici in aree come l'elettronica veloce ed il computing, sono analogamente fondamentali per mantenere intatte le capacità di effettuare ricerche nel mondo dell'infininitamente piccolo.
Per quel che riguarda le applicazioni delle tecnologie e metodologie sviluppate in ambito INFN alla risoluzione di problemi rilevanti per il loro impatto sociale, da tempo i ricercatori dell'Ente sono in prima linea. Negli ultimi anni c'è stato uno sforzo per coordinare ed organizzare al meglio questi interventi, seguendo gli assi portanti di H2020. Quindi, nel quadro di quelli che si possono definire, ricerche che hanno come obiettivo una *Better Society, abbiamo:*

Fisica Medica:
L'applicazione della fisica fondamentale alla salute dell'uomo e all'ambiente sta sempre di più diventando un'esigenza primaria e riconosciuta della ricerca moderna. L'INFN sta organizzando le sue risorse in quegli ambiti particolari delle scienze biomedicali per i quali le competenze maturate nell'ente risultano apportare un contributo determinante. In prima approssimazione possiamo suddividere le attività biomedicali dell'INFN nei seguenti macrosettori: Bio-imaging, Radio- e Adroterapia, Dosimetria, Radiobiologia, Medicina Nucleare. A questi macro-settori appartengono una serie di progetti specifici con obiettivi a medio-lungo termine che citeremo nel seguito. Ciascuno di questi progetti, pur operando nell'ambito del proprio macro-settore, viene monitorato attraverso un sistema di "peer reviewing" sotto la responsabilità della CSN5 dell'INFN. In tutti questi ambiti l'INFN prevede di impegnarsi per tutto il presente decennio. Senza entrare nei dettagli, qui ricordiamo l'impegno –recente- nella costruzione del CNAO (Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica), dell'utilizzo del fascio del ciclotrone presente presso i Laboratori Nazionali del Sud per la terapia di melanomi del bulbo oculare (progetto CATANA), e della costruzione di una linea di fascio (progetto SPES) presso i Laboratori Nazionali di Legnaro, con l'obiettivo prioritario di fabbricare radiofarmaci.

Cloud e Smart Cities:
L'esistente infrastruttura di calcolo distribuito, attualmente basata su Grid e da lungo tempo in produzione, necessita, da un lato, di poter essere integrata con l'emergente paradigma del Cloud computing per poter essere adeguatamente sostenuta nel tempo e dall'altro di fornire metodologie di accesso semplificate per permetterne la condivisione con ricercatori di discipline scientifiche estranee alla fisica delle alte energie. Il Cloud Computing non possiede ancora il livello di maturità implementativa che possa permettere tale integrazione in maniera sostenibile e trasparente per tutta l'utenza scientifica, in quanto carente di alcune soluzioni che sono necessarie in particolari ambienti di ricerca ma non necessariamente per la generica utenza pubblica (per la quale il middleware Cloud è stato originalmente sviluppato). A questo scopo l'INFN ha avviato da tempo una specifica attività di ricerca e sviluppo, nell'ambito della CCR, volta a studiare e contribuire a risolvere queste carenze strutturali in un ambito progettuale nazionale ed internazionale. A livello nazionale tramite finanziamenti opportuni nell'ambito del Programma Operativo Nazionale Ricerca e Competitività 2007-2013, Smart Cities and Communities del MIUR, mentre a livello internazionale tramite la partecipazione a call del programma H2020 nei diversi pillar in cui esso si articola, che prevedono sostegno a tematiche nel campo dell'ICT.

Salvaguardia e sfruttamento dei Beni Culturali
Le stringenti richieste degli esperimenti di fisica fondamentale applicati allo studio degli eventi rari ha portato allo sviluppo di tecnologie e metodiche di misura estremamente avanzate e di elevatissimo livello di sensibilità. La sensibilità strumentale, le metodiche analitiche e le competenze sviluppate hanno ad oggi già prodotto importanti risultati e ricadute in molti ambiti tecnologici/applicativi o sociali: indagini ambientali, analisi di reperti di interesse artistico, archeologico e storico. Si è recentemente avviato un coordinamento delle diverse attività da anni presenti in numerose Strutture dell'Ente, riguardanti l'utilizzo di tecnologie della fisica nucleare per l'analisi scientifica dei Beni Culturali. Il coordinamento si estende, oltre che alle tecniche di datazione (con la creazione di un Centro Nazionale Datazioni) anche alle analisi di composizione dei materiali, integrando tecniche con

acceleratore (Ion Beam Analysis, IBA) con quelle a strumentazione portatile (X Ray Fluorescence [XRF], X Ray Diffraction [XRD] e altre) e comprendendo anche tecniche di *imaging* sia in 2D che in 3D (tomografie). Tra l'altro, avendo a disposizione nel laboratorio LABEC presso la Sezione di Firenze, di un acceleratore dedicato a queste attività, è stato possibile dare vita ad una proficua collaborazione con l'Opificio delle Pietre Dure di Firenze e con varie Sovrintendenze.

In una descrizione, pur sommaria dell'INFN, non può mancare una breve descrizione delle infrastrutture di ricerca presenti sul territorio nazionale.
Le infrastrutture di ricerca dell'INFN si articolano in quattro grandi laboratori 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. Come sarà evidente dalla descrizione ogni centro ha la sua peculiarità e specializzazione.

LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI
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 materia-antimateria con elettroni e 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). I LNF sono tra i quattro laboratori nel mondo che hanno realizzato luce LASER con questa tecnica e gli unici nel mondo ad avere un anello di accumulazione elettroni-positroni con alta luminosità.
Le competenze tecniche e scientifiche sono messe a disposizione di una vasta comunità. I laboratori infatti hanno contribuito in modo significativo alla costruzione ed alla messa a punto di un acceleratore di protoni e ioni carbonio per la terapia medica al Centro Nazionale per la Adroterapia Oncologica (CNAO) entrato in funzione nel 2011 a Pavia ed hanno completato il disegno costruttivo di un LASER ad elettroni liberi per raggi X (SPARX). Inoltre il Laboratorio è attualmente impegnato nella preparazione del progetto Europeo di ELI-NP (Extreme Light Infrastructure -Nuclear Photonics) a Magurele-Bucarest in Romania.
I LNF sono inoltre impegnati in numerosi programmi sperimentali con collaborazioni di carattere internazionale. Particolare rilievo rivestono gli esperimenti in corso al CERN di Ginevra con notevole presenza sugli esperimenti a LHC. Attività sperimentali sono in corso presso il Laboratorio Nazionale Americano "FERMILAB" a Chicago, nei Laboratori di SLAC a Stanford in California, al Jefferson National Laboratory (JLAB) in Virginia, presso il laboratorio KEK di Tsukuba in Giappone, il Beijing Electron Positron Collider cinese, all'European Syncrotron Radiation Facility (ESFR) a Grenoble oltre che nei laboratori italiani di Legnaro, del Gran Sasso e del Sud a Catania.
All'interno del complesso dell'acceleratore DAFNE è presente una linea denominata Beam Test Facility che fornisce fasci di positroni/elettroni tra 50 e 550/650 MeV in un vasto intervallo di intensità. Questi sono utilizzati per un'ampia gamma di applicazioni di ricerca sia fondamentale che applicata. Nei prossimi anni si prevede di migliorare la linea di estrazione dal Linac di DAFNE e di realizzare nuove linee di fascio di elettroni e positroni. Questo permetterà di soddisfare un maggior numero di utenti esterni e di effettuare sperimentazioni in parallelo. In particolare è stata presentata una proposta per un esperimento, PADME, per la ricerca della materia oscura.

LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO
I Laboratori Nazionali del Gran Sasso sono i più grandi laboratori sotterranei al mondo. L'area sotterranea, che beneficia di una copertura di oltre 1400 m di roccia, è costituita da tre grandi sale sperimentali, ognuna delle quali misura circa 100x20x18 m^3. Queste sono raccordate tra loro e al traforo autostradale da gallerie di servizio. La superficie totale è pari a 17800 m^2 ed il volume totale ammonta a 180,000 m^3.
L'elevata copertura rocciosa, la natura della roccia, povera di elementi radioattivi, e l'accurata scelta dei materiali impiegati nella costruzione ne fanno un sito ideale per tutte le misure che possano essere perturbate dalla radioattività o dalla radiazione cosmica. Il sito sotterraneo in sé costituisce la principale infrastruttura del laboratorio.
Un complesso edilizio in superficie, situato in prossimità dell'ingresso del traforo accoglie uffici, sala-mensa, sale per conferenze, magazzino, laboratori, officina meccanica e capannoni di assemblaggio per

grandi apparati. I principali obiettivi per il prossimo triennio sono: la continuazione dell'esperimento Borexino per approfondire l'analisi della regione di bassa energia con nuove informazioni sul contributo del ciclo CNO nel sole, la misura con Borexino delle proprietà di antineutrini prodotti da una sorgente artificiale in prossimità dell'apparato, l'installazione dell'apparato Xenon 1T, l'upgrade di GERDA, il completamento dell'installazione e l'inizio della presa dati di CUORE, la costruzione dell'esperimento DARK SIDE, l'installazione del progetto ERMES-WORLD, l'installazione del laboratorio LUNA-MV nel sito sotterraneo.
Gli utenti del Laboratorio sono un migliaio di cui 2/3 provenienti dall'estero. Il Laboratorio ha un rilevante impatto sulla formazione e divulgazione sul territorio con circa 9000 visitatori all'anno e con numerosi eventi di incontro per il pubblico con quasi 2000 partecipanti all'anno.

LABORATORI NAZIONALI DI LEGNARO
La missione dei LNL è il progresso delle conoscenze nella fisica e astrofisica nucleare di base assieme allo sviluppo delle tecnologie nucleari connesse. Punti di forza dei laboratori sono lo sviluppo di rivelatori di radiazioni nucleari e la realizzazione di acceleratori innovativi per ioni.
I LNL sono dotati di cinque macchine acceleratrici, tutte utilizzate con continuità dalla comunità scientifica nazionale e internazionale per studi in fisica nucleare degli ioni pesanti e per applicazioni volte allo studio dei materiali, alla fisica dei neutroni e per ricerche interdisciplinari.
In media, annualmente il Laboratorio vede la presenza di circa 700 scienziati, di cui quasi la metà stranieri, che utilizzano le attrezzature del laboratorio.
Le ricerche sono svolte generalmente nell'ambito di ampie collaborazioni internazionali e inoltre, Il laboratorio ha accordi diretti con i principali laboratori esteri di fisica nucleare, fra cui il CERN e GANIL. Inoltre, LNL è parte del LEA (Laboratorio Europeo Associato), struttura di coordinamento europeo nel campo della fisica nucleare. Nel prossimo futuro si prevede, tra le altre cose:

- lo sviluppo del progetto SPES, che comprende la messa in funzione del nuovo ciclotrone e del sistema di bersaglio ISOL, l'estrazione di fasci radioattivi di bassa energia, l'installazione del sistema di Charge Breeder;
- il completamento, mediante accordi con altri enti di ricerca e con aziende del settore, di un centro per ricerche, produzione e distribuzione di radio isotopi di interesse medico, basato sulla seconda uscita del Ciclotrone da 70 MeV (progetto LARAMED, fase gamma del progetto SPES).

Di recente è stato trasportato in Giappone, una parte l' acceleratore RFQ per il progetto IFMIF/EVEDA, relativo allo studio degli effetti di irraggiamento neutronico sui materiali dei futuri reattori a fusione nucleare.

LABORATORI NAZIONALI DEL SUD (LNS)
Le attività dei LNS sono principalmente finalizzate alla ricerca di base nel settore della Fisica Nucleare, dell'Astrofisica Nucleare e Particellare, facendo uso di grandi apparati di rivelazione (CHIMERA, MAGNEX, MEDEA) e di apparati *custom* che possono essere installati in una delle sale sperimentali disponibili. I LNS rappresentano una solida realtà di ricerca, ben affermata nel panorama scientifico internazionale che si contraddistingue anche in differenti ambiti della ricerca applicata, quali la fisica degli acceleratori e lo studio di sistemi di accelerazione innovativi, la fisica dei plasmi con applicazioni alle sorgenti di ioni ad elevato stato di carica, la fisica nucleare applicata alla medicina, alla biologia e ai beni culturali, il monitoraggio ambientale e di scorie radioattive, l'irraggiamento di componentistica per l'industria aerospaziale.
Ai LNS sono operativi un Ciclotrone Superconduttore (CS) ed un Tandem, per accelerare fasci di ioni dall'idrogeno al piombo con energie sino a diverse decine di MeV per nucleone. Tramite l'infrastruttura FRIBs è anche possibile produrre fasci di ioni radioattivi alle energie del CS. Grazie al supporto dei finanziamenti del progetto premiale 'LNS Astrofisica Nucleare' si sta provvedendo ad un upgrade di entrambi gli acceleratori. Per l'Astrofisica particellare è in costruzione una grande infrastruttura di ricerca sottomarina (Km3NeT) per la rivelazione di neutrini, alla quale fa capo una sede dei LNS situata a Capo Passero, utilizzata anche in attività di ricerca multidisciplinari (Geofisica, vulcanologia, biologia marina, ecc).

Ai LNS sono inoltre presenti una sala di irraggiamento per la protonterapia (CATANA) che utilizza il fascio generato dal ciclotrone per la cura di tumori al bulbo oculare, un laboratorio per i beni culturali (LANDIS), un laboratorio per la radioattività ambientale e ulteriori laboratori per attività multidisciplinari (fotonica, biologia, chimica, ecc.).

OSSERVATORIO GRAVITAZIONALE EUROPEO (EGO)

EGO (European Gravitational Observatory) è il consorzio di diritto privato fondato da INFN e CNRS nel 2000 per gestire la costruzione, le operazioni, la manutenzione e gli sviluppi dell'interferometro Virgo, ai fini della ricerca delle onde gravitazionali.

EGO è una estesa infrastruttura collocata nella campagna toscana a circa 15 chilometri da Pisa.

Virgo è uno dei tre maggiori interferometri nel mondo, insieme ai due americani LIGO. Nella versione Advanced, la cui costruzione è in via di completamento, Virgo avrà una sensibilità tale da permettere lo studio delle onde gravitazionali appena rivelate. L'infrastruttura EGO comprende i due tunnel (3 km ciascuno) ad ultra alto vuoto, il complesso centrale di laboratori di iniezione e rivelazione, le torri per gli specchi e per il "mode cleaner", gli edifici terminali con le corrispondenti torri per gli specchi, numerose clean rooms fino alla classe 1, un centro di calcolo, la control room, i laboratori di ottica, elettronica, criogenia e vuoto, e tutte le strutture di servizio (facilities per la pulizia delle componenti da inserire sotto vuoto, officine, impianti di condizionamento ed elettrici, uffici, sale riunioni).

La principale missione di EGO è il supporto alla costruzione e al funzionamento dell'apparato Virgo per la rivelazione diretta delle onde gravitazionali..Dal 2009 le attività di EGO e della Collaborazione Virgo si sono concentrate sulla progettazione e costruzione delle nuove componenti che permetteranno il sensibile miglioramento di sospensioni, specchi, banchi ottici, laser, elettronica e controlli, ultra alto vuoto. Per questo sono state sviluppate specifiche tecnologie nei settori della meccanica, ottica ed elettronica. EGO è un Consorzio internazionale dalla fondazione, essendo frutto di una compartecipazione italo-francese, cui si è aggiunta la partecipazione, quale "Ente Associato", dell'Istituto di ricerca olandese Nikhef, che contribuisce in kind al funzionamento di EGO. Fanno parte della Collaborazione Virgo anche gruppi polacchi e ungheresi. EGO/Virgo, essendo una delle tre massime infrastrutture mondiali del settore, ha in atto collaborazioni scientifiche/tecnologiche con tutti i gruppi internazionali attivi nel settore: i laboratori americani LIGO, la LIGO Scientific Collaboration (LSC), il laboratorio tedesco/britannico GEO600, i centri giapponesi KAGRA e IRCC, la collaborazione indiana IndIGO, la collaborazione australiana ACIGA. EGO ha coordinato vari progetti europei, tra cui il disegno concettuale dell'Einstein Telescope, progetto leader mondiale per la terza generazione di interferometri. Nel triennio 2015/2017 le attività di EGO/Virgo, dopo la conclusione della costruzione di Advanced Virgo, saranno sostanzialmente dedicate a fasi alterne di commissioning, al fine di raggiungere la sensibilità nominale, e di presa dati.

I membri della Collaborazione Virgo sono circa 230 e le nazioni presenti sono: Francia, Italia, Olanda, Polonia, Ungheria.

CNAF

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, completamente rinnovato nella dotazione di impianti tecnologici nel 2007. Il centro, costituito per svolgere la funzione di nodo primario a livello nazionale per gli esperimenti a LHC (Tier1), nell'ambito della collaborazione WLCG (Worldwide LHC Computing Grid), è divenuto rapidamente un centro di riferimento per la gestione e l'elaborazione dei dati di molti esperimenti a cui contribuisce l'INFN. Contribuisce, come centro di riferimento nazionale, sia allo sviluppo software, sia alla realizzazione e alla gestione operativa dell'infrastruttura generale di calcolo scientifico distribuito, basata sulle tecnologie di GRID dispiegate sulla rete geografica. Inoltre gestisce vari servizi nazionali che nel tempo sono stati gradualmente potenziati, contribuendo in tal modo ad accrescere l'efficienza globale e ridurre i costi complessivi. 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.

Più in generale il CNAF persegue i seguenti obiettivi strategici, anche in collaborazione con altri soggetti pubblici e privati: sviluppo di collaborazioni nazionali e internazionali nell'ambito del calcolo e dello storage distribuito, in particolare esse si realizzeranno all'interno di progetti strutturali nazionali

(DHTCS; Smart Cities) ed europei (Horizon 2020) attraverso accordi con istituzioni scientifiche nazionali ed estere, e con soggetti privati; ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse e dei relativi consumi energetici, da ottenersi sfruttando il paradigma del "Cloud computing and storage", su questo punto il CNAF ha una posizione di leadership da diversi anni, dimostrata attraverso il coordinamento e la partecipazione a numerosi progetti di punta nel calcolo distribuito e che intende mantenere e sviluppare; definizione di una architettura e di una implementazione di riferimento per la conservazione a lungo termine dei dati scientifici e delle relative applicazioni; definizione di nuovi framework di calcolo e di software per gli esperimenti di fisica a cui partecipa l'INFN, in stretta collaborazione con i reparti di calcolo distribuito e con il centro di calcolo Tier1; sviluppo di una rete di conoscenze estesa a tutto l'ente per il miglioramento della qualità del software sviluppato ed utilizzato al suo interno. Di particolare rilevanza è il progetto europeo INDIGO-DataCloud, sviluppato e coordinato dal CNAF con l'obiettivo di sviluppare una piattaforma open source di Cloud computing utilizzabile per calcolo scientifico multidisciplinare su risorse sia pubbliche sia private.
Inoltre il CNAF dedica notevole attenzione al trasferimento tecnologico sia verso l'industria che la Pubblica Amministrazione come testimoniano i progetti MarcheCloud e Open City Platform (OCP). Recentemente in partenership con la sezione di Bologna e di Ferrara dell'INFN è stato creato il Laboratorio per il Trasferimento Tecnologico (TTLab) con l'obiettivi di favorire il trasferimento delle conoscenze verso il mondo industriale. Per favorire questo processo TTLab si sta accreditando presso la Rete ad Alta Tecnologia (HTN) della Regione Emilia Romagna.
Infine il CNAF associato con il CINECA è stato selezionato come Infrastruttura di Ricerca Regionale di interesse nazionale da parte della Regione Emilia Romagna.

LABEC
Il laboratorio LABEC (Laboratorio di tecniche nucleari per l'Ambiente e i BEni Culturali) è una struttura della Sezione di Firenze, basata come strumento principale su un acceleratore di particelle (Tandem, da 3 MegaVolt di tensione massima di terminale), col quale si effettuano applicazioni interdisciplinari di tecniche della fisica nucleare, di notevole impatto sociale e culturale.
Grazie alla versatilità delle attrezzature e all'originalità delle tecniche, molte delle quali sviluppate proprio al LABEC, si effettuano sia misure di *Accelerator Mass Spectrometry* (AMS) per la misura di isotopi rari, che di *Ion Beam Analysis* (IBA) per sofisticate determinazioni non distruttive di composizione di materiali. Le applicazioni riguardano soprattutto anche se non esclusivamente i settori dei Beni Culturali (datazioni col metodo del ^{14}C e analisi composizionale dei materiali usati in opere d'arte) e quello dei problemi ambientali (controllo della qualità dell'aria con la misura IBA della composizione delle polveri fini – PM, Particulate Matter – in atmosfera, e misura della componente carboniosa di origine non naturale nello stesso PM, grazie alla determinazione della concentrazione di ^{14}C). Altre attività riguardano il campo geochimico, biomedico, e la scienza dei materiali in generale. La caratteristica peculiare del LABEC è quella di svolgere un'estesa attività di vera e propria ricerca e sviluppo di nuove tecnologie nucleari applicative grazie alla quale si possono mantenere costantemente ai massimi livelli anche le attività "di servizio" a favore di dipartimenti universitari, Sovrintendenze, Enti di tutela del patrimonio culturale, Enti di tutela della salute e dell'ambiente. Recentemente si sono avviate anche attività in conto terzi per privati.
Nel complesso, per queste attività di servizio, il LABEC ogni anno produce oltre duecento datazioni ^{14}C di reperti archeologici o storici; partecipa a campagne di indagini diagnostiche preliminari al restauro di opere d'arte di ogni tipologia; effettua migliaia di misure di composizione delle polveri fini in atmosfera, in collaborazione con Agenzie di protezione ambientale, in Italia e all'estero.
Riguardo alle attività di ricerca e sviluppo, invece, al LABEC, per primi, sono stati sviluppati set-up con fasci estratti in atmosfera (poi divenuti uno standard a livello internazionale in particolare per le analisi sui Beni Culturali), anche con dimensioni micrometriche e sistemi di scansione, per ricavare non distruttivamente non solo la composizione di un campione ma anche la distribuzione spaziale delle sue componenti elementali; sono stati realizzati sistemi di fasci a impulsi brevissimi, un centinaio di picosecondi; e sistemi di microfasci estratti di intensità controllata fino a poche particelle al secondo, con scansione su bersaglio per effettuarne ad esempio una sorta di "radiografia" con particelle. Grazie ad alcune di queste realizzazioni, presso il LABEC si svolge anche una intensa attività di supporto per esperimenti di fisica nucleare di base che poi si svolgono in altri e più grandi laboratori sia nazionali che all'estero (ad esempio test preliminari di rivelatori e misure di danno da radiazione).

Al LABEC si sono sviluppate anche strumentazioni portatili di analisi di fluorescenza X (XRF) per la diagnostica dei Beni Culturali, per misurare la composizione di opere inamovibili, come le pitture murali. Questo sistema XRF supera molte limitazioni di strumentazioni simili, estendendo la capacità analitica anche agli elementi a numero atomico basso, fino al sodio. Nel 2014 è stata definitivamente messa a punto una versione di questo strumento con possibilità di scansione anche su grandi superfici (per costruire mappe di composizione sulle superfici delle opere). Si sono effettuate numerose campagne di misure "sul campo" e uno di questi strumenti è stato installato in permanenza all'Opificio delle Pietre Dure di Firenze, per le analisi preliminari ai restauri delle opere (in particolare dipinti) che si effettuano in quella prestigiosa Istituzione.

LASA

Il Laboratorio Acceleratori e Superconduttività Applicata (LASA) è stato fondato nel 1987 presso l'INFN di Milano per la costruzione del Ciclotrone Superconduttore CS K800. La sua missione principale oggi 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 LASA è anche attivo nel campo della divulgazione scientifica su temi di radioattività ambientale presso le scuole ed il pubblico.
Le principali attività di ricerca al LASA sono:

- Sistemi di accelerazione superconduttivi per elettroni. Il LASA ha la responsabilità della gestione tecnico scientifica della partecipazione italiana, tutta in "kind", al progetto ESFRI "European XFEL". L'attività, si svolge attraverso la partecipazione responsabile a vari Work Package tra i quali i più significativi riguardano la realizzazione con l'industria nazionale di metà delle 800 cavità superconduttive a 1.3 GHz dell'acceleratore e una buona parte dei 100 criomoduli che le contengono, nonché lo sviluppo e la realizzazione del sistema di terza armonica che linearizza lo spazio-fasi longitudinale del fascio di elettroni all'uscita dell'iniettore. Nella seconda metà del 2015 la produzione di cavità EXFEL a 1.3 Ghz presso industria italiana si concluderà con successo, con valori medi di campo accelerante ben oltre le specifiche di progetto. Il sistema di terza armonica è in fase di montaggio finale, dopo i positivi test effettuati nella facility del LASA.
- Cavità superconduttive per protoni. Nel 2015 continua l'attività di sviluppo delle cavità superconduttive per il progetto della European neutron Spallation Source ESS, con la costruzione di prototipi a disegno INFN "plug compatible" con i criomoduli di ESS, sia delle cavità medio beta che delle alto beta, in niobio a grano fine e a largo grano. Il LASA sarà attivo nel 2016 e nei due anni successivi nell'ambito di ESS con il contributo "in kind" delle 36 cavità della sezione medio beta dell'acceleratore.
- Magneti superconduttori. Sviluppo, progettazione, costruzione e collaudo di magneti superconduttori
- Fotocatodi. Sviluppo e produzione di fotocatodi per sorgenti di fasci di elettroni ad altissima brillanza necessari per la produzione di radiazione X coerente. I fotocatodi prodotti al LASA rappresentano lo stato dell'arte e sono usati presso la facility FLASH a DESY, Fermilab, DESY-PITZ e LBNL.
- Radionuclidi. Ottimizzazione della produzione di radionuclidi ad alta attività specifica mediante acceleratori di particelle per applicazioni mediche di diagnostica, di radioterapia metabolica e per applicazioni ambientali in collaborazione con il centro di produzione di radioisotopi ARRONAX a Nantes, Francia. Sono inoltre attivi studi di nanotossicologia in collaborazione con il Laboratorio Energia Nucleare Applicata – LENA - dell'Università degli Studi di Pavia.

TIFPA

Con l'istituzione del TIFPA nel Dicembre 2012, (Trento Institute for Fundamental Physics and Applications) l'INFN intende consolidare le attività di ricerca istituzionali nel settore della ricerca fondamentale, che contribuiscono in modo importante alla rilevanza quantitativa e qualitativa della ricerca in Fisica in area trentina, e soprattutto potenziare prioritariamente le ricerche in nuovi settori che risultano strategici dal punto di vista tecnico scientifico e presentino potenzialità di tipo applicativo/industriale. È per questo motivo che oltre al partner istituzionale Università di Trento

(UNI-TN), il TIFPA coinvolge in modo strutturato e regolato da convenzione 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 (0 e 30 gradi) ed un laboratorio multifunzionale di appoggio. La linea a 0° è dedicata agli studi preclinici di radiobiologia e fisica medica, quella a 30° a fisica spaziale, schermature per missioni in LEO o interplanetarie, ed applicazioni industriali (danno alla microelettronica, Si-wafers ecc). Quando TIFPA sarà completato, l'INFN avrà una delle facility più avanzate al mondo per lo studio e la caratterizzazione dei fasci di protoni. Le applicazioni in medicina, spazio, e industria rendono la facility in grado di attrarre utenti interessati alla ricerca o all'industria e possono portare ad attrarre numerosi fondi esterni. Si tratta quindi un investimento di sicuro ritorno non solo scientifico ma anche economico.

GSSI
Il Gran Sasso Science Institute (GSSI)) è un istituto di ricerca e istruzione superiore istituito con legge dello Stato (Art. 31 bis Legge n. 35/2012). Lo scopo del GSSI è di realizzare a L'Aquila un polo di eccellenza scientifica internazionale, grazie alla valorizzazione di competenze e strutture altamente specialistiche già esistenti nel territorio, nonché 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 formare ricercatori altamente qualificati. Il GSSI organizza corsi triennali di dottorato rivolti a studenti selezionati in tutto il mondo. Il corpo docente è costituito da professori e ricercatori "top level" in ambito internazionale. L'attività del GSSI sarà concentrata in tre aree scientifiche (Fisica, Matematica e Informatica) e gestione dell'Innovazione e dello sviluppo territoriale. Il GSSI rilascerà il titolo di dottore di ricerca in collaborazione con prestigiosi istituti di istruzione superiore: Sissa (Trieste), Sant'Anna (Pisa), IMT (Lucca). Nel primo biennio sono pervenute oltre mille domande da tutto il mondo, dalle quali sono stati selezionati 80 allievi, di cui circa il 50% provenienti dall'estero. A regime (a partire dall'anno accademico 2015-2016) la scuola di dottorato conterà circa 120 dottorandi e oltre 40 tra docenti e ricercatori junior e senior.