



**RAPPORTO D'ATTIVITA' 2007
E
PIANO TRIENNALE
2008-2010**

INDICE

- **HIGHLIGHTS**
- **PREFAZIONE**

- **1. RAPPORTO D'ATTIVITA' 2006-2007**
 - 1.1 FISICA SUBNUCLEARE 10
 - 1.2 FISICA ASTROPARTICELLARE 28
 - 1.3 FISICA NUCLEARE 36
 - 1.4 FISICA TEORICA 43
 - 1.5 RICERCHE TECNOLOGICHE E INTERDISCIPLINARI..... 51
 - 1.6 ATTIVITA' DEI LABORATORI E DELLE INFRASTRUTTURE..... 54
 - 1.7 RISORSE DI PERSONALE 70
 - 1.7.1 IL PERSONALE DIPENDENTE
 - 1.7.2 IL PERSONALE ASSOCIATO
 - 1.7.3 IL PERSONALE INCARICATO
 - 1.8 IMPATTO SOCIO-ECONOMICO 74
 - 1.9 PROGETTI UNIONE EUROPEA..... 81
 - 1.10 DISPONIBILITA' FINANZIARIE 85

- **2. PIANO D'ATTIVITA' 2008-2010**
 - 2.1 FISICA SUBNUCLEARE 87
 - 2.2 FISICA ASTROPARTICELLARE 101
 - 2.3 FISICA NUCLEARE 107
 - 2.4 FISICA TEORICA 114
 - 2.5 RICERCHE TECNOLOGICHE E INTERDISCIPLINARI..... 120
 - 2.6 ATTIVITA' DEI LABORATORI E DELLE INFRASTRUTTURE..... 123
 - 2.7 RISORSE DI PERSONALE 134
 - 2.8 IMPATTO SOCIO-ECONOMICO 144
 - 2.9 PROGETTI UNIONE EUROPEA..... 147
 - 2.10 DISPONIBILITA' FINANZIARIE 147

- **APPENDICE**

- **A1. L'ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**
 - A1.1 LA MISSIONE..... 153
 - A1.2 STRUTTURA E ORGANIZZAZIONE..... 154
 - A1.3 PERSONALE: TIPOLOGIA..... 156
 - A1.3.1 IL PERSONALE DIPENDENTE
 - A1.3.2 IL PERSONALE ASSOCIATO
 - A1.3.3 IL PERSONALE INCARICATO
 - A1.4 ATTIVITA' SCIENTIFICA..... 157

A1.4.1	IL QUADRO DELLE RICERCHE DELLA FISICA SUBNUCLEARE, NUCLEARE E ASTROPARTICELLARE	
A1.4.2	I LUOGHI DELLA RICERCA	
A1.5	IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	168
A.2	RAPPORTO 2007 DEL COMITATO DI VALUTAZIONE INTERNO...	172

HIGHLIGHTS

- Osservazione delle oscillazioni di sapore del quark charm. L'esperimento BaBar ha pubblicato l'evidenza di oscillazioni D^0 - D^0 bar. l'ultimo caso mancante dopo quelle dei K e dei B.
- Lo spettrometro centrale per muoni dell'esperimento ATLAS, di totale responsabilità INFN per i rivelatori e l'elettronica di trigger di livello 1 è stato completamente installato e ne è stato verificato il funzionamento con raggi cosmici
- Il tracker di CMS, per larga parte responsabilità INFN, è stato messo in funzione con successo usando raggi cosmici. Si tratta di oltre 200 metri quadri di silicio attivo e più di 50 milioni di canali di elettronica.
- L'apparato su satellite AGILE dedicato alla gamma astronomia è entrato in funzione con successo. A questo apparato, frutto di una collaborazione con ASI e INAF, l'INFN ha contribuito con la tecnologia dei tracciatori al silicio.
- Primo run scientifico del grande rivelatore di onde gravitazionali VIRGO a Cascina (Pisa), in presa dati coordinata con l'analogo rivelatore LIGO negli USA
- Osservazioni di alta precisione delle proprietà dei mesoni vettori leggeri nella materia nucleare ad alta densità (IPER) di grande interesse per la simmetria chirale.
- Primi risultati di spettri e parametri adronici con fermioni dinamici ottenuti con il super centro di calcolo APENEXT da 10TFlops
- Primi risultati (**SLIM5**) su un prototipo di rivelatore di vertice in silicio sottile, per applicazione in futuri esperimenti ad alta luminosità, con pixel attivi usando la tecnologia *triple-well* 130 nm.
- Realizzato per la prima volta al mondo un rivelatore mobile capace di misurare le proprietà trasverse (involuppo, emittanza, spazio delle fasi) di **SPARC** e seguirne la loro evoluzione lungo l'asse di propagazione del fascio.
- E' stato firmato un accordo tra MUR, Regione Lazio, Università di Tor Vergata, il CNR, l'ENEA e l'INFN per la realizzazione nel campus dell'Università di Tor Vergata di un

innovativo laser ad elettroni liberi (SPARX) che produrrà fasci intensi di raggi X monocromatici

- Stazioni di CAD mammografico (**MAGIC5**), che integrano la ricerca automatica di lesioni massive e micro-calcificazioni, sono sotto validazione clinica in alcuni ospedali: Lecce, Ovada e Torino in Italia e *Suzanne Mubarak Research Centre* in Alexandria (Egitto).
- Datazioni, usando la tecnica non distruttiva AMS, delle tuniche attribuite a San Francesco e custodite a Cortona e nella chiesa di Santa Croce a Firenze.
- Laboratori Nazionali Gran Sasso: nel 2007 è partita con successo l'attività scientifica degli esperimenti di seconda generazione. BOREXINO ha osservato le oscillazioni di neutrini solari ad una soglia di energia più bassa di quella mai raggiunta da altri esperimenti funzionanti in tempo reale. L'esperimento OPERA ha osservato i primi eventi di interazione dei neutrini del fascio CNGS nelle emulsioni nucleari, ricostruendo con grande accuratezza le tracce ivi lasciate dalle particelle cariche. I criostati dell'esperimento ICARUS sono stati installati nella loro posizione definitiva e sono state attuate una gran parte delle complesse procedure di collegamento delle infrastrutture criogeniche.
- Laboratori Nazionali Frascati: durante il 2007 il collisore e^+e^- DAFNE è stato modificato per effettuare il test di un nuovo schema di funzionamento della macchina ("crabbed waist"), basato sull'incrocio dei fasci a grande angolo di Piwinsky e l'introduzione di sestupoli per minimizzare le interazioni fascio-fascio. Se il test confermerà le simulazioni teoriche, si aprirà la possibilità di costruire macchine acceleratrici con luminosità fino a 100 volte più alte di quelle fino ad ora raggiunte (progetto SuperB)

PREFAZIONE

Il Piano Triennale 2008-2010 è organizzato in due sezioni: il rapporto di attività del triennio 2005-2007 e il piano di attività del triennio successivo. Entrambe sono suddivise in sottosezioni identiche, che messe a confronto a coppie, consentono di verificare l'evoluzione delle attività dell'Istituto nei settori scientifici nei quali esse si articolano, di fornire un panorama sulle risorse di personale e di fare il punto sui progetti europei e sull'impatto socio-economico dell'Istituto.

In Appendice è riportato un quadro generale dell'Ente sia nelle sue linee scientifiche generali che nella sua composizione e negli organi di governo.

Per gli aspetti scientifici dell'anno trascorso, gli "highlights", riportati dopo questa introduzione, ripercorrono alcune delle mete più significative raggiunte.

Il settore della fisica subnucleare vive da un lato nell'imminenza della grande avventura dell'LHC, il nuovo collisionatore che entrerà in funzione a Ginevra verso la fine del 2008, dall'altro nella fase conclusiva di molti esperimenti, sia in Italia che all'estero, che hanno visto una intensa partecipazione dei fisici Italiani.

Per quanto riguarda il primo aspetto, l'Italia attraverso l'Istituto partecipa a tutti gli esperimenti di nuova generazione presso il nuovo acceleratore con un importante contributo finanziario e soprattutto posizioni di leadership personali e tecnologiche importanti: sono italiani i vice responsabili dei tre esperimenti principali, ALICE, ATLAS e CMS, è italiana la costruzione del solenoide superconduttore più grande del mondo in CMS, i rivelatori più imponenti di ATLAS e il sofisticato sistema di rilevamento del tempo di volo, il più preciso oggi esistente al mondo, per l'esperimento ALICE. Quest'anno tutti questi elementi essenziali sono stati integrati definitivamente all'interno di ciascun esperimento, superando difficoltà meccaniche, criogeniche e di connessione formidabili per arrivare puntuali all'appuntamento della "chiusura" definitiva dell'acceleratore prima del passaggio dei fasci di protoni collidenti.

Al di fuori di LHC, il settore ha potuto cogliere risultati importanti dalle prese dati conclusive degli esperimenti Kloe e Finuda ai Laboratori Nazionali di Frascati, presso l'acceleratore del laboratorio Fermi nelle vicinanze di Chicago con l'esperimento CDF, all'acceleratore Hera in Germania, all'esperimento BaBar, presso l'acceleratore PEP-II del laboratorio di SLAC in California e infine presso gli esperimenti su bersaglio fisso al Cern di Ginevra. La teoria che attualmente interpreta le interazioni fondamentali conosciute ha ricevuto nuove conferme e ne sono stati determinati importanti parametri, essenziali per la comprensione dell'attuale asimmetria tra materia e antimateria esistente oggi nell'universo.

Dal triennio a venire ci si aspetta di indagare l'origine della massa di tutte le particelle elementari che popolano o hanno popolato il cosmo agli albori della sua vita, in quella fucina dalle altissime temperature dalla quale è stato forgiato il mondo che ci circonda. Tra le sorprese possibili, la più affascinante è forse quella di scoprire nuove dimensioni del mondo in cui viviamo che si aggiungono, visibili solo al microscopio dell'acceleratore, a quelle a noi familiari in cui siamo abituati a muoverci. Un nuovo record di energia nella collisione artificiale tra protoni, pari a migliaia di miliardi di elettronvolt, sarà superato e ci affacceremo a curiosare tra le interazioni e i fenomeni che hanno governato l'Universo nei primi attimi della sua esistenza. Ci renderemo forse conto dell'origine della "materia mancante" dell'Universo che non sembra essere costituito principalmente del tipo di materia di cui è costituito il nostro mondo comune.

Quest'ultimo tema, la ricerca di materia oscura, è una delle linee di ricerca portanti che caratterizzano il settore delle astroparticelle nel quale si cercano nei segnali provenienti dagli astri informazioni cruciali per la nostra comprensione del mondo delle particelle elementari. L'INFN è da anni all'avanguardia nel settore, grazie ai propri laboratori sotterranei del Gran Sasso. Lì sono entrati in funzione nell'anno passato nuovi esperimenti per la ricerca di materia oscura, come Warp, basati su tecniche avveniristiche di rivelazione, che negli anni a seguire, durante i quali ne sono previsti importanti potenziamenti, potrebbero dare segnali di conferma della sua esistenza. Sempre al Gran Sasso, è partito con successo l'esperimento Borexino frutto di una collaborazione internazionale a forte partecipazione statunitense, fornendo nuove informazioni sul funzionamento della nostra stella madre, il Sole, e sui meccanismi di trasmutazione delle specie dei neutrini, particelle elusive che pervadono il nostro Universo e partecipano ai meccanismi di vita delle stelle. Sempre loro sono i protagonisti dell'esperimento Opera che li rivela dopo la loro corsa dal Cern di Ginevra da cui vengono lanciati ai Laboratori del Gran Sasso. Infine, nel 2008 sarà messo in funzione l'esperimento Icarus, il primo ad operare seicento tonnellate di argon liquido come rivelatore visualizzante del futuro per eventi rari sulle proprietà dei neutrini, sulla materia oscura o sulla stabilità della materia.

Nel settore astroparticellare l'osservazione si estende ai telescopi, alle pianure ricoperte di rivelatori per ricevere gli sciami cosmici, ai satelliti per carpire tracce di luce anomale o la presenza residua di antimateria nell'Universo, alle profondità sottomarine nelle quali le particelle prodotte da neutrini di origine cosmica emettono tenui bagliori catturati da torri di occhi elettronici. Magic alle Canarie, Argo in Tibet, Auger in Argentina, Agile, Glast e AMS nello spazio e Nemo, 3500 metri sotto il mare al largo di Capo Passero in Sicilia, sono le sigle di altrettanti esperimenti, partiti negli ultimi due anni o in fase di avvio nel corso del 2008 e 2009, attraverso i quali i ricercatori dell'Istituto affinano la propria sensibilità ai messaggi

impercettibili dell'universo. Infine, la sfida dell'osservazione diretta delle onde gravitazionali, sorta di maree generate ad esempio da eventi catastrofici in galassie lontane che modellano la struttura dello spazio-tempo in cui siamo immersi. A Cascina, presso Pisa è entrato in presa dati nel 2007 l'esperimento con le sue suggestive lunghissime braccia aperte sulla pianura, che, collaborando con rivelatori della stessa classe operanti negli Stati Uniti, si prefigge di osservare i minimi corrugamenti dello spazio-tempo al passaggio di un'onda.

La fisica delle interazioni di base ha una fondamentale unità culturale e l'evoluzione delle stelle nelle galassie, la produzione nelle collisioni a LHC di nuovi stati della materia in cui i protoni che ci costituiscono si fondono rivelando i propri costituenti elementari, l'esistenza di simmetrie nei nuclei arricchiti di neutroni proprie delle nuove particelle che potrebbero essere prodotte all'LHC sono temi della fisica nucleare che si intrecciano con le domande dei settori subnucleare e astroparticellare. Il laboratorio di Legnaro presso Padova sta sviluppando un progetto per la produzioni di fasci composti da ioni radioattivi che prenderà impulso nel 2008 e quello del Sud presso Catania ha prodotto specie di ioni radioattivi con un ciclotrone superconduttore.

La fisica nucleare, oltre alle sue specifiche questioni sulla struttura dei nuclei, ha forti collegamenti anche con le applicazioni di utilità immediata, soprattutto nel settore medicale, diagnostico e di terapia dei tumori con fasci di particelle, e nel settore dei beni culturali. In quest'ultimo, l'analisi delle tuniche di San Francesco ha raccolto molta attenzione dall'opinione pubblica. Nel settore medicale, l'Istituto nel 2008 collauderà la macchina del Centro Nazionale di adroterapia oncologica (CNAO) di Pavia, sviluppata dal Cnao con la collaborazione essenziale dell'INFN e nel 2008 lancerà un gruppo di lavoro per la predisposizione dei piani di trattamento oncologici con fasci di protoni e ioni carbonio.

Infine, sempre per la fisica nucleare, il settore energia. L'Istituto partecipa al progetto europeo ITER sulla fusione, al progetto IFMIF per lo studio di materiali capaci di resistere al flusso di neutroni generato da un reattore a fusione e infine, assieme ad Ansaldo Nucleare, ha sviluppato un progetto, nell'ambito delle proprie infrastrutture di ricerca dei laboratori di Legnaro, per la sperimentazione su un reattore sottocritico di soluzioni proprie dei futuri reattori a fissione di quarta generazione.

Le innovazioni tecnologiche sono il motore dei traguardi futuri. L'Istituto promuove molte attività di innovazione per i propri esperimenti e per settori interdisciplinari. Lo sviluppo di una griglia computazionale (GRID) vede l'INFN tra i pionieri in Europa e l'Istituto di riferimento per le applicazioni nel mondo della ricerca e industriale in Italia. Particolarmente significative sono le innovazioni in campo medicale legate al riconoscimento di immagini e quelle nel settore degli acceleratori alle quali è stato dedicato un progetto

strategico di sviluppo. Idee davvero innovative sono in fase di sperimentazione per la deviazione veloce di fasci, per la loro collimazione e per la loro interazione. A quest'ultimo argomento è stato dedicato presso i laboratori di Frascati un programma di sperimentazione dal quale dipendono crucialmente le opzioni future del laboratorio. In caso di successo l'INFN ha la possibilità di lanciare il progetto di un nuovo acceleratore di elettroni ad altissima intensità capace di sondare effetti rari governati dalla fauna di particelle protagonista nella sperimentazione del grande LHC di Ginevra.

Questo progetto, chiamato SuperB factory, sta ricevendo l'attenzione di molteplici Istituzioni di ricerca straniere, in particolare dal DOE americano, che stanno collaborando alla stesura del progetto definitivo. Inoltre, è stata dichiarata da parte americana la disponibilità a considerare il riutilizzo delle parti dell'acceleratore PEP-II di SLAC, con un notevole economia di investimento globale. La possibilità di mantenere una eccellenza non solo nei laboratori internazionali, ma anche in Italia, facendo convergere su di essa risorse e scienziati da altre Istituzioni internazionali è vitale per il futuro dell'Istituto, a circa quindici anni di distanza dall'ultimo progetto di questo genere. Rilanciare i laboratori nazionali in un panorama europeo ricaratterizzandoli con ricerche sinergiche ad uno sforzo comunitario e non solo nazionale è cruciale sia per la formazione dei nostri giovani alla ricerca sia per la capacità del Paese di volgere a proprio favore fette importanti dei finanziamenti europei per la ricerca.

Per ottenere questa valorizzazione dell'eccellenza in questo settore rinnovata negli anni da una attenta politica di formazione è necessario un finanziamento specifico che preveda su base pluriennale la possibilità di pianificare un progetto come la superB, il rivelatore sottomarino al largo della Sicilia, la nuova sperimentazione energetica ai laboratori di Legnaro o il mantenimento delle posizioni di laboratorio mondiale leader nel settore del Gran Sasso.

Le leggi finanziarie susseguitesi negli ultimi anno stanno allontanando sempre di più il livello dei finanziamenti del 2001, preso come riferimento, da quello oggi disponibile, con un bilancio assestato per il 2007 di circa 275 milioni di Euro contro un valore 2001 rivalutato per l'inflazione che ammonterebbe oggi a circa 334 milioni di Euro. Se non vi fosse stata questa stretta progressiva dei finanziamenti, l'Istituto potrebbe oggi affrontare con i propri fondi tutti i progetti individuati nella road map di due anni fa resi oggi ancor più realistici dalle innovazioni apportate dai propri ricercatori. Riportare l'Istituto su livelli aggiornati di finanziamenti è coerente con il processo di stabilizzazione che l'INFN sta perseguendo con un piano triennale, descritto nella parte dedicata alle future risorse di personale, di riassorbimento dei "precari" e di rilancio delle assunzioni per nuovi giovani ricercatori.

Incrementare lo stuolo dei giovani entusiasti nel mondo nella ricerca è responsabile solo se si forniscono loro le opportunità di effettuare quella ricerca alla quale dedicano tutte le loro energie.

1. RAPPORTO D'ATTIVITA' 2006-2007

L'attività di ricerca dell'INFN si sviluppa nei seguenti settori:

- Fisica subnucleare
- Fisica nucleare
- Fisica astroparticellare
- Fisica teorica
- Ricerche tecnologiche e interdisciplinari.

In tale campo complessivo di ricerca, caratterizzato da estese collaborazioni internazionali, l'Istituto ha conquistato una posizione d'assoluto rilievo, che pone l'Italia alla pari dei maggiori Paesi europei. All'impegno scientifico e tecnologico, in ciascun settore, s'unisce lo sforzo teso al trasferimento di conoscenza verso il mondo produttivo e la società in generale.

Il rapporto d'attività contenuto in questo capitolo è quello presentato al CVI, il Comitato di Valutazione Interno dell'Istituto. Il relativo rapporto di valutazione è allegato in Appendice.

1.1 FISICA SUBNUCLEARE

Le ricerche degli esperimenti di fisica subnucleare hanno lo scopo di studiare le particelle elementari le loro interazioni, con particolare attenzione alle verifiche sperimentali delle predizioni del Modello Standard delle interazioni fondamentali e alla possibilità di cogliere segnali di fisica che vada oltre quanto sin qui conosciuto. La verifica di gran lunga più attesa è la scoperta del bosone di Higgs, particella prevista teoricamente la cui rivelazione significherebbe un enorme passo in avanti verso la comprensione della struttura del microcosmo.

Per spingere la frontiera della conoscenza verso limiti sempre più ambiziosi, la sperimentazione in fisica subnucleare moderna utilizza apparati di grande dimensione e estrema complessità dove trovano applicazione le tecnologie più moderne nel campo dei rivelatori, dell'elettronica, dei sistemi di acquisizione dati e dei sistemi di calcolo. Le collaborazioni che partecipano alla costruzione di questi apparati sono composte da centinaia (a volte migliaia) di fisici provenienti da istituti e laboratori di tutto il mondo e rappresentano

degli esempi molto importanti di vera cooperazione internazionale. Queste collaborazioni sono inoltre dei preziosi punti di accumulazione dove i migliori giovani fisici di tutto il mondo possono venire a contatto acquisendo fondamentali esperienze di lavoro in gruppo ad altissimi livelli. In questo contesto i gruppi INFN partecipano con contributi di eccellenza, spesso figurando nei livelli decisionali degli esperimenti, in tutte le fasi del lavoro, dallo sviluppo tecnologico tipico della fase di proposta, passando alle varie costruzioni sino all'analisi dei dati.

INTERAZIONI ADRONICHE

Presso il laboratorio FNAL (USA) è in funzione il Tevatron che fornisce agli esperimenti CDF e D0 fasci di antiprotoni e protoni che collidono alle massime energie tuttora disponibili in attesa dell'inizio delle operazioni a LHC. E' in corso ormai dal 2001 una campagna di raccolta dati che si ripromette di raggiungere entro il 2009 una luminosità integrata di circa 8 inversi fb. Questa statistica permetterà a CDF dove la componente italiana ricopre ruoli vitali di proseguire la sua ricerca del bosone di Higgs oltre che affinare gli studi circa il quark top, scoperto dall'esperimento qualche anno fa, e studiare i parametri della violazione di CP.

Nel corso del 2007 il funzionamento dell'acceleratore è stato eccellente ed è stato raggiunto il valore massimo della luminosità L'INFN è da più di 20 anni uno dei maggiori partner dell'esperimento e, oltre alle rilevanti responsabilità su molti dei rivelatori (quali il rivelatore di vertici al silicio) i ricercatori dell'INFN ricoprono anche importanti responsabilità nell'analisi.

La sfida della fisica delle particelle del ventunesimo secolo è rappresentata dalla sperimentazione all'LHC, in preparazione al CERN di Ginevra. Le interazioni protone-protone ad un'energia nel centro di massa di 14000 GeV (quasi 10 volte superiore alle più alte energie ora disponibili) assicureranno una messe di risultati che apriranno le porte a un avanzamento ulteriore delle nostre conoscenze.

I dettagli della sperimentazione all'LHC rappresentano in tutti gli aspetti una sfida di dimensioni che non ha sinora precedenti, sia come complessità e dimensioni che come ampiezza delle collaborazioni.

I due grandi esperimenti ATLAS e CMS hanno terminato la costruzione dei propri complessi rivelatori e hanno quasi completato la loro installazione nelle aree sperimentali. Entrambi gli esperimenti sono ora nella fase di messa in opera dei loro rivelatori facendo uso dei raggi cosmici in attesa che l'acceleratore entri in funzione. I fisici INFN rappresentano circa il 15% delle due grandi collaborazioni e ricoprono importanti incarichi di responsabilità.



Y80 landing in the CMS experiment hall

L'esperimento CMS in fase di avanzato montaggio nel pozzo di LHC



L'esperimento ATLAS in fase di avanzato montaggio nel pozzo di LHC

Oltre ad ATLAS e CMS, è in corso di costruzione anche l'esperimento LHCb che ha un set-up specializzato alla misura della violazione di CP nella fisica del B anche esso con una forte componente INFN.

Anche due piccoli esperimenti, TOTEM e LHCf specializzati nello studio di aspetti particolari dell'interazione protone-protone sono in fase di messa opera.

L'attività di costruzione è accompagnata da una intensa preparazione al computing che sarà necessario per fare fronte alla mole di dati che LHC fornirà; si stanno sviluppando tecnologie basate sulle griglie computazionali (GRID) che permetteranno di distribuire il

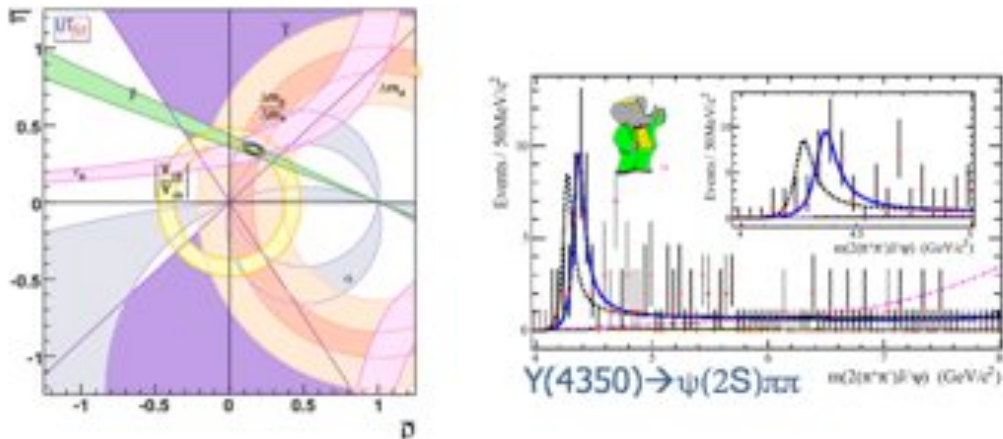
carico su una rete mondiale di computer, anche tramite il progetto WLCG ed anche in questo campo i laboratori INFN, primo tra tutti il CNAF di Bologna che ha messo in opera un Tier1, stanno collaborando ai vari passi che vengono via via compiuti per mettere a punto e rodare le strategie di computing.

VIOLAZIONE DI CP E DECADIMENTI RARI

KLOE ha come obiettivo lo studio dei decadimenti rari della Φ e dei mesoni K, lo studio della rottura di CP, il test della simmetria CPT e la misura della sezione d'urto adronica. L'esperimento è il più complesso fra quanti operano in questo range di energia ed è di completa responsabilità INFN. Nel corso del 2006 l'analisi degli eventi raccolti ha permesso di ottenere risultati importanti sulla misura di V_{us} , sulla teoria perturbativa chinale, sul rapporto di decadimento puramente leptonic di Kaoni carichi. Sono stati posti limiti sulla violazione di CPT e studiata l'interferometria quantistica. Altri risultati sono stati ottenuti sullo studio della sezione d'urto totale e di vari mesoni scalari e pseudoscalari.

Mentre è in corso di completamento l'analisi dei dati raccolti dall'esperimento NA48 al CERN per lo studio dei decadimenti rari dei mesoni K e della violazione di CP, una collaborazione basata sulla precedente e ribattezzata NA62 sta eseguendo una presa dati per la misura del rapporto di decadimento tra i due canali puramente leptonic del K che potrebbe segnalare, in caso di anomalia, la presenza di contributi di nuova fisica.

Un collisore elettrone-positrone, PEP-II, simile ma ad energia più elevata di Dafne a Frascati, è in funzione presso i laboratori SLAC (USA). L'acceleratore PEP-II, funzionante alla energia nel centro di massa della particella $Y(4S)$ e che ha raggiunto una luminosità istantanea pari a quattro volte quella di progetto, è una sorgente copiosa di coppie di particella-antiparticella B-antiB. Presso tale macchina è attivo l'esperimento BaBar che ha come oggetto di studio l'analisi dettagliata dei decadimenti dei mesoni contenenti quark b. L'esperimento, la cui componente INFN (pari a circa il 20% del totale) ricopre molte responsabilità, nel corso del 2007 ha proseguito nel programma di misurare sebbene con diversa precisione tutti gli angoli e i lati del triangolo unitario, superando le più ottimistiche previsioni di inizio esperimento. Inoltre BaBar scopre e studia nuove risonanze adroniche non previste in alcun modello esistente contribuendo alla crescita di interesse per questo settore.



Stato del Triangolo Unitario a seguito delle misure di BaBar (sinistra) e osservazione di una delle nuove risonanze adroniche (la Y(430)) in BaBar (destra)

BaBar anche nel corso del 2007 è stato il singolo esperimento più produttivo in termini di pubblicazioni scientifiche.

Nel settore dedicato ai decadimenti rari i ricercatori INFN hanno completato la costruzione dell'esperimento MEG. Questo esperimento inizia nell'autunno del 2007 la raccolta dei dati che ha come obiettivo l'identificazione del decadimento di un muone in un elettrone ed un fotone. L'identificazione senza ambiguità di questo decadimento, che violerebbe la conservazione del numero leptonico, sarebbe un segnale certo di esistenza di nuova fisica al di là Modello Standard.

DIFFUSIONE PROFONDAMENTE ANELASTICA

L'uso di leptoni quali sonde puntiformi tramite le quali indagare i dettagli della materia adronica si è sempre dimostrato uno strumento potente di analisi.

Presso i laboratori DESY di Amburgo ha terminato la sua sperimentazione la macchina HERA che produceva collisioni di elettroni (o positroni) di circa 30 GeV con protoni di circa 1000 GeV. Il rivelatore ZEUS studia tali interazioni che possono arrivare ad elevatissimi quadrimpulsi trasferiti, corrispondenti ad indagare l'interno dei quark bersaglio con una risoluzione di circa 10^{-18} cm. L'ultima parte del run di fisica è stata dedicata alla raccolta di un campione per la misura della funzione di struttura longitudinale. Molte posizioni di responsabilità tra cui quella più alta di portavoce dell'esperimento sono affidate a fisici dell'INFN che continuano l'analisi della importante messe di dati raccolti.

I muoni polarizzati sono invece impiegati dall'esperimento COMPASS, nella zona nord dell'SPS del CERN, per sondare, tramite urti su un bersaglio anch'esso polarizzato, la

struttura di spin del protone. Nell'anno 2007 dovrebbe essere completata la raccolta dati per questo obiettivo di fisica.

Progetto strategico NUOVE TECNICHE DI ACCELERAZIONE (NTA)

NTA riunisce in un unico progetto le principali attività innovative dell'Istituto nel campo della fisica e della tecnologia degli acceleratori.

Per i futuri collisori elettrone-positrone ad altissima energia questa attività si esplica nella partecipazione ai grandi progetti internazionali CLIC_CTF3 e ILC (International Linear Collider), come pure nello studio e nello sviluppo di schemi innovativi per la realizzazione di flavour factories ad altissima luminosità.

Nel campo delle macchine adroniche, è praticamente concluso lo studio e lo sviluppo di prototipi per acceleratori di protoni ad alta intensità. (HPPA), mentre continua lo studio di sistemi innovativi di rimozione dell'alone ad LHC mediante cristalli (HCCC), e di dipoli rapidamente pulsanti (DISCORAP).

Infine la combinazione di un fascio ad alta brillantezza prodotto dall'iniettore SPARC e di un laser ad altissima potenza, hanno determinato la nascita di un progetto (PLASMONX), teso a realizzare una sorgente tunabile di raggi X tra 20 e 1000keV e per esperimenti di accelerazione di elettroni, mediante onde di plasma eccitate da impulsi laser.

Nel seguito è esposto il consuntivo per il 2007.

CLIC Test Facility – CTF3

Il progetto CTF3 consiste nella costruzione al CERN della test facility per dimostrare la fattibilità del collisore CLIC “Compact Linear Collider” ad elettroni e positroni di energia 3TeV nel centro di massa.

E' stato effettuato il commissioning del primo anello della CLIC Test Facility, Delay Loop, interamente progettato e realizzato dall'INFN. Mediante la compressione del lungo impulso del linac si è ottenuto, raddoppiando la frequenza dei pacchetti di elettroni mediante il processo di ricombinazione, la duplicazione della corrente nell'impulso. Si è raggiunta la corrente nominale di 7 A sui 4 impulsi che verranno inviati al secondo anello, lunghi ciascuno 140 ns. E' stato inoltre realizzato ed installato il secondo anello, Combiner Ring, realizzato dal CERN e diversi Istituti membri della collaborazione, su disegno INFN. L'INFN ha realizzato le camere da vuoto, la diagnostica e i deflettori di iniezione nonché partecipato al commissioning dell'intero complesso. La quadruplicazione della corrente di impulso mediante la ricombinazione dei 4 treni di pacchetti iniettati in anello è stata dimostrata. Una instabilità verticale che provoca una forte oscillazione verticale alla corrente massima è stata

osservata e studiata. Una modifica ai deflettori RF, individuati come responsabili dell'instabilità, è in corso d'opera.

International Linear Collider (ILC):

Dopo la decisione unanime di scegliere la tecnologia superconduttiva per l'International Linear Collider, l'INFN, attraverso una partecipazione qualificata al GDE (Global Design Effort) di ILC, contribuisce alla definizione del progetto e della R&D necessaria per la sua realizzazione.

Inoltre, a partire dal 2005, l'attività tradizionalmente legata a TESLA_TTF è stata focalizzata principalmente allo sviluppo delle tematiche di maggiore interesse per ILC: tecnologia dell'acceleratore e damping rings. L'attività vede collaborare gruppi di LNF, LNL, Milano (LASA), Pisa, Roma Tor Vergata.

I gruppi INFN nel 2007 hanno partecipato attivamente alla preparazione del "Reference Design Report" (RDR) di ILC, che è stato presentato alla comunità internazionale nel GDE meeting a IHEP, Pechino, 4-7 Febbraio 2007.

Tecnologia dell'acceleratore. Con TTF, l'INFN ha sviluppato e realizzato con l'industria italiana alcuni componenti centrali della tecnologia che sono diventati parte integrante del disegno di riferimento di ILC, quali i criomoduli e i sistemi coassiali di accordo delle cavità. In questo periodo si è quindi proceduto all'ulteriore sviluppo e qualificazione di detti componenti e alla creazione di nuovi rapporti di collaborazione internazionale per la loro integrazione in ILC. Al sistema di accordo, detto Blade Tuner, è stata integrata la funzione veloce per compensare il disaccordo creato dagli alti campi pulsati con l'utilizzo di attuatori piezoelettrici operanti a 2K. Il gruppo si è anche fatto carico di seguire la realizzazione di due nuovi criomoduli, per DESY e Fermilab, realizzati su progetto INFN presso l'industria italiana. Questo ha permesso di completare la documentazione di riferimento in suo possesso e di consolidare la posizione dell'Istituto. L'elettronica del sistema dei WPM (Wire Position Monitor), sviluppato dall'INFN per misurare con precisione micrometrica i movimenti della massa fredda durante il raffreddamento, il riscaldamento e l'operazione, è stata implementata per la misura delle vibrazioni. I risultati hanno suggerito di applicare questa diagnostica a tutti i prototipi da costruire per ILC. Si è inoltre proceduto alla stesura di accordi con Fermilab, KEK, Cornell per sancire la proprietà intellettuale dell'INFN sui principali componenti di ILC da esso sviluppati e per rafforzare le competenze acquisite dall'industria italiana utilizzando risorse fornite dai laboratori stessi.

Pur avendo concentrato le risorse sui temi strettamente connessi a ILC, l'INFN ha anche mantenuto l'attività connessa alla produzione dei fotocatodi indispensabili al funzionamento degli acceleratori sviluppati dalla collaborazione TESLA per DESY e

Fermilab (TTF/FLASH, PITZ e A0). Questa riconosciuta competenza dell'INFN, unica a livello internazionale, darà frutti nei prossimi anni per la realizzazione dei cannoni RF necessari alle ILC Test Facilities di Fermilab e KEK, nonché per il Progetto Europeo XFEL a DESY.

Damping Rings (DR). Il programma consiste in studi e simulazioni dei DR e nella realizzazione di prototipi di alcuni elementi critici per il progetto. La possibilità di effettuare misure sperimentali su DAFNE, offre una formidabile opportunità di validazione del lavoro di studio e di prototipizzazione. Tutta l'attività sui DR è pienamente integrata sia a livello europeo, con il coordinamento del work package di EUROTTEV sui DR, sia a livello internazionale, con la partecipazione al "Global Design Effort" (GDE) come "Area System Leader" per il Damping Ring.

Kickers. Gli elementi più critici dei damping rings sono i magneti pulsati (kickers) d'iniezione ed estrazione. Infatti il tempo di salita e discesa dell'impulso dei kickers determina la distanza minima tra i pacchetti nei DR. Nella "Baseline Configuration" che è stata adottata per l'RDR, la lunghezza dei DR è di 6.7km e quindi per accumulare negli anelli da 2800 fino a 5600 pacchetti, necessari per ottenere la luminosità di progetto, la distanza tra i pacchetti deve essere di 3-6ns. La realizzazione di kickers rapidi con tempi di salita/discesa dell'impulso minore di 3ns costituisce uno dei principali temi di ricerca per i damping rings.

La S3 Task Force, costituita dal GDE, che deve formulare un piano coordinato a livello internazionale per la R&D dei damping rings, definendo obiettivi e priorità, ha attribuito ai kickers rapidi la massima priorità.

A seguito degli studi condotti nel 2006, sono stati realizzati prototipi di kickers rapidi, che sono attualmente stati installati su DAFNE, assieme ai nuovi impulsatori veloci.

Wigglers. L'effetto dei wigglers sulla dinamica dei fasci è uno dei temi fondamentali di ricerca per i damping rings di ILC perché hanno bisogno di una sezione di magneti wigglers lunga circa duecento metri per aumentare l'irraggiamento. Nel 2007 sono proseguiti, in collaborazione con il CERN, gli studi per nuove geometrie dei poli dei wigglers di DAFNE, per ridurre le componenti non lineari del campo magnetico sulla traiettoria del fascio e migliorare l'apertura dinamica della macchina.

PLASMONX

Il Progetto Strategico PLASMONX ha avuto nell'arco del 2007 un forte impulso. Il laser da 200 TW è in fase di avanzata costruzione alla Amplitude Technologies, mentre in parallelo, presso i laboratori Nazionali di Frascati avanza la costruzione delle infrastrutture che lo ospiteranno nel corso del 2008.

Il laser si troverà così ad operare accanto al LINAC di SPARC, rendendo possibili esperimenti unici al mondo in cui l'interazione di pacchetti di elettroni e impulsi laser di alta brillantezza consentirà di studiare nuovi meccanismi di accelerazione ad altissimo gradiente di campo e di mettere a punto innovative sorgenti di radiazione X-gamma monocromatica e accordabile in frequenza. L'iniziativa si basa sulla collaborazione di gruppi INFN di Pisa, Milano e LNF.

Alle attività sperimentali sulle tematiche del progetto svolte nelle principali facilities europee dedicate ai laser super-intensi (LOA, CEA, RAL, IOQ-Jena) si sono affiancate quelle condotte presso l'IPCF-CNR di Pisa, dove è da poco entrato in funzione un laser Ti:Sapphire a due fasci (2TW e 0.1TW) appositamente concepito per esperimenti su schemi innovativi di accelerazione a plasma.

I risultati sperimentali, pubblicati sulle principali riviste internazionali del settore e comunicati in numerosi convegni internazionali con relazioni su invito, riguardano principalmente la produzione di elettroni e protoni energetici in condizioni progressivamente più controllate e ripetibili.

Si è ulteriormente sviluppata la collaborazione fra PLASMONX e altri progetti INFN (MAMBO2 e QFEL) a esso correlati, mentre si è consolidato il contributo di PLASMONX in FP7, aderendo alle iniziative europee CARE (Coordinated Accelerator Research in Europe), ELI Extreme Light Infrastructure) e HiPER (High Power Experimental Research facility), con incarichi di coordinamento di Working Groups ("laser plasma accelerators" per ELI e "Science Infrastructure" per HiPER).

DISCORAP

L'esperimento DISCORAP è mirato alla costruzione di un prototipo di dipolo superconduttore rapidamente pulsato per il sincrotrone SIS300 della facility FAIR del GSI. Il dipolo genera un campo di 4.5T ed ha una lunghezza magnetica di 7.8m. Le caratteristiche fondamentali di questo magnete sono la velocità di carica (1T/s) per accelerare rapidamente i fasci di protoni e ioni e la geometria curva (Raggio di curvatura 67m) per ottimizzare l'ottica. Entrambe queste caratteristiche richiedono attività di R&S in relazione a molti aspetti: ottenere cavi superconduttori a bassissima perdita, minimizzare il carico a fatica sui materiali, massimizzare lo scambio termico tra avvolgimenti e liquido refrigerante (elio superfluido), sviluppare infine tecniche di avvolgimento innovative. Nel corso del 2007 è stato sviluppato un primo progetto di riferimento che ha permesso di definire le caratteristiche geometriche di bobine curve modello. Queste bobine sono in costruzione presso l'industria (ASG-Superconductors), che ha sviluppato delle nuove tecniche di avvolgimento dei dipoli a struttura cos-teta. Sulla base del progetto di riferimento si è passati in seguito allo sviluppo,

presso le tre Sezioni coinvolte con il supporto dell'industria, del Conceptual Design, che delinea in modo più approfondito la struttura della massa fredda, attraverso l'uso intensivo di codici ad elementi finiti per le analisi magnetiche, meccaniche e termiche.

HCCC

Nel corso del 2006, una campagna di test condotta sul fascio dello SPS al CERN ha non solo verificato sperimentalmente l'effetto di channeling, con angoli di deflessione importanti ($\sim 216\mu\text{rad}$), ma ha anche per la prima volta osservato la riflessione del fascio sul cristallo con una deflessione più modesta ($10\mu\text{rad}$), ma con una grande accettazione angolare.

Questo risultato è estremamente importante, perché promette un utilizzo efficace di questa tecnica nella rimozione dell'alone in LHC, senza di cui sarebbe impossibile raggiungere le performance di progetto della macchina.

Nel 2007 pertanto sono continuati i test per consolidare il risultato, cercando di determinare la deflessione cumulativa di più cristalli di opportuna curvatura messi in serie sul fascio.

I risultati principali, utilizzando fasci di protoni di 400 GeV/c e di elettroni di 180 GeV/c, in tre campagne di test (maggio, settembre e ottobre 2007) sono stati i seguenti:

- Conferma della riflessione di volume (VR) anche per elettroni
- Osservazione e misura dell'energia dei fotoni emessi sia per channeling che per VR degli elettroni
- Osservazione della riflessione cumulativa per una serie di cristalli (5) con angoli di incidenza controllati da remoto: questo risultato conferma le ipotesi seguite e apre la strada per la collimazione dell'alone di LHC.
- Misurazione degli effetti di bordo, misura importante per l'operazione di sistemi a molti cristalli.

Per questi test, è stato costruito un nuovo apparato, in collaborazione con il gruppo INFN di Milano Bicocca/Insubria/Trieste che si è aggiunto ai gruppi INFN di Ferrara, LNL, Perugia e Roma, al CERN e a gruppi russi.

HPPA

Il programma HPPA rappresenta un contenitore per lo svolgimento di alcune attività tecnologiche relative ad acceleratori di protoni ad alta intensità che sono state avviate nell'INFN con i programmi TRASCO/ADS del MIUR, proseguite nel corso di programmi del V e VI Programma Quadro (PDS-XADS, EUROTRANS ed EURISOL), e che hanno inoltre

portato allo sviluppo di componenti utilizzati per programmi di valenza nazionale (esempio, sorgente e RFQ di SPES). Al programma partecipano gruppi di LNL, LNS, Milano e Napoli

Nel corso del 2007, oltre a proseguire nello studio e l'ottimizzazione delle sorgenti TRIPS/PM-TRIPS, il programma HPPA ha avviato la produzione del tuner coassiale per le cavità TRASCO ellittiche a basso beta (con parziale supporto del programma CARE/HIPPI).

Inoltre, nell'ambito del programma quadriennale EURATOM/EUROTRANS del VI Programma Quadro, è continuata l'attività di studio del layout del LINAC ed è iniziata la realizzazione di un criomodulo per cavità di protoni ad alta intensità.

Progetto speciale SPARC

Il progetto SPARC, (Sorgente Pulsata Autoamplificata di Radiazione Coerente) parzialmente finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca è sviluppato da una collaborazione tra INFN, ENEA, CNR, INFN, Sincrotrone Trieste e l'Università di Roma "Tor Vergata", con la collaborazione di ricercatori dell'Università di Roma La sapienza, e di UCLA (Los Angeles, USA), SLAC (Stanford, USA), Desy (Amburgo, Germania), CEA (Francia). Il gruppo INFN si compone di ricercatori dei LNF, Roma1, Roma2, Milano e Lecce.

L'INFN è responsabile della costruzione della sorgente di elettroni (foto-iniettore) in grado di produrre un fascio di elettroni da 150MeV, alta corrente di picco 100A e bassa emittanza: 2 mm. Il fascio di elettroni ultrabrillanti sarà iniettato in un onduttore di 12m di lunghezza tale da consentire la saturazione del processo SASE.

L'INFN inoltre ospita l'intero complesso Linac e Onduttore presso una sala dedicata (35m x15m) presso i Laboratori Nazionali di Frascati.

Il progetto originario è stato ampliato con l'approvazione del programma europeo EUROFEL (2005-2007) e dell'esperimento PLASMONX finanziato da progetto speciale Nuove Tecniche di Accelerazione dell'INFN.

Nel 2007, è stata completata una lunga campagna di misure finalizzata alla caratterizzazione del foto-iniettore a 6MeV (Gun). Mediante un dispositivo di diagnostica innovativo, l'emittanzometro, è stata osservata l'evoluzione dell'emittanza e dell'involuppo del fascio di elettroni a valle del Gun.

E' stata studiata sperimentalmente la dinamica dei fasci in funzione dei rilevanti parametri quali forma ed energia dell'impulso laser sul catodo, il gradiente accelerante nel Gun, il campo nel solenoide, la carica e dimensioni del pacchetto di elettroni.

E' stata effettuata un'accurata analisi dei dati, messi a confronto con i risultati dei codici di simulazioni. I risultati hanno dimostrato che sono stati raggiunti tutti i valori nominali di progetto per gli impianti RF, per l'impulso laser, campo accelerante nel cannone, energia del fascio di elettroni, spread di energia ed emittanza traversa. In particolare, degno di nota è il sistematico raggiungimento di valori di emittanza inferiori a 2 mm mrad. Inoltre, è stato osservato per la prima volta sperimentalmente il regime dinamico caratterizzato da un doppio minimo nell'evoluzione dell'emittanza a valle del cannone. Tale regime, insieme ad una opportuna scelta della posizione della prima sezione accelerante, consente di compensare in maniera ottimale gli effetti di carica spaziale e di raggiungere valori ottimali dell'emittanza.

Nel periodo marzo-settembre 2007, è stata completata l'installazione di tre sezioni acceleratrici, che portano l'energia del fascio a 150 MeV e dei sistemi ancillari di potenza e controllo, che renderanno possibile all'inizio del 2008 l'iniezione dei primi pacchetti di elettroni. Il programma delle attività che seguirà sarà molto intenso e di straordinario valore scientifico.

Il programma scientifico di SPARC è stato ampliato grazie al finanziamento ottenuto con il progetto EUROFEL, approvato nell'ambito del VI programma quadro della UE "Design Studies", che ha contribuito alla realizzazione della strumentazione necessaria all'esperimento di compressione del pacchetto di elettroni mediante tecniche a radiofrequenza, alla diagnostica avanzata mediante l'utilizzo di deflettori a radiofrequenza, il sistema di sincronizzazione avanzato tra fascio di elettroni e fascio ottico, ed infine, in collaborazione con l'ENEA, l'esperimento di "seeding" finalizzato a migliorare la coerenza temporale della radiazione emessa nell'ondulatore. Il programma europeo si è articolato nel periodo 2005-2007.

Progetto Speciale SPARx

Il progetto SPARX (Sorgente Pulsata di Radiazione X) presentato ad un bando FIRB nel 2002 da una collaborazione CNR, ENEA, INFN e Università di Roma Tor Vergata è stato finanziato per attività di R&D nel triennio 2006-2008. Tali attività, riguardanti tecniche e componenti innovativi finalizzati ad un FEL-X, sono in fase di sviluppo presso il Laboratorio SPARC di Frascati dove si sta sfruttando l'esistenza di un prototipo di FEL, ormai in fase di completamento.

Nel corso del 2007 il progetto ha suscitato un notevole e rinnovato interesse. Nell'aprile del 2007, è stato siglato un accordo quadro tra MUR, Regione Lazio, CNR, ENEA, INFN e Università di Tor Vergata al fine di promuovere la realizzazione di una infrastruttura di ricerca a servizio della comunità scientifica nazionale e internazionale. L'accordo prevede un finanziamento ulteriore di 15 MEuro dap arte della Regione Lazio per

la realizzazione delle infrastrutture civili, e l'impegno da parte del MUR ad un ulteriore finanziamento da reperire mediante I bandi FIRB. E' inoltre prevista una contribuzione da parte degli enti partecipanti mediante strumentazioni e componenti di valore pari a quello delle attrezzature realizzate nell'ambito del progetto SPARC, cofinanziato dal MUR, e con risorse umane.

Esso, inoltre, è stato accolto come "associated member" alla Preparatory Phase del consorzio europeo IR-UVX-FEL, indicato da ESFRI nella road map europea, e diventerà membro effettivo a partire dal 2009.

Progetto speciale GRID

In questo periodo INFN Grid ha continuato lo sviluppo e il consolidamento delle tecnologie GRID e delle relative e-Infrastrutture iniziato dal progetto nella seconda metà del 1999.

E' continuato lo sviluppo del Middleware GRID e l'integrazione internazionale all'interno di vari progetti Europei che hanno realizzato un insieme di servizi GRID che già permette un'efficace condivisione di risorse di calcolo distribuite;

Da Aprile 2006 è partito il nuovo progetto EGEE II che ha continuato il processo di consolidamento e espansione dell'e-Infrastruttura di produzione europea fino ad includere circa 250 centri di calcolo, più di 40.000 processori e parecchi Petabyte di storage. La e-Infrastruttura di EGEE II è ormai usata quotidianamente con successo da numerose applicazioni, dalla Fisica delle Alte Energie alla biologia, dalle Chimica Computazionale all'Osservazione della Terra. E' in grado di sostenere e portare a compimento più di 50.000 jobs contemporanei che girano sui 250 siti grazie ad un controllo operativo costante garantito da alcune Istituzioni una delle quali è l'INFN. In EGEE II l'INFN ha assunto la responsabilità del coordinamento di tutto lo sviluppo del middleware oltre a quelle tradizionali che riguardavano il Workload Management System, il tool per la gestione delle Organizzazioni Virtuali (VOMS), il sistema di accounting (DGAS) e la nuova interfaccia a Web Service del Computing Element CREAM. Tutte queste componenti sono ormai disponibili per l'uso quotidiano. L'INFN ha continuato a sviluppare e a mantenere la responsabilità della gestione della Training Infrastructure GILDA sviluppata originariamente in Italia ed ora divenuta di uso comune per tutta l'Europa e del sistema di monitoring delle risorse GridICE.

E' continuato il contributo alla creazione di Standard Internazionali tramite le collaborazioni con vari progetti USA (Globus, Condor, OGF) per permettere un'interoperabilità delle GRID a livello mondiale.

E' continuato lo sviluppo nazionale del Middleware nelle aree non sufficientemente coperte dai progetti Europei con la continuazione dello sviluppo del Portale Genius, del sistema di Monitoraggio delle attività della GRID (GRIDICE), di uno Storage Element su file system parallelo (Storm) che è ora diventato uno dei prodotti ufficiali utilizzati al Tier1 e dagli esperimenti HEP e di un sistema per la definizione di politiche generali per l'uso della grid G-PBOX. Tutte queste componenti sono ora o utilizzate o in via di utilizzazione.

Particolare cura è stata dedicata al consolidamento dell'infrastruttura GRID INFN (Tier1, Tier2) per garantire prima di tutto un contributo significativo alle attività del progetto del CERN per il calcolo a LHC (World-wide LHC Computing GRID) ma anche a quelle di analisi degli esperimenti in corso come Babar a SLAC, CDF etc.. In questo periodo sono continuati i vari Challenges del progetto WLCG in collaborazione con gli esperimenti a LHC che hanno permesso di dimostrare la sostenibilità per lunghi periodi di attività di trasferimento di dati dal CERN verso gli altri Centri Tier1 come il CNAF ad una velocità aggregata superiore a 1200Mbytes/s, valore che è vicino a quanto richiesto nelle prime fasi di produzione di LHC.

L'INFN ha completato nel 2007 il progetto GRIDCC (4M€) che ha dimostrato alla conferenza SC06 la possibilità di utilizzare la GRID per il controllo in real time di apparati remoti e che ha passato con successo la review da parte della Commissione.

E' continuato anche il contributo al progetto EU Core GRID e lo sviluppo di attività di R&D per una nuova generazione di servizi di middleware di più alto livello e al progetto NOBEL per la valutazione di nuove tecnologie di rete.

Sono inoltre continuate a pieno ritmo per tutto il 2007 le attività degli 8 progetti Europei FP6:

1. OMII Europe che sta realizzando una release di servizi di middleware Open Source rispondente a stretti criteri di qualità e agli standard internazionali dell'Open Grid Forum. In particolare sono stati implementati gli standard BES e JSDL del Computing Element e nel WMS che saranno adottati da EGEE, definiti i nuovi schemi per la descrizione delle risorse (GLUE Schema) e per i sistemi di autorizzazione;
2. EU-Med, e EU-China Grid che saranno completati a Dicembre 2007 e EU-India Grid coordinati dall'INFN hanno promosso con successo l'estensione/integrazione dell'infrastruttura di EGEE rispettivamente ai paesi del Nord Africa, alla Cina e all'India con vari Workshop, Convegni e attività di training e sperimentazione;

3. Bio-infogrid, coordinato dal CNR in cui l'INFN ha garantito il supporto per la costruzione di un framework per lo sfruttamento di EGEE da parte di applicazioni di bio-informatica;
4. ETICS, coordinato dal CERN ha risolto i problemi tecnici relativi all'integrazione delle repositories del software di EGEE in Europa e della New Middleware Iniziative (NMI) in US e fornito una prima infrastruttura internazionale per il build ed il test del software a cui l'INFN con il CERN e l'Università di Wisconsin ha fornito le risorse necessarie.
5. EELA coordinato da Ciemat (Spagna) ma con coordinamento tecnico a responsabilità INFN ha iniziato una collaborazione con molti paesi dell'America Latina per la realizzazione di attività congiunte sulla tematica delle Grid ed in particolare per la diffusione della tecnologia e del middleware di EGEE II e la realizzazione di un'infrastruttura integrata
6. Cyclops coordinato dalla Protezione Civile Italiana ha cominciato a promuovere l'uso di gLite e dell'e-Infrastruttura di EGEE all'interno della piattaforma per il 'Global Monitoring for Environment and Security' (GMES) che rappresenta lo sforzo coordinato a livello per portare i dati relative all'ambiente e alla sua protezione disponibili agli utenti.

E' stata sviluppata l'attività del progetto FIRB LIBI che ha l'obiettivo di costruire un laboratorio di bio-informatica nazionale basato sullo sfruttamento via grid di risorse di calcolo distribuite per l'analisi delle basi di dati del settore.

E' stato fatto uno sforzo a livello nazionale per consolidare lo sviluppo, il supporto e lo sfruttamento del middleware di grid, reso disponibile come Open Source dai numerosi progetti di sviluppo a cui l'INFN partecipa a livello Industriale e Commerciale.

E' stato approvato nell'ambito del piano nazionale della ricerca il progetto E-Government Grid (EGEE) proposto da INSIEL e Computer Solutions con il supporto INFN che mira a diffondere lo sfruttamento della tecnologia Grid nel settore pubblico avendo come riferimento la Regione Lombardia.

L'Infrastruttura GRID nazionale (Grid.it), nata grazie ai fondi del progetto FIRB GRID.completato nel Novembre 2006 e di altri progetti come S-PACI finanziati dal MIUR a partire dalla fine del 2002, è oggi una realtà consolidata e in continua espansione che opera dei servizi necessari per dare supporto a diverse applicazioni scientifiche che comprendono Astrofisica, Biologia, Chimica computazionale, Geofisica, Osservazione della Terra.

Attualmente l'INFN gestisce e opera con successo con il contributo di altri Enti 24 ore al giorno per 7 giorni alla settimana questa grid di produzione nazionale per l'eScience (<http://grid-it.cnaf.infn.it>). Ad oggi questa conta più di 40 sedi e permette a 23 Organizzazioni Virtuali di svolgere quotidianamente le proprie attività di computing.

L'infrastruttura Italiana di Grid.it è ben integrata nell'e-Infrastruttura Europea di EGEE. Di fatto 25 delle 39 sedi sono anche sedi ufficiali di EGEE/EGEE II a livello Europeo. Per dare una stima quantitativa delle attività degli ultimi mesi si può notare che quasi mezzo milioni di jobs sono stati completati con successo nella grid di produzione INFN cioè circa 9000 jobs al giorno. L'INFN non solo gestisce i Servizi della Grid di produzione, ma anche la Certification Authority dell'INFN riconosciuta da 30 paesi e il servizio di Certificazione e Pre-produzione dedicato al test e alla messa in funzione delle nuove componenti di EGEE o nazionali.

Recentemente la Grid italiana si è allargata includendo le risorse di calcolo rese disponibili dai nuovi progetti PON per le aree di obiettivo 1: COMETA in Sicilia, SCOPE in Campania, CYBERSAR in Sardegna e C@MPUS per l'ENEA.

Nel corso del 2007 l'INFN ha fatto uno sforzo per garantire la sostenibilità a lungo termine dell'e-Infrastruttura Italiana di Grid.it promuovendo la costituzione a livello italiano di una nuova Associazione avente lo scopo di gestire e implementare in Italia una e-Infrastruttura costituita da:

1. la rete di telecomunicazioni a larga banda per garantire la connettività nazionale ed internazionale (GARR),
2. la Grid nazionale, denominata "Italian Grid Infrastructure" (IGI) per garantire la condivisione di risorse di calcolo e storage a livello nazionale ed internazionale,

il tutto al servizio della comunità scientifica ed accademica italiana e da integrare nelle e-Infrastrutture europee al servizio dell'Area della Ricerca Europea (ERA)

A livello Europeo l'INFN, con il CERN e le Istituzioni responsabili delle maggiori grid nazionali come e-Science Grid in UK, D-Grid in Germania. l'Institut des Grilles del CNRS in Francia etc si è fatto promotore dell'European Grid Initiative (EGI) costituita dalle associazioni responsabili delle e-Infrastrutture nazionali con lo scopo di garantire la sostenibilità futura dell'e-Infrastruttura Europea. In Aprile 2007 è stato approvato il progetto FP7 EGI- DS (Design Study) che mira a studiare e a definire i ruoli rispettivi delle organizzazioni nazionali, chiamate genericamente National Grid Initiatives (NGI) e di quella europea chiamata al momento EGI.

Nel corso del 2007 sono stati sottomessi i proposals per i nuovi progetti Europei per FP7 miranti a garantire lo sviluppo delle azioni e degli obiettivi dei progetti esistenti ed in particolare:

- il consolidamento e lo sviluppo ulteriore dell'infrastruttura di EGEE con EGEE III
- l'estensione dell'uso di EGEE da parte di nuove comunità scientifiche e-NMR
- l'estensione di EGEE a livello geografico EU-Asia Grid
- la standardizzazione dei servizi dei servizi del middleware secondo le specifiche dell'Open Grid Forum e un più attivo contributo Europeo a questa attività OGF-EU

Molti di questi progetti sono attualmente in fase di negoziazione.

Progetto speciale ELN

Lo studio di fattibilità di una nuova macchina adronica, del tipo protosincrotrone superconduttore, con parametri di energia e luminosità superiori a quelli di LHC di almeno un ordine di grandezza, è stato portato avanti da parecchi anni nell'INFN grazie al Progetto Speciale ELN (Eloisatron). A tale studio si affianca anche, nell'ambito del Progetto stesso, quello delle molteplici implicazioni fisiche e tecnologiche di una simile impresa. Durante il periodo 2006-2007 le attività del Progetto ELN, che si avvale di una vasta collaborazione internazionale, sono proseguite secondo le sue quattro linee guida:

- 1) studi teorici e fenomenologici sulla fisica a molte centinaia di TeV, a partire dai livelli di energia accessibili adesso o nel prossimo futuro (LHC);
- 2) studi teorici sul collider adronico, sui massimi livelli di energia ($\sqrt{s} = 200$ TeV–1 PeV) e luminosità (10^{34} – 10^{36} cm⁻²s⁻¹);
- 3) R&D su cavità rf e magneti superconduttori di nuova generazione;
- 4) R&D su rivelatori di particelle innovativi, capaci di operare in condizioni estreme.

Di grande rilevanza è risultata la nuova serie di workshop tematici del Progetto ELN, svolti presso la Fondazione e Centro di Cultura Scientifica "Ettore Majorana" di Erice. Tali workshop hanno messo in evidenza lo stato delle attività del Progetto in termini di temi e obiettivi di fisica (interazioni protone-protone, protone-nucleo e nucleo-nucleo ad altissima energia, fisica in avanti a LHC, dinamica di QCD a piccolo x, fisica di una nuova forma fluida di materia adronica deconfinata fatta di quark e gluoni, raccordo tra fisica dei supercollider, fisica dei raggi cosmici e fisica con fasci elettronici) e in termini di tecniche sperimentali di rivelazione e di accelerazione di particelle.

SuperB

Il progetto SuperB ha avuto una forte accelerazione a partire dall'inizio del 2007. Infatti il Conceptual Design Report richiesto dalla Presidenza dell'INFN è stato completato entro Aprile 2007 dal gruppo di lavoro internazionale coordinato da uno steering committee con larga partecipazione di fisici delle particelle e di fisici degli acceleratori di Italia, USA, Canada, Francia, Germania, Regno Unito, Spagna, Russia. In totale un centinaio di teorici, sperimentali e acceleratoristi ha lavorato alla preparazione del CDR (arxiv.org/abs/0709.0451), che ha preso 16 mesi di lavoro intenso. In questo periodo vi sono stati 4 workshops dedicati: Frascati Novembre '05, Frascati Marzo '06, SLAC Giugno '06, Villa Mondragone Novembre '06.

Il CDR è stato presentato ufficialmente alla comunità scientifica INFN il 4 Maggio 2007 a Frascati e subito dopo il 7 Maggio a Parigi alla comunità internazionale.

Il progetto richiede la realizzazione di un collisore asimmetrico $e^+ e^-$ (4 GeV + 7 GeV, pertanto alla energia nel sistema del centro di massa corrispondente alla massa della risonanza $Y(4s)$) con una luminosità $L \geq 10^{36} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. cioè 2 ordini di grandezza superiore a quella delle presenti B factories operanti PEP-II e KEKB.

Tale macchina si può configurare come una vera e propria Super Flavor Factory, per la sua possibilità di funzionare ad energie nel centro di massa inferiori, fino a 4 GeV, mantenendo una luminosità eccezionalmente elevata ($L = 10^{35}$). La originalità di tale macchina è basata sulla possibilità di far collidere fasci di estremamente bassa emittanza, con bunches di dimensioni verticali della decina di nanometri, evitando per mezzo del meccanismo di crab waist di innescare instabilità e disruption effects del bunch.

La costruzione della SuperB si basa sul reimpiego dei componenti della presente Bfactory PEP-II, che è prevista terminare la sua attività alla fine della estate del 2008.

Circa il 50% del costo totale della macchina, inclusi i costi di ingegneria civile (tunnel ed edifici) e delle facilities, è così coperto dal reimpiego di PEP-II, rendendo così il costo progetto nel suo complesso compatibile in Europa con gli altri impegni di ricerca. Un'altra interessante caratteristica tecnica di questo progetto è la possibilità che almeno un fascio, quello di energia più elevata, possa essere polarizzato.

Grazie al meccanismo scelto per la alta luminosità, SuperB abbisogna di una potenza installata accettabile ($\sim 35 \text{ MW}$, cioè dello stesso ordine di quella di PEP-II, nonostante la sua luminosità sia 2 ordini di grandezza più elevata)

Il progetto SuperB presenta la sua unicità nella versatilità dell'acceleratore e nella sua capacità di essere migliorato, aumentando la sua luminosità di un ulteriore fattore 4.

I goals del progetto sono la scoperta della Nuova Fisica al di là del Modello Standard, attraverso lo studio delle asimmetrie di CP e delle frazioni di decadimento di canali rari nei decadimenti dei mesoni B, del charm e dei leptoni tau

Il programma sperimentale molto ambizioso dovrebbe fornire intorno alla metà della prossima decade informazioni complementari ai risultati attesi dagli esperimenti di LHC e alla nuova generazione di esperimenti con neutrini.

Sempre nel corso del 2007, il 21 Luglio, il progetto è stato presentato ad ECFA durante la conferenza EPS di Manchester.

Successivamente il 12 e 13 Novembre il progetto è stato sottoposto ad una prima tornata di review dinanzi ad un comitato di review internazionale messo su dalla presidenza dell'INFN, nel frattempo a Frascati è iniziato l'upgrade del collisore Dafne con un rifacimento della regione di interazione e della focalizzazione finale dei fasci, seguendo la stessa ricetta della SuperB. Il commissioning di Dafne con la installazione del Crab Waist costituisce un test molto importante per la validazione dei calcoli su cui è basata la parte innovativa di SuperB.

La descrizione dettagliata degli esperimenti è disponibile al sito WEB:

http://www.infn.it/csn1/esperimenti/attivita_esperimenti.html

1.2 FISICA ASTROPARTICELLARE

La comprensione delle proprietà dei neutrini, la rivelazione diretta delle onde gravitazionali, l'identificazione dei costituenti della materia oscura e la spiegazione dell'assenza dell'antimateria nell'universo costituiscono obiettivi fondamentali alla frontiera della fisica e dell'astrofisica.

La scoperta delle oscillazioni dei neutrini implica che le loro masse siano diverse da zero. Questa scoperta ha dato notevole impulso a questo tipo di attività. Le oscillazioni sono state rivelate nei neutrini provenienti dal Sole (neutrini-elettronici), nei neutrini prodotti dai raggi cosmici nell'atmosfera (neutrini-muonici) e con neutrini artificiali prodotti in reattori o acceleratori di particelle. Tale fenomeno, previsto da Bruno Pontecorvo, è stato l'obiettivo di molti esperimenti INFN, come CHORUS, NOMAD, MACRO, GALLEX-GNO. Lo studio delle proprietà dei neutrini è tuttora una delle principali attività dell'Istituto. A Giugno di quest'anno è entrato in funzione l'esperimento per i neutrini solari BOREX. I primi risultati di questo esperimento sono in corso di pubblicazione. E' continuata la sperimentazione con il

fascio di neutrini artificiali CNGS prodotti al CERN di Ginevra e rivelati nel laboratorio del Gran Sasso dall'esperimento OPERA.

Un altro campo di attività in continuo sviluppo concerne lo studio dei raggi cosmici (origine, composizione, meccanismi di accelerazione) sia nello spazio che a terra. Nell'ultimo decennio sono state trovate molte sorgenti localizzate di fotoni di energia dell'ordine del TeV. Questa scoperta è all'origine del notevole sviluppo dell'astronomia delle altissime energie con l'utilizzo sia di fotoni che di neutrini. Il satellite per gamma astronomia AGILE è stato lanciato con successo nella primavera 2007. Inoltre risultati molto interessanti sulla localizzazione dei raggi cosmici di altissima energia sono stati presentati nel 2007 dall'esperimento AUGER, in Argentina. ANTARES, nel mare al largo di Marsiglia ha iniziato a prendere dati nel corso del 2007 rivelando i primi neutrini di altissima energia.

La rivelazione diretta delle onde gravitazionali, previste dalla relatività generale, è una delle grandi sfide della fisica sperimentale contemporanea. L'INFN ha oggi la maggiore copertura al mondo di possibili segnali, avendo tre barre risonanti e l'interferometro VIRGO, in fase di messa a punto. L'universo è completamente trasparente alle onde gravitazionali (ed ai neutrini). Lo sviluppo di tali tipi di astronomia permetterà lo studio dell'universo nella sua interezza ed aprirà nuove frontiere nell'astrofisica. Nel corso del 2007 è stato firmato un accordo tra VIRGO e il gruppo americano di LIGO per una gestione comune degli apparati sperimentali e dell'analisi dei dati.

Molti esperimenti astroparticellari prevedono tempi di misura molto lunghi: si tratta di veri e propri osservatori che ricercano fenomeni rari, che hanno origine al di fuori della terra: neutrini dal sole, particelle di origine cosmologica, esplosioni di supernovae, eventi rari nella radiazione cosmica ordinaria, impulsi di onde gravitazionali. In questi casi quindi la programmazione e l'effettuazione degli esperimenti procede in modi diversi da quelli tipici degli esperimenti agli acceleratori e richiede una grande flessibilità.

Le misure di eventi molto rari implicano sensibilità non ottenibili in presenza del rumore di fondo causato nei rivelatori da eventi indotti dai raggi cosmici: i Laboratori Nazionali del Gran Sasso, che forniscono uno schermo adeguato ai raggi cosmici ordinari, sono la sede ideale per essi. L'elevato numero di fisici italiani e stranieri che operano nei LNGS dimostra il ruolo di punta di questi laboratori nelle ricerche in corso.

Recentemente è iniziata in sede europea una discussione per un coordinamento dell'attività di fisica astroparticellare. A tale scopo gli enti finanziatori europei si sono associati in un organismo denominato ApPEC. La comunità europea ha finanziato un progetto denominato ASPERA allo scopo di integrare procedure e meccanismi delle varie agenzie europee ed allo scopo di produrre una "road map" europea in tale settore.

Le attività della Commissione II possono essere divise in 6 linee scientifiche: fisica del neutrino, principalmente al Laboratorio del Gran Sasso, ricerca di fenomeni rari al Gran Sasso, radiazione cosmica in superficie e sotto il mare, radiazione cosmica nello spazio, onde gravitazionali e fisica generale. Nel seguito è presentato un breve sommario del consuntivo scientifico del 2007.

FISICA DEI NEUTRINI

Gli esperimenti sulla natura dei neutrini sono concentrati principalmente nel Laboratorio Nazionale del Gran Sasso. Negli ultimi anni, alcune attività del Laboratorio sono state rallentate o fermate a causa dei problemi collegati a questioni connesse con lo smaltimento delle acque. I lavori per la completa messa in sicurezza dei laboratori sono oramai terminati con la piena riattivazione di tutte le attività.

L'esperimento che ha sofferto di più dal rallentamento delle attività del Gran Sasso è BOREXINO dedicato ai neutrini solari. Lo scopo di BOREXINO è la rivelazione dei neutrini solari provenienti dal decadimento del Berillio. BOREXINO è entrato in funzione a maggio del 2007 e sta fornendo informazioni molto importanti sulla natura delle oscillazioni dei neutrini essendo i neutrini del Berillio di energia nota.

Per meglio studiare le oscillazioni dei neutrini muonici è entrato in funzione, secondo i tempi stabiliti, il fascio di neutrini dal CERN di Ginevra al Laboratorio del Gran Sasso (CNGS). La messa a punto del fascio, che viaggia per 732 Km, è iniziata nel giugno del 2006.

Gli esperimenti previsti al Gran Sasso per rivelare i neutrini provenienti dal CERN sono due: ICARUS e OPERA. ICARUS è un rivelatore da 600 tonnellate di Argon liquido, è stato messo in funzione a Pavia ed attualmente è in fase di installazione al Gran Sasso. ICARUS 600 è il primo passo verso la costruzione di un rivelatore più grande che permetterà di avere informazioni molto importanti anche su molti altri problemi di fisica come ad esempio sul decadimento del protone.

L'altro rivelatore denominato OPERA è dedicato alla ricerca dei neutrini tau prodotti attraverso il fenomeno delle oscillazioni nel fascio di neutrini muonici dal CERN. Tale rivelazione costituisce un passo importante per capire completamente il fenomeno delle oscillazioni. Nel 2007 Opera ha continuato l'installazione dei pacchetti emulsione-piombo. E' continuata contemporaneamente la presa dati con il fascio di neutrini CNGS rivelando i primi eventi all'interno delle emulsioni.

Dallo studio del fenomeno delle oscillazioni si misurano solo le differenze di massa al quadrato tra i diversi tipi di neutrino. Altri metodi sperimentali devono essere usati per la misura diretta della massa del neutrino. In Italia è stata sviluppata una nuova tecnica basata su

calorimetri a bassissima temperatura per la misura dei decadimenti beta del Renio-187. Nel 2007 è continuata l'attività di MARE R/D per migliorare le sensibilità dei rivelatori in modo da programmare un esperimento che possa raggiungere 0.2 eV.

RICERCA DI FENOMENI RARI

Un altro metodo per la misura della massa del neutrino è collegato alla ricerca del decadimento beta doppio senza neutrini, permesso se il neutrino e l'antineutrino coincidono.

Nel Laboratorio del Gran Sasso nel 2007 ha continuato a prendere dati CUORICINO, un rivelatore criogenico costituito da 72 cristalli di tellurite, con massa totale 40Kg. L'obiettivo principale dell'esperimento è la misura del decadimento beta doppio senza neutrini del tellurio, ma l'apparato si presta anche ad altre misure di fisica, in particolare allo studio della materia oscura. CUORICINO è il prototipo di CUORE, un grande rivelatore di 1000 cristalli di tellurite con massa totale di 770Kg. L'obiettivo primario è la misura del decadimento beta doppio, con una sensibilità per la massa del neutrino dell'ordine del centesimo di eV. La costruzione di CUORE in collaborazione con gruppi Cinesi e degli Stati Uniti è continuata regolarmente nel corso del 2007.

Nel 2007, sempre al Gran Sasso e in collaborazione con gruppi tedeschi, è continuata la costruzione dell'apparato GERDA, per la ricerca dei decadimenti beta doppio senza neutrini in cristalli di germanio.

Il tema della materia oscura dell'universo è uno dei più affascinanti della fisica e l'astrofisica, ma anche uno dei più difficili da studiare. Al Gran Sasso l'esperimento DAMA ha evidenziato una modulazione stagionale di segnali di bassissima energia indotti su un rivelatore ultrasensibile costituito da 100Kg di cristalli ultrapuri di ioduro di sodio. L'osservazione è in linea con quanto atteso dal moto della terra intorno al sole, trascinata con tutto il sistema solare attraverso il supposto mare di materia oscura presente nella nostra galassia. Un apparato estensione di DAMA e con una massa di 250Kg, chiamato LIBRA ha continuato regolarmente la presa dati nel corso del 2007.

Nel 2007 è continuata inoltre la costruzione dell'apparato WARP per la ricerca della materia oscura usando come rivelatore argon liquido e utilizzando tecniche sviluppate per l'esperimento ICARUS. Dati molto interessanti continuano ad esseri raccolti da un prototipo di WARP da 2.5 litri.

Da ricordare infine l'esperimento LVD, sempre al Gran Sasso, per la ricerca di fiotti di neutrini prodotti dai collassi di supernove. LVD ha continuato regolarmente a prendere dati. LVD è inserito in una rete mondiale di rivelatori di collassi gravitazionali.

LA RADIAZIONE COSMICA IN SUPERFICIE E NELLE PROFONDITA' MARINE

I raggi cosmici sono stati scoperti più di un secolo fa, ma ancora molto si ignora sulla loro origine e composizione soprattutto ad altissime energie. A energie estremamente elevate sono necessari rivelatori di ampie dimensioni per avere un numero di eventi significativo. Inoltre un campo nuovo si è aperto lo scorso decennio con la scoperta di sorgenti localizzate di fotoni di energia dell'ordine del TeV e con la scoperta di inattesi fiotti di fotoni, associati a fenomeni di energia estremamente elevata: i cosiddetti “*gamma ray bursts*” la cui origine è ancora sconosciuta.

E' praticamente terminata la costruzione dell'osservatorio ARGO realizzato in collaborazione con la Cina a 4300 m di quota nel Tibet. ARGO occupa una superficie di 6500m² coperti con i rivelatori RPC di costruzione italiana. ARGO è attualmente in presa dati e si occupa soprattutto dell'individuazione delle sorgenti di radiazione gamma e dei *gamma ray bursts*.

L'INFN ha partecipato alla costruzione di MAGIC, un grande telescopio Cerenkov alle Canarie, per il quale ha sviluppato e ha fornito le componenti del grande specchio da 17m di diametro ed ha sviluppato il *trigger*. Questo telescopio, inaugurato nel mese di Ottobre 2004, nel 2007 ha raccolto una grande quantità di dati studiando in dettaglio molte sorgenti e puntando nella direzione di alcuni gamma-ray burst. L'analisi dei dati raccolti ha prodotto risultati molto interessanti sulle sorgenti di raggi gamma di energia superiore ai 100MeV.

Lo studio dei grandi sciami prodotti da raggi cosmici di altissima energia ($>10^{19}$ eV) è continuato con l'apparato dell'esperimento AUGER, inaugurato nel mese di novembre 2005. AUGER si trova in Argentina e la costruzione è avvenuta da parte di una grande collaborazione internazionale. L'INFN ha partecipato alla costruzione dei Cerenkov e dei rivelatori di fluorescenza.

Nello studio della radiazione cosmica di alta energia i neutrini hanno un ruolo particolare: sono molto meno assorbiti dei raggi gamma e derivano principalmente da fenomeni adronici. Per essere rivelati richiedono la costruzione di apparati di grandi dimensioni. Nel 2007 è continuata l'attività di KM3NET: un progetto europeo per arrivare a un disegno di un rivelatore da 1Km³ nel Mediterraneo. In quest'ambito il progetto NEMO si propone lo studio dettagliato di un sito alla profondità di 3500 metri nel mare al largo della costa sud-orientale della Sicilia (Capo Passero). NEMO prevede la realizzazione e l'installazione di prototipi di rivelatori a Capo Passero. Nell'estate del 2007 è stato steso il cavo sottomarino della lunghezza di 100km per la trasmissione dei dati e la potenza elettrica.

Nel frattempo continua l'attività di una stazione di misura a 25km al largo di Catania ad oltre 2000 metri di profondità, inaugurata nel maggio 2005 usata, in collaborazione con

l'Istituto Nazionale di Geofisica, anche per ricerche di fisica terrestre e di biologia. A fine 2006 è stata calata in mare un prototipo di torre di rivelazione di neutrini. Nel 2007 la torre ha continuato regolarmente a raccogliere dati.

L'INFN partecipa anche alla costruzione di ANTARES, un rivelatore analogo a NEMO ma di dimensioni ridotte al largo di Tolone in Francia. ANTARES rappresenta una tappa intermedia verso la realizzazione del rivelatore da 1km^3 per il quale è fonte di importanti informazioni. ANTARES ha già iniziato la presa dati scientifica con una frazione del rivelatore finale.

LA RADIAZIONE COSMICA NELLO SPAZIO

Lo studio dei raggi cosmici primari è ostacolato dall'atmosfera terrestre. Pertanto gli esperimenti per i raggi cosmici sono condotti nello spazio con palloni o satelliti, a parte le altissime energie che richiedono apparati molto estesi. Questi esperimenti sono condotti in collaborazione con le agenzie spaziali, in particolare con l'ASI.

Nel Giugno 2006 è stato lanciato dalla base di Baikonur (Kazakistan) e ha iniziato la raccolta dati l'apparato PAMELA. PAMELA è un grosso spettrometro magnetico ad alta risoluzione che permetterà di individuare il tipo di particella che lo attraversa, determinandone anche la carica e l'energia. L'INFN ricopre un ruolo guida in PAMELA, che vede la partecipazione di gruppi europei. PAMELA studierà il problema della scomparsa dell'antimateria nell'universo dopo il Big Bang, la composizione dei raggi cosmici di bassa energia e la materia oscura. I primi dati di PAMELA sono stati presentati durante le conferenze estive del 2007.

Le stesse tematiche scientifiche saranno affrontate anche da AMS, un altro spettrometro magnetico, caratterizzato dalla grande accettazione angolare. AMS sarà installato sulla stazione spaziale internazionale. La costruzione di AMS, nella quale sono fortemente coinvolti gruppi italiani per la realizzazione del tracciante al silicio, del calorimetro elettromagnetico e del sistema di misura del tempo di volo delle particelle, è continuata regolarmente nel 2007, pur non avendo ancora garanzie sul piano dei voli futuri delle navette per la stazione spaziale.

L'INFN partecipa con le collaborazioni AGILE, prevalentemente italiana, e GLAST, a carattere internazionale, a due esperimenti su satelliti dedicati all'astronomia gamma. In entrambi i casi si fa un uso esteso delle tecnologie sviluppate entro l'INFN nel campo dei rivelatori al silicio. C'è complementarità nei due esperimenti perché AGILE è dotato anche di un rivelatore di raggi X ed è stato lanciato con successo nel 2007 prima di GLAST. Il 2008

sarà dedicato all'analisi dei dati ed ad altre campagne di osservazione. L'assemblaggio ed integrazione di GLAST è terminato. Il lancio di GLAST è previsto a maggio del 2008.

LA RICERCA SULLE ONDE GRAVITAZIONALI

La rivelazione diretta delle onde gravitazionali è una delle grandi sfide della fisica sperimentale contemporanea. E' opinione generale che la rivelazione delle onde gravitazionali da sorgenti cosmiche darà luogo alla nascita di una nuova astronomia. L'INFN ha oggi la maggiore copertura al mondo di possibili segnali, avendo tre barre risonanti e l'interferometro VIRGO.

Le barre, di cui due ultracriogeniche, operano in coincidenza tra loro e con le altre barre esistenti per ridurre la presenza di segnali spuri. In questo momento AURIGA EXPLORER e NAUTILUS hanno sensibilità, banda passante e stabilità mai raggiunte prima da questo tipo di rivelatori e sono in grado di garantire una presa dati continua, a differenza degli interferometri. La continuità della presa dati è necessaria per poter osservare fenomeni molto rari come l'esplosione di *supernovae* galattiche.

VIRGO, frutto di una collaborazione italo-francese, è un esperimento innovativo basato sulla rivelazione di spostamenti relativi di masse sospese distanti 3km, dovuti al passaggio di onde gravitazionali ed osservati tramite sofisticate tecniche interferometriche di raggi laser. L'apparato ha due grandi tunnel ortogonali che ospitano i bracci di un interferometro di Michelson. Dopo anni di sviluppo, esso costituisce, con i suoi due simili di LIGO negli Stati Uniti, lo strumento più avanzato per la ricerca di onde su una banda di frequenza che spazia da qualche Hertz a migliaia di Hertz.

Virgo è attualmente completato e nell'estate del 2007 si è avuta la prima lunga campagna di raccolta dati per usi scientifici, in coincidenza con gli interferometri di LIGO. Per raggiungere la sensibilità di progetto di VIRGO è necessario un attento lavoro di messa a punto dell'apparato. Tale lavoro sta avvenendo regolarmente secondo quanto programmato. È in atto un continuo programma di ricerca e sviluppo per migliorare le prestazioni dello strumento.

Nuovi progetti sono allo studio per futuri rivelatori di onde gravitazionali. Essi per l'Europa dovrebbero fare capo a EGO, il consorzio costituito dall'INFN e dal CNRS francese per lo sviluppo della ricerca gravitazionale in Europa, che attualmente si occupa del completamento, del funzionamento e della manutenzione di VIRGO e della promozione della ricerca collegata allo sviluppo di nuovi rivelatori.

Nel 2007, infine, è continuata l'attività di ricerca e sviluppo per LISA, un rivelatore interferometrico spaziale costituito da tre satelliti disposti su un triangolo equilatero con lato

di 5 milioni di chilometri. LISA sarà sensibile particolarmente alle bassissime frequenze (10^{-4} – 10^{-1} Hz) ove vi sono migliaia di possibili sorgenti note (binarie galattiche), ma le sorgenti di maggiore interesse saranno quelle più esotiche come i buchi neri. L'attività attuale, in collaborazione con ASI, ESA e NASA è rivolta al lancio di un satellite dimostratore delle tecnologie usate in LISA, che dovrebbe avvenire nel 2010.

RICERCHE IN FISICA GENERALE FONDAMENTALE

Alcune attività sono relative ad esperimenti di fisica generale fondamentale. L'esperimento MAGIA si propone di fare una misura precisa della costante di gravitazione usando atomi singoli. La misura si basa sulle tecniche di raffreddamento atomico recentemente sviluppate. E' stata realizzata la fontana atomica necessaria per l'esperimento con cui sono state fatte delle prime misure di G, la costante dell'accelerazione gravitazionale, e sono state fatte le prime misure con le masse campione di precisione.

L'esperimento PVLAS usa luce laser in un campo magnetico per la ricerca degli assioni, possibili particelle candidate per la materia oscura e per lo studio delle proprietà del vuoto quantistico. Nel 2007, dopo modifiche all'apparato, PVLAS non ha confermato il segnale trovato negli anni precedenti.

Un altro esperimento per lo studio delle proprietà del vuoto è MIR, che si propone lo studio dell'effetto Casimir su specchi in moto. La costruzione di MIR è continuata nel 2007.

Infine l'esperimento GGG si propone una misura precisa dell'equivalenza della massa inerziale e di quella gravitazionale, per il momento con prototipi a terra e nel futuro con un esperimento dedicato su satellite. L'ASI ha recentemente lanciato uno studio preparatorio per verificare la fattibilità di un esperimento spaziale.

Progetto CNGS

Il progetto CNGS, in collaborazione tra l'INFN e il CERN, consiste in una sorgente di neutrini agli acceleratori del CERN. Il fascio prodotto è indirizzato in direzione del Gran Sasso e raggiunge il laboratorio attraversando la Terra per una distanza di 732km. Il fascio è entrato in funzione nel corso del 2006. Nel 2007 in seguito ad un'interruzione dovuta a problemi tecnici si è proceduto ad una serie di miglioramenti. Dopo l'estate 2007 sono pertanto riprese le campagne di raccolta dei dati rivelando i neutrini con gli apparati del Gran Sasso.

EGO

Il consorzio italo-francese EGO, tra INFN e CNRS, è volto a promuovere la cooperazione e lo sviluppo in Europa della ricerca sperimentale e teorica nel campo delle onde gravitazionali e della gravitazione in generale.

Il primo obiettivo del consorzio è il raggiungimento di sensibilità di progetto dell'interferometro VIRGO sufficiente all'osservazione delle onde gravitazionali.

Compito iniziale di EGO è anche fornire a VIRGO il necessario supporto tecnico e realizzare le necessarie infrastrutture per il suo funzionamento. In particolare EGO fornisce VIRGO dei necessari mezzi di calcolo per la gestione e l'analisi dei dati prodotti dall'interferometro.

La descrizione dettagliata degli esperimenti è disponibile al sito WEB

http://www.infn.it/csn2/schede_2008/index.htm

1.3 FISICA NUCLEARE

L'attività di ricerca in questo settore si concentra sullo studio dei diversi fenomeni fisici che forniscono informazioni sulle proprietà e caratteristiche dei nuclei e dei loro costituenti. In sintesi l'obiettivo è quello della comprensione dell'universo a partire dall'istante della sua formazione quando si è avuto un plasma di quarks e di gluoni fino alla formazione di stelle e galassie dove le reazioni e la struttura nucleare giocano un ruolo importante. La sperimentazione si prefigge quindi di ricostruire in laboratorio alcune condizioni che si sono verificate immediatamente dopo il big bang e di ricreare nuclei e reazioni nucleari in condizioni molto simili a quelle che avvengono in fenomeni stellari come le stelle di neutroni e le esplosioni di supernovae. Questo ambizioso progetto richiede lo studio e la comprensione di numerosi problemi fisici relativi alla struttura del nucleone e del nucleo e relativi alle proprietà della materia nucleare in diverse condizioni di temperatura e densità. La ricerca sperimentale in fisica nucleare dell'INFN è condotta in collaborazioni internazionali ed è indirizzata a studiare le diverse proprietà dei nucleoni e degli adroni, dei nuclei e della materia nucleare e adronica al fine di fornire informazioni precise ai diversi modelli teorici.

Determinare la dinamica dei quarks negli adroni e le condizioni di temperatura e densità a cui si ha la transizione dalla materia adronica al quark-gluon plasma è attualmente una delle principali sfide scientifiche e tecnologiche. Nell'ambito dello studio della struttura nucleare il problema centrale è attualmente quello di sintetizzare in laboratorio, utilizzando la tecnica dei fasci radioattivi, una serie di nuclei lontano dalla stabilità che hanno avuto un importante ruolo nella nucleosintesi. In questo modo è anche possibile verificare i modelli

nucleari e le interazioni efficaci in condizioni estreme di isospin. Inoltre gli effetti di struttura dei nuclei e le interazioni tra nuclei controllano la produzione di energia nelle stelle e l'evoluzione di quest'ultime.

La sperimentazione INFN affronta questi problemi sviluppando anche la tecnologia necessaria per fare ricerca di punta in questi settori. In particolare, la descrizione dei progressi fatti e dei risultati raggiunti è qui organizzata in 4 sezioni intitolate rispettivamente “la struttura e la dinamica degli adroni”, “il plasma dei quarks e dei gluoni”, “astrofisica nucleare e fisica fondamentale”, “nuclei in condizioni estreme”.

Come commento generale va sottolineato che tutta l'attività sperimentale in fisica nucleare è di alto livello e molto produttiva. Si basa su strumentazione sofisticata e sull'uso di fasci di particelle con caratteristiche diverse che sono prodotti nei quattro laboratori nazionali e nei laboratori internazionali.

L'attività svolta e il suo ricco programma collocano il nostro paese al più alto livello di ricerca nel campo della fisica nucleare e offrono una buona formazione a studenti e dottorandi che operano negli esperimenti grazie allo stretto legame con l'Università che caratterizza l'attività dell'ente.

LA STRUTTURA E LA DINAMICA DEGLI ADRONI

Le proprietà degli adroni e dei loro quark costituenti sono oggetto d'indagine con esperimenti che usano sonde elettromagnetiche di diversa energia. Esperimenti con fasci di elettroni e di positroni della collaborazione HERMES al laboratorio DESY hanno permesso di studiare il contributo dei quark e dei gluoni allo spin dei nucleoni e hanno fornito nuovi risultati che permettono di dedurre la completa correlazione di posizione trasversale e di impulso longitudinale dei quarks nei nucleoni.

L'esperimento AIACE al JLAB (USA) ha recentemente concluso una misura a grande precisione della funzioni di struttura del neutrone osservando che le correlazioni tra quarks sono indipendenti dal sapore u e d. La collaborazione AIACE ha infine utilizzato un contatore Cherenkov da loro recentemente costruito per la misura della funzione di struttura g_1 del protone a bassi momenti trasferiti.

Sempre al JLAB la collaborazione LEDA ha completato la misura della elettroproduzione di ipernuclei su bersaglio di ossigeno, ottenendo nuovi dati di alta risoluzione grazie all'impiego dei rivelatori Cherenkov e setti magnetici costruiti dal gruppo. L'attività dell'esperimento CTT al nuovo acceleratore di Mainz ha portato a dati di alta precisione sulle proprietà delle risonanze barioniche e a questo scopo sono stati utilizzati fasci di fotoni polarizzati su bersagli di protone e deutone polarizzati.

Presso i Laboratori Nazionali di Frascati ha avuto luogo un lungo turno di misura con l'apparato FINUDA finalizzato alla rivelazione del decadimento degli ipernuclei prodotti con la cattura a riposo dei mesoni K^- . Gli ipernuclei contenenti l'iperone lambda costituiscono un laboratorio per comprendere l'interazione nucleone-Lambda ed effetti di struttura nucleare in presenza di stranezza. L'analisi di una parte dei nuovi ad alta risoluzione ha permesso di evidenziare effetti interessanti come quello dell'assorbimento del kaone su una struttura a cluster. La rivelazione di oltre un milione di eventi di ipernuclei permetterà uno studio delle proprietà degli ipernuclei ad un livello senza precedenti.

Sempre ai LNF, SIDDARTHA ha consolidato i risultati precedentemente ottenuti sulle proprietà dell'idrogeno kaonico e sta attualmente completando la costruzione di un nuovo rivelatore del tipo Silicon drift chamber. Questo rivelatore permetterà di misurare i raggi X emessi da atomi kaonici con alta risoluzione e con una forte riduzione del fondo.

L'attività di R&D per la progettazione del rivelatore PANDA da utilizzarsi all'anello di accumulazione di antiprotoni a FAIR è continuata con molto vigore.

L'apparato PANDA permetterà di realizzare un programma scientifico molto ricco che copre diversi aspetti che sono di particolare interesse nel campo della fisica adronica. Tra i diversi temi fisici che saranno affrontati con PANDA ci sono quelli della struttura di ibridi, della spettroscopia del charmonio e degli ipernuclei con doppio lambda.

IL PLASMA DI QUARK E GLUONI

E' proseguita con successo presso il laboratorio del CERN l'attività di ricerca nell'ambito dello studio delle interazioni di Ioni ultrarelativistici. A energie di poche centinaia di GeV l'esperimento NA50 ha prodotto molti risultati nuovi e interessanti riguardanti il problema dell'effetto della temperatura e densità sulla produzione dei mesoni vettori e sulle loro proprietà caratteristiche come energia e vite medie. Il risultato più recente riguarda le proprietà dei mesoni vettori leggeri ρ , ω e ϕ prodotti nelle collisioni In-In a 158GeV per nucleone. E' stato trovato che a quelle temperature la sola grandezza che cambia è la larghezza (o vita media). La buona risoluzione della misura ha permesso di verificare per la prima volta i diversi modelli teorici e si è concluso che non serve invocare il meccanismo del ripristino della simmetria chirale per interpretare la forma spettrale misurata.

Ma è a più alte energie e densità che attualmente si sta concentrando l'attenzione sia dal punto sperimentale che teorico. Infatti il principale impegno di questi anni nel campo della ricerca del quark gluon plasma resta quello della costruzione del rivelatore ALICE. L'esperimento si prefigge di studiare le interazioni tra gli ioni Pb-Pb con un fascio di 5.5 TeV prodotto al nuovo collisionatore LHC del CERN. L'obiettivo della ricerca di ALICE

rappresenta una grossa sfida scientifica e tecnologica in quanto si vuole produrre in laboratorio lo stato della materia costituito da quarks e gluoni deconfinati simile a quello verificatosi 10^{-6} secondi dopo il big bang. Le temperature in gioco per creare questo plasma di quark e gluoni con vite medie abbastanza lunghe per poterne studiare le sue caratteristiche sono di circa parecchie centinaia di MeV. La densità di energia corrisponde a circa 30 volte quella del protone.

L' apparato ALICE è sostanzialmente ultimato e si trova quindi in condizioni tali da poter essere impiegato nella prima presa dati attesa nel 2008. All'esperimento ALICE lavorano più di 1000 ricercatori di 70 paesi e l'Italia è fortemente impegnata nella realizzazione di molte parti del rivelatore. Partecipano a questo esperimento per l'INFN 160.3 FTE, alcuni dei quali con importanti responsabilità nei comitati di gestione dell'esperimento. Il rivelatore di tempo di volo (TOF) per l'identificazione delle particelle cariche è realizzato con camere RPC a multisteps. Queste camere del TOF hanno prestazioni eccezionali in efficienza e risoluzione temporale grazie agli sviluppi meccanici ed elettronici realizzati.

Il rivelatore per il tracciamento centrale (ITS) che utilizza rivelatori al Si è stato completato. Il rivelatore ha raggiunto gli obiettivi stabiliti per quanto riguarda tutte le sue prestazioni. Per i rivelatori a PIXEL è stata completata con successo la fase di test di integrazione e successivamente la fase di costruzione e montaggio. Le prestazioni dei rivelatori al Si a deriva sono state controllate con fasci di particelle e successivamente la costruzione ha mantenendo bene i tempi richiesti dalla collaborazione. La consegna e il montaggio dei rivelatori a strip sono terminati e sono stati prodotti tutti i chip dell'elettronica di Front End. I 7 moduli del rivelatore HMPID sono installati e pronti per la presa dati. Il rivelatore HMPID permetterà l'identificazione delle particelle ad alto momento. Anche i calorimetri a zero gradi (o rivelatore ZDC) sono pronti e permetteranno di misurare la centralità della collisione. I rivelatori per muoni sono montati e il loro impiego sarà essenziale per misurare come evolvono ad alte temperature le produzioni della J/ψ e per trovare segnali nuovi del quark-gluon plasma come quello legato alla produzione e proprietà del bottomio.

L'impegno dei ricercatori italiani di ALICE nello sviluppo del calcolo è cresciuto notevolmente. Oltre a una forte attività nei due centri pilota di Catania e Torino si stanno infatti preparando gli altri due centri di Bari e LNL. Per gli sperimentatori di ALICE è stato messo a punto un ambiente di analisi e produzione dati trasparente facente uso del sistema GRID. In particolare c'è un continuo impegno in un Physics data Challenge che utilizza le risorse di calcolo comuni complessivamente a disposizione agli esperimenti LHC.

ASTROFISICA NUCLEARE E FISICA FONDAMENTALE

I progressi nell'ambito degli esperimenti di astrofisica nucleare hanno permesso degli avanzamenti sostanziali dei modelli che descrivono i fenomeni stellari.

In particolare le misure di alta precisione in laboratorio delle reazioni alle energie corrispondenti alle temperature delle stelle forniscono nel loro insieme dati utili per rispondere a quesiti fondamentali come quello sull'origine delle nostre galassie e sulla loro evoluzione temporale. L'attività dei gruppi italiani in questo settore è stata molto vitale e trainante. Al laboratorio Nazionale del Gran Sasso l'esperimento Luna ha fornito dati precisi sulle reazioni all'energia del picco di Gamow che portano alla produzione di ${}^7\text{Be}$ e ${}^8\text{B}$ nel sole. Le reazioni misurate servono per descrivere la nucleosintesi primordiale (Big Bang Nucleosintesi) concentrandosi in particolare sulla produzione del ${}^7\text{Li}$. Con la precisione delle misure di sezione d'urto ottenute si è potuto stabilire che l'errore sul flusso di neutrini solari di bassa energia provenienti dal Be è circa un fattore 2 minore rispetto a quello precedente. Questo risultato ha delle conseguenze sul segnale che ci si aspetta di misurare con l'esperimento Borexino che misurerà direttamente i neutrini solari.

Un'altra parte rilevante della ricerca in astrofisica nucleare viene condotta con misure indirette utilizzando due diverse tecniche, quella della cinematica inversa e quella del cavallo di Troia. L'esperimento ERNA a Bochum ha realizzato e messo a punto un separatore di massa per misure in cinematica inversa. L'obiettivo principale è quello di misurare per la prima volta a $E_{\text{cm}}=1.9-4.9$ MeV la sezione d'urto totale della reazione ${}^{12}\text{C}(\alpha,\gamma){}^{16}\text{O}$, reazione chiave per determinare il rapporto C/O nella nucleosintesi. L'esperimento ASFIN sta portando avanti un sostanzioso programma utilizzando il metodo indiretto del cavallo di Troia che permette di ottenere il fattore spettroscopico della reazione elementare di bassa energia a due corpi misurando una reazione a tre corpi a più alta energia. L'aspetto positivo di questo metodo è quello di poter stimare il potenziale schermante degli elettroni. ASFIN sta studiando la nucleosintesi degli elementi leggeri Li-Be-B concentrandosi sul ruolo che hanno le reazioni (p, α) e (n, α) in ambiente stellare sulla distruzione di questi elementi.

Misure d'interesse astrofisico sono state anche fatte dalla collaborazione n_TOF al CERN che ha usato la "facility" per lo studio di sezioni d'urto di neutroni. L'apparato ha infatti permesso la misura di numerose sezioni di cattura per lo studio del processo s (cattura neutronica lenta). Le misure più recenti riguardano il ${}^{209}\text{Bi}$ che è anche d'interesse in ambito applicativo relativamente alle miscele da utilizzarsi in reattori di nuova generazione.

Per quanto riguarda la fisica fondamentale ci sono due attività in corso. La prima è quella dell'esperimento VIP presso il laboratorio LNGS. Questo esperimento si prefigge di fornire un test di alta precisione al principio di esclusione di Pauli ricercando una transizione X anomala negli atomi di rame.

L'esperimento ATHENA sta completando un'intensa attività di R&D per definire una proposta di misure da realizzare al CERN di spettroscopia dell'antidrogeno con precisione tale da poter determinare l'accelerazione gravitazionale g nell'antimateria.

NUCLEI IN CONDIZIONI ESTREME

Gli obiettivi scientifici della ricerca in questo settore sono quelli di studiare le proprietà di struttura dei nuclei prodotti in condizioni tali da avere un rapporto anomalo di neutroni e protoni e in alcuni casi una temperatura finita e/o un alto momento angolare. Per creare in laboratorio nuclei in queste condizioni ci si serve di reazioni tra ioni pesanti e quindi lo studio dettagliato dei meccanismi di reazione costituisce un capitolo interessante anche per la struttura nucleare. Le reazioni con gli ioni pesanti a bassa energia attorno alla barriera Coulombiana sono largamente impiegate per misure di spettroscopia nucleare mentre quelle all'energia di Fermi sono utilizzate per studiare l'equazione di stato della materia nucleare. In entrambi i casi si affrontano problematiche di fisica nucleare d'interesse anche in campo astrofisico. Infatti la struttura nucleare al limite della stabilità fornisce informazioni utili sui diversi processi di nucleosintesi prodotti in esplosioni stellari mentre le misure delle reazioni di frammentazione forniscono informazioni sull'equazione di stato e sul suo termine di simmetria che influenza sia l'esplosione delle supernovae che la composizione delle stelle di neutroni.

Lo studio della struttura nucleare mediante spettroscopia gamma costituisce l'attività di ricerca della collaborazione GAMMA, svolta sia presso i Laboratori nazionali di Legnaro dell'INFN che presso i maggiori laboratori europei.

Ai laboratori LNL la collaborazione GAMMA sta portando avanti una campagna di misure che utilizzano le reazioni di trasferimento di molti nucleoni per studiare nuclei che sono intermedi tra i nuclei stabili e quelli che si producono con i fasci radioattivi. Sono stati misurati i primi stati eccitati dei nuclei vicini al nucleo doppio magico ^{78}Ni al fine di seguire l'evoluzione dell'interazione di spin-orbita all'aumentare del valore del rapporto N/Z . Sono stati misurati anche i decadimenti gamma dei nuclei con $N=Z$ confrontando tra loro gli stati eccitati dei nuclei speculari per verificare con alta precisione la simmetria di isospin e le corrispondenti nuove previsioni di modello a shell. L'apparato usato consiste nello spettrometro magnetico PRISMA accoppiato al sistema di rivelatori al Germanio (CLARA). Al GSI, nell'ambito del progetto RISING, sono state condotte misure di spettroscopia gamma con fasci di ioni radioattivi di alta energia prodotti con la tecnica della frammentazione. Tra i principali obiettivi quello di determinare il ruolo della pelle di neutroni in eccitazioni collettive, in particolare nel nucleo ^{68}Ni d'interesse per il processo di nucleosintesi di cattura rapida di neutroni. L'esperimento EXOTIC ha portato a termine presso i laboratori LNL la

costruzione della linea per la produzione di fasci esotici. Sono stati prodotti i fasci di ^{17}F , di ^8B e ^7Be . Il programma sperimentale si incentra sulle misure della sezioni d'urto di diffusione elastica, di break-up, di stripping e di fusione a bassa energia che sono sensibili alla struttura ad alone di questi nuclei.

A LNS è stato prodotto il primo fascio di ^8Li con EXCYT, con intensità molto prossime a quelle stimate. Con questo fascio sono state misurate sezioni d'urto totali su diversi bersagli di nuclei leggeri. Lo spettrometro MAGNEX, che ne farà uso, è in avanzato stadio di commissioning con fasci stabili.

Per quanto riguarda la nuova strumentazione per la spettroscopia gamma con fasci radioattivi è continuata l'attività di sviluppo del prototipo del rivelatore al Ge AGATA, basato su germani molto segmentati. Quest'attività si svolge nell'ambito di una vasta collaborazione europea.

L'attività nell'ambito della dinamica delle reazioni nucleari è condotta dagli esperimenti NUCL-EX, FIESTA e N2P ai LNL con energie attorno alla barriera Coulombiana e a energie attorno all'energia di Fermi con gli esperimenti ISOSPIN e FRIBS presso i LNS. Gli esperimenti ai LNL hanno raccolto dati riguardanti l'evoluzione del meccanismo della fusione e della fissione in funzione della temperatura attraverso le misure dettagliate dei prodotti di decadimenti di particelle cariche di neutroni e di radiazione gamma. Gli esperimenti presso i LNS misurano con alta precisione l'emissione di frammenti complessi utilizzando gli apparati CHIMERA e MEDEA.

Sono state ottenute informazioni sui tempi di emissione di frammenti di massa intermedia in collisioni periferiche e centrali e queste permettono di studiare le proprietà di nuclei caldi a diverse densità. Il confronto con le previsioni basate sull'equazione di stato è stato molto soddisfacente. FRIBS ha prodotto presso i LNS fasci di frammentazione in volo alle energie intermedie che ha utilizzato per studi sulla frammentazione di proiettili esotici. Risultati molto interessanti sulla forza di pairing sono stati ottenuti per il decadimento di di-protoni del nucleo ^{18}Ne .

Progetto speciale SPES

Negli ultimi anni il progetto SPES, per la parte denominata SPES-1, è entrato nella fase realizzativa con la costruzione di una parte del sistema a RFQ per protoni da 5MeV di alta intensità. Inoltre un'intensa fase di R&D è stata condotta attorno al bersaglio di produzione. La discussione sulla fisica e sull'articolazione del progetto in obiettivi principali è continuata in fino ad oggi allo scopo di ottimizzare gli investimenti in funzione della facility completa SPES.

Sul piano operativo è stato completato il trasferimento dai LNS della sorgente ad alta intensità TRIPS. Per quel che riguarda il è in fase di conclusione la progettazione e l'attività di R&D condotta congiuntamente con il CERN per un sistema di tipo DTL. Lo sviluppo dei bersagli per la produzione di fasci radioattivi ricchi di neutroni ha portato alla proposta di sfruttare direttamente i protoni per indurre la fissione nell'uranio. Parallelamente è proseguito lo sviluppo dei bersagli per la fisica interdisciplinare (BNCT). In particolare è stato completato il test con un fascio di elettroni corrispondente alla densità di potenza nominale il convertitore in berillio per la produzione dei neutroni termici.

È in programma lo sviluppo di altri fasci da utilizzare per la sperimentazione di astrofisica e di reazioni nucleari.

La descrizione dettagliata degli esperimenti è disponibile al sito WEB:

<http://www.infn.it/csn3/esperimenti2008.html>

1.4 FISICA TEORICA

La Commissione Scientifica Nazionale IV (CSN4) coordina l'attività di ricerca che si svolge prevalentemente nell'ambito di circa 60 progetti di ricerca (Iniziative Specifiche) suddivisi nei seguenti settori:

- 1) Teoria di campo e teoria di corda;
- 2) Fenomenologia delle particelle;
- 3) Fisica nucleare e adronica;
- 4) Metodi matematici;
- 5) Astroparticelle;
- 6) Fisica statistica e teoria dei campi.

Ogni tre anni tutte le IS sono sottoposte al giudizio di referee internazionali e il risultato influenza l'assegnazione dei fondi.

La qualità scientifica delle ricerche è stata confermata dal rapporto al CVI e dalla valutazione triennale del MIUR (la CSN4 ha ottenuto il migliore risultato per la fisica in confronto a tutte le megastrutture e le grandi università).

Quasi il 40% dei ricercatori della CSN4 è costituita da giovani temporanei (dottorandi e postdoc). Il grande numero di postdoc e dottorandi (ogni anno vi sono oltre 70 tesi di dottorato e circa 200 tesi di laurea) mostra che l'attività di ricerca si svolge parallelamente a quella di formazione.

Il 50% delle risorse della CSN4 sono usate per collaborazioni internazionali (missioni, inviti e seminari di stranieri). Ogni anno ricercatori stranieri visitano le varie sezioni per un periodo di quasi 300 mesi. Il 60% degli articoli sono scritti con fisici stranieri. Sono in atto vari accordi di collaborazione con istituzioni straniere (ITEP, JINR, IHEP-Dubna (Russia), MEC (Spagna), CPT-MIT (USA), ICTP, ETC*...).

PRINCIPALI SVILUPPI AVVENUTI NEL CORSO DEL 2006 E 2007

1. RIORGANIZZAZIONE DELLE IS

- a) varie IS si sono accorpate al fine di creare maggiori collaborazioni in settori collegati. All'inizio 2006 vi erano 61 IS e queste si sono ora ridotte a 54. Le IS di singola sede sono state scoraggiate perché non favoriscono la circolazione dei giovani e rischiano di avere un panorama di attività limitato. Ormai queste sono molto poche.
- b) nuove IS su attività in forte sviluppo si sono formate in QCD ad alta densità e fisica di ALICE, fisica nucleare adronica, fisica della turbolenza;
- c) una nuova linea è stata istituita nel 2006 sulla Fisica Statistica. Esse comprendono attività di ricerca di tipo applicativo oppure fondamentale (al di fuori della fisica delle particelle o nucleare). Esse si sono meglio consolidate nel corso del 2007.

2. ISTITUTO GALILEO GALILEI (GGI) PER LA FISICA TEORICA

Nel corso del 2006 si sono tenuti i due primi programmi:

- a) New Directions Beyond the Standard Model in Field and String Theory (from 02-05-2006 to 30-06-2006);
- b) Astroparticle and Cosmology (from 28-08-2006 to 11-11-2006);

Nel corso del 2007 si sono tenuti i tre programmi:

- a) High Density QCD (in collaborazione con CSN3) (from 15-01-2007 to 09-03-2007);
- b) String and M theory approaches to particle physics and cosmology (from 19-03-2007 to 22-06-2007);
- c) Advancing Collider Physics: from Twistors to Monte Carlos (from 27-08-2007 to 26-10-2007).

A ogni programma hanno partecipato circa 70 ricercatori (di cui 25% INFN) con permanenze non inferiori a tre settimane. Circa 15 articoli sono stati scritti come risultato di ogni programma. Alla fine di ogni programma gli organizzatori stilano una relazione sulla attività svolta.

Il GGI è diretto da due comitati. Il “comitato di consulenza” è presieduto da Gabriele Veneziano e decide i programmi. Il “comitato scientifico” è presieduto dal presidente della CSN4 e raccoglie e valuta le proposte di programmi. La CSN4 è il referente del GGI e i suoi membri sono coinvolti nel suo andamento. L’INFN supporta la partecipazione di Gabriele Veneziano a tutti i programmi.

3. PREMIO SERGIO FUBINI

Premio Fubini per le tre migliori tesi di dottorato. La CSN4 ha istituito il Premio nel 2005.

Nel 2006 i premiati sono stati (in ordine alfabetico, tra parentesi il titolo della tesi):

- Cristian Bisconti (The CBF theory for medium-heavy nuclei);
- Cecilia Tarantino (Kaon physics on the lattice: quenched and unquenched numerical studies);
- Giovanni Villadoro (Supersymmetry breaking from higher-dimensional supergravities).

Il premio nel 2007 è diventato un premio INFN e i premiati sono stati (in ordine alfabetico, tra parentesi il titolo della tesi):

- Stefano Bolognesi (Topological Solitons with Large Magnetic Flux);
- Agostino Butti (Recent results in N=1 gauge/gravity correspondence);
- Alessandro Mirizzi (Study of neutrino flavor transition in core-collapse supernovae).

La selezione viene fatta da una commissione indicata dalla CSN4 che seleziona, anche avvalendosi di referee esterni, le tesi tra le circa 70 tesi teoriche fatte in ambito INFN ogni anno (sono una ventina quelle presentate).

La grande maggioranza dei vincitori è attualmente impegnata in prestigiose università straniere.

4. INSTALLAZIONE DI MACCHINE APENEXT

Il progetto speciale APE iniziato nel 1984, ha prodotto 4 famiglie di calcolatori paralleli per teorie di gauge su reticolo e in generale per il calcolo scientifico: APE, APE100, APEmille e apeNEXT. Il progetto APE è stato sviluppato da teorici che intervengono a tutti i livelli: il problema fisica (lattice QCD), gli algoritmi di calcolo e la architettura VLSI. Negli ultimi anni l’attività si è svolta in stretta collaborazione con fisici tedeschi e francesi e con tecnici della ditta Eurotech.

Dal 2006, 13 torri apeNEXT sono a disposizione per la ricerca. Sono installate in un'unica sede presso la sezione di Roma1. La potenza totale di picco è di circa 10Tflops. Oltre a queste installazioni vanno considerate 2 torri di Orsay installate sempre a Roma1 (oltre a quelle di DESY/Zeuthen e Bielefeld in Germania). Una analisi dei programmi dei convegni su teorie di gauge su reticolo (Lattice 2006) si trova che almeno il 50% dei contributi europei è rappresentato da lavori fatti con macchine APE e questi sono in gran parte da collaborazioni con gruppi INFN.

5. MONTECARLO WORKSHOP PER LHC (MCWS)

Nel 2006 e 2007 la CSN4 ha organizzato, insieme alla CSN1, un programma di workshop periodici dedicati alla preparazione degli strumenti necessari per la interpretazione dei dati a LHC. I teorici della CSN4 hanno una consolidata esperienza con programmi di Monte Carlo dal momento che sono e sono stati protagonisti nella costruzione e sviluppo di questi. Si pensi a: COJET, HERWIG, MC@NLO, POWEG, MADGRAPH, SMALLX, TOPAZ0, HORACE, CKKW, ALPGEN, POWHEG etc. I punti studiati nel workshop sono stati:

- a) elementi di matrice per processi elementari a corta distanza per il modello standard e oltre (emissione di pochi quanti): calcoli analitici e con codici automatici;
- b) radiazione di QCD associata al processo elementare attraverso Shower Monte Carlo;
- c) Monte Carlo per simulare la risposta del rivelatore.

Nel 2006 vi sono stati tre workshop a Frascati con quasi 60-90 partecipanti per workshop su:

- a) shower Monte Carlo: interfaccia con calcoli a livello albero e next-to-leading order (NLO);
- b) elementi di matrice per la generazione di processi complessi e tecniche di automazione per calcoli NLO; calcoli NNLO.
- c) Modello Standard e oltre a LHC (jets, gamma, W, Z, WW, WZ, ZZ, t-bart);
- d) simulazioni dei detector: studio e calibrazione dei detector con fisica del Modello Standard.

Nel 2007 la attività principale è la stesura di un primo "libro bianco" sulla preparazione per la fisica di LHC che costituirà la base anche per la formazione di giovani teorici e sperimentali.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE (2006 E 2007)

- 1) Istituto Galileo Galilei (GGI) per la fisica teorica

Per contribuire alla attività di formazione, la CSN4 ha fornito la possibilità ai dottorandi e borsisti di visitare il GGI per una o due settimane e discutere o collaborare con i partecipanti ai workshop. Ogni anno sono state finanziate circa 150 giornate per dottorandi. Questa iniziativa ha trovato molto interesse anche tra gli organizzatori e partecipanti che hanno preparato serie di lezioni generali.

2) Monte Carlo workshop per LHC (MCWS)

Uno degli scopi principali del MCWS è stato la formazione di giovani ricercatori per LHC. Questo si è svolto anche in parallelo ad altre iniziative simili presso altri Paesi. Questa attività formativa si è svolta anche con la serie di lezioni alla Scuola di Parma nel 2007 (New Physics at the LHC: from model building to event generation).

3) Scuola di Parma per dottorandi di fisica teorica

La scuola è diventata internazionale nel 2006. I corsi sono stati programmati in modo da sviluppare gli argomenti dei futuri programmi del GGI. Vi sono circa 30-35 studenti per le due settimane della scuola di cui 10-15 stranieri. I corsi del 2006 e 2007 sono stati:

- a) String and M theory approaches to particle physics and cosmology (2006);
- b) Advancing Collider Physics: from Twistors to Monte Carlos (2006);
- c) New Physics at the LHC: from model building to event generation. (2007);

4) Organizzazione di scuole e workshop.

I fisici della CSN4 partecipano alla organizzazione di varie scuole, workshop e congressi spesso rivolti alla formazione di giovani (vedi <http://www.infn.it/csn4/meetings/meetings.php>). Solo nel 2007 queste sono:

Scuola di Fisica Nucleare Teorica Raimondo Anni (Lecce);

apeNEXT: Computational Challenges and First Physics Results (GGI);

Supersymmetry, supergravity, and superstrings (Pisa);

Noncommutative Spacetime Geometries (Alessandria);

XIII Conferenza su Problemi Attuali in Fisica Teorica (Vietri);

VI Incontri di Fisica delle Alte Energie (Napoli);

Changing facets of nuclear structure (Vico Equense);

XXIX Convegno di Fisica Teorica (Cortona);

IV International Workshop on QCD, Theory and Experiment (Martina Franca);

Complexity, metastability and nonextensivity (Catania);

Statistical Field Theory of Quantum Devices (Perugia);

ILC Physics in Florence (GGI);

Hadron International Conference (LNF);

Terzo Convegno Nazionale sulla Fisica di Alice (LNF);

Graduate School in Relativity and Gravitational Physics (Como);

ICTP (400 giornate all'anno di visitare l'ICTP di Trieste sono finanziate dall'INFN).

5) Stato della formazione

Un chiaro indicatore dello stato attuale della formazione promossa dall'INFN nel campo specifico della fisica teorica è il fatto che negli ultimi 5 anni oltre 40 giovani teorici educati in ambito INFN hanno trovato posto permanente presso importanti istituzioni straniere. Subito dopo il dottorato, la stragrande maggioranza dei giovani che continuano la ricerca trova borse presso prestigiosi centri stranieri. Molti ottengono posizioni permanenti presso gli istituti che li ospitano, che in questo modo traggono direttamente beneficio dell'attività di formazione svolta in Italia dall'INFN. Nello stesso ultimo periodo il numero dei giovani teorici che hanno trovato posto presso le università o sezioni INFN è prossimo alla ventina, non raggiungendo l'unità per sede. Questo fatto si riflette in un depauperamento dei gruppi INFN che non riusciranno a mantenere il tradizionale livello non solo nella ricerca, ma anche nella formazione. La constatazione del pericolo viene ormai fatta anche dai nostri colleghi stranieri.

SVILUPPO DELLE RICERCHE nel 2006 e 2007

TEORIA DI CORDA E DI CAMPI

Gli obiettivi dei progetti di ricerca in questo settore sono: a) la teoria quantistica che comprenda tutte le interazioni incluse quelle gravitazionali; b) la teoria delle interazioni fondamentali (deboli, elettromagnetiche e forti) che superi le limitazioni e inconsistenze del Modello Standard; c) confinamento del colore in QCD. In particolare vanno menzionate i seguenti studi:

a) Dualità stringhe-gauge;

b) Fenomenologia di stringa:

c) Vuoti metastabili in teorie supersimmetriche:

d) Dinamica non perturbativa in teorie di gauge e QCD: monopoli, instantoni e confinamento.

L'attività in questa linea ha forti connessioni con quelle di tutte le altre linee. Ha organizzato due programmi al GGI nel 2006 e 2007, varie scuole per dottorandi.

In questa linea vi sono vari risvolti di interesse fenomenologico:

- fisica oltre il Modello Standard (CSN1 e LHC);
- cosmologia e evoluzione dell'universo (CSN2);
- dinamica di stelle ultradense (CSN2);
- urti di ioni pesanti (CSN3 e ALICE).

I massicci studi numerici sono fatti principalmente con macchine apeNEXT.

FENOMENOLOGIA DELLE PARTICELLE

Il quadro della fisica delle particelle si sta fortemente arricchendo. Alla base di ciò vi sono vari sviluppi della fisica sperimentale. Da una parte LHC e la sua prossima entrata in funzione. Dall'altra i molti dati sulla fisica dei neutrini, degli ioni pesanti a RHIC e Tevatrone e dei quark pesanti a Babar, Bell, Daphne, Tevatron.

Le principali linee di ricerca teorica sono le seguenti:

- a) Modello Standard e oltre.
- b) QCD
- c) Fisica del sapore (metodi analitici)
- d) Fisica del sapore con QCD su reticolo (apeNEXT e PC-cluster)

Ricercatori in questa linea hanno partecipato alla organizzazione di tre programmi al GGI nel 2006 e 2007 e varie scuole per dottorandi. I massicci studi numerici sono fatti principalmente con macchine apeNEXT.

FISICA NUCLEARE E ADRONICA

Le ricerche in questo settore sono collegate con la CSN3 e con le ricerche in QCD nel settore di Fenomenologia. Possono essere divise secondo le seguenti linee:

- a) Collisioni di ioni pesanti e plasma di quark-gluoni (ALICE)
- b) Materia adronica e modelli di QCD
- c) Strutture e reazioni nucleari, fasci radioattivi

In questa linea si sono avute grosse evoluzioni. Nel 2006 si è costituita RM31 che si occupa della fisica di ALICE (matter in saturation regime; Jet physics at RHIC and LHC, hadron physics at RHIC and LHC, phase transition in Lattice QCD). Gli studi numerici sono

fatti con APEmille e apeNEXT. Il progetto di costruire un grosso nucleo di teorici attivi in questa eccitante area ha avuto successo. Partecipanti di RM31 hanno contribuito alla organizzazione del programma del GGI su High density QCD.

Nel 2007 si sono costituite due IS che si occupano di fisica adronica (dello spin). Sono in stretto contatto con svariate collaborazioni sperimentali: HERMES, COMPASS, PANDA, RHIC, JPARC, MAMI, JLAB, KEK, Sendai. La prima (TO31) si occupa di struttura di spin del nucleone attraverso l'analisi fenomenologica di asimmetrie azimutali (di spin). La seconda (AD31) nasce dalla fusione di 3 IS. Le attività principali includono l'analisi della struttura elettrodebole del nucleone.

METODI MATEMATICI.

Le ricerche di questo settore possono essere divise secondo i seguenti settori:

* Gravità

- Hamiltoniana della relatività generale, onde gravitazionali, relatività numerica
- gravito-magnetismo, navigazione spaziale e sincronizzazione degli orologi

* Teorie quantistiche

- Evoluzione temporale non-unitaria di sistemi quantistici, quantizzazione e simmetrie
- Problema dei fondamenti e interpretazione
- Transizione da classica a quantistica e geometria non-commutativa
- Caos classico e quantistico

* Teorie conformi, evoluzione non-lineare e sistemi dinamici

ASTROPARTICELLE

Le ricerche teoriche di questo settore sono fortemente collegate con ricerche sperimentali della CSN2. Esse sono anche spesso collegate con ricerche nel settore di Campi e corde e di Fenomenologia. Possono essere divise secondo le seguenti linee:

a) Neutrini in fisica, astrofisica e cosmologia

b) Inflazione, materia oscura, energia oscura, strutture a grande scala nell'universo, fenomenologia alla scala di Planck

c) Fisica nucleare e subnucleare nell'universo all'inizio, stelle compatte, oggetti stellari e materia nucleare densa

d) Sorgenti astrofisiche di radiazione

e) Modellizzazione di sorgenti di onde gravitazionali: teoria e simulazioni numeriche

Ricercatori in questa linea hanno partecipato alla organizzazione del programma Astrophysics and Cosmology al GGI nel 2006 e hanno proposto un programma per il 2009.

FISICA STATISTICA E TEORIA DEI CAMPI

Le tecniche usate sono quelle tipiche della teoria dei campi e spesso comportano massicci calcoli numerici. Questo settore comprende sia ricerche su aspetti fondamentali di interesse della CSN4, anche se estranei alla fisica della particelle o nucleare, sia ricerche di tipo applicativo che usano metodi della teoria dei campi. Le principali linee di sviluppo:

a) “Statistical field theory”

b) Applicazioni a sistemi statistici

I ricercatori in questo settore hanno spesso ottenuto cospicui finanziamenti anche attraverso collaborazioni con biologi, medici e chimici, fisici della materia.

La descrizione dettagliata degli esperimenti è disponibile al sito WEB:

<http://www.infn.it/csn4/summaries/2008-it.html>

1.5 RICERCHE TECNOLOGICHE E INTERDISCIPLINARI

L’INFN conserva e rafforza nel 2007 la forte capacità innovativa e l’ottimo livello realizzativo che sono alla base della sua forza tecnologica promuovendo ricerche tecnologiche di dispositivi, materiali, tecniche e processi nuovi dedicati alla sua attività sperimentale. Le nuove frontiere della ricerca in fisica si raggiungono con esperimenti che sviluppano una maggiore sensibilità e precisione, migliorando la capacità di generare e rivelare i fenomeni più rari e significativi. Lo sviluppo di tecnologie e rivelatori nuovi avanzano insieme ed alcune misure diverranno possibili solo grazie all’impiego di tecnologie totalmente nuove. Nello stesso modo alcuni sviluppi tecnologici traggono stimolo dall’obiettivo d’impiego in futuri apparati sperimentali e successivamente, in applicazioni interdisciplinari, dedicate a discipline che fanno uso delle tecnologie sviluppate altrimenti per le attività di ricerca dell’INFN.

RIVELATORI

Nel 2007 l’esperimento TREDI ha realizzato strutture di rivelazione tridimensionali di silicio, le quali promettono miglioramenti sia nella Fisica delle Alte Energie, estrema resistenza alla radiazione e riduzione dei tempi di risposta ($< ns$), che nelle applicazioni interdisciplinari con luce di sincrotrone, possibilità di sensori privi di zona morta ai bordi.

L'esperimento SLIM5 studia rivelatori di vertice di silicio sottili per applicazione in futuri esperimenti ad alta luminosità, con lo scopo di costruire un prototipo di microvertice affrontando anche le tematiche inerenti il problemi di meccanica, cooling e capacità di trigger di primo livello. Si sono sviluppati studi sui fotomoltiplicatori a silicio (esperimenti DASIPM2 e FACTOR) allo scopo di caratterizzare tali dispositivi per future applicazioni in calorimetria e nello spazio.

A proposito di tecnologie di frontiera, l'esperimento SQUAT-SUPER, utilizzando l'acquisita capacità di creare e controllare in modo coerente campioni di atomi ultrafreddi, ha affrontato il problema della misura di effetti Casimir con materiali dielettrici.

Si sono ottenuti risultati molto incoraggianti, nell'imaging scintigrafico in vivo su animale (esperimento SCINTIRAD), con gamma camere compatte ad alta risoluzione, che utilizzano cristalli scintillatori di bromuro di lantanio.

ACCELERATORI

Nel 2007 si consolidano le iniziative di R&D connesse con il progetto SPARC, come ad esempio lo sviluppo di strutture acceleranti per accordare l'emittanza longitudinale del fascio all'accettanza delle strutture acceleranti (esperimenti SALAF e GIAF) che si susseguono in SPARC e le tecniche di accelerazione a plasm. Per gli studi sul trasporto di fasci di raggi X monocromatici (ottenibili dal primo stadio di accelerazione di SPARC) per imaging biomedico in vivo, oltre alla attuale attività sperimentale (esperimento MAMBO2) di produzione di radiazione spontanea, sono in corso studi teorici (esperimento QFEL) sulla possibilità di emissione di raggi X coerenti, allo scopo di aumentare di due ordini di grandezza il numero di fotoni emessi.

Nell'ambito degli acceleratori per Adroterapia Oncologica, si sviluppa lo studio di post-acceleratori e l'esperimento ACLIP ha studiato la possibilità di realizzare un test di accelerazione di protoni da 30 MeV prodotti da un ciclotrone per ottenere un fascio con energia sufficiente per applicazioni di adroterapia profonda. Continua l'impegno che l'INFN ha con il Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica.

Continuano, con molto successo, studi teorici e simulazioni di fenomeni collettivi quali aloni, eco, nubi elettroniche, tipici dei fasci di particelle di alta intensità (esperimento HALODYST2), con particolare riguardo ai fasci di ioni pesanti.

APPLICAZIONI INTERDISCIPLINARI

Nel 2007 sono continuati i trattamenti di routine dei tumori all'occhio (CATANA - LNS), mentre si sono consolidati e rilanciati gli studi di modellistica e radiobiologia

(esperimento SHEILA) anche per quanto riguarda l'attività umana nello spazio (esperimento SI-RAD). Con scopi più limitati, sempre nell'ambito della radiobiologia, si sono studiati gli effetti tardivi degli ioni carbonio in sistemi cellulari (esperimento ETIOPE) e i danni da esposizione a radiazioni ionizzanti in campioni biologici congelati (esperimento CRORAD2).

All'interno della tematica della BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) è partita la sperimentazione della tecnica nei casi di neoplasie epatiche e polmonari (esperimento WIDEST).

Il lavoro nell'analisi di reperti di interesse artistico, archeologico e storico, è continuato con l'esperimento DANTE (fig. 1) sviluppando applicazioni innovative delle tecnologie PIXE- α integrato a XRF, spettroscopia X e sistemi di scansione del campione, anche con fasci non micrometrici, presso il LABEC di Firenze. Utilizzando lo stesso approccio l'esperimento NUTELLA ha analizzato l'inquinamento ambientale con l'obiettivo di realizzare una conoscenza approfondita in termini di concentrazioni e provenienze del particolato atmosferico.

Utilizzando la grandissima conoscenza di analisi dati presente nell'INFN sono continuate attività nell'ambito del software applicativo. L'esperimento MAGICV ha realizzato virtual organizations, utilizzando la struttura GRID, per la mammografia digitale (come attività di trasferimento tecnologico), per la diagnosi precoce dei tumori polmonari e per l'analisi dati della PET cerebrale (Alzheimer). Con l'esperimento TIRESIA è continuato il lavoro di interpretazione, in collaborazione con neurofisiologi e neurochirurghi impegnati nella terapia della epilessia, dei segnali EEG allo scopo di prevedere l'insorgere di un focolaio epilettico.

Gli esperimenti FLUKA2, GEANT4 hanno sviluppato tecniche di simulazione che permettono di affrontare i problemi connessi alla complessità di progetti che spaziano dalla fisica delle interazioni fondamentali fino alle applicazioni in ricerca tecnologica e in fisica medica. Fra queste ultime sono rilevanti i contributi alla dosimetria, alla radioprotezione, le attività di radioterapia e adroterapia. Infine, con l'esperimento VBL è stata investigata la possibilità di realizzare una popolazione cellulare virtuale come modello per gli studi cellulari sulle neoplasie.

AMS radiocarbon dating of textiles in medieval relics



A. Cartocci, M.E. Fedi, F. Taccetti, P.A. Mandò
INFN Sezione di Firenze e Dipartimento di Fisica dell'Università di Firenze



The church of Saint Francis in Cortona (Tuscany) is one of the most important Franciscan churches in Italy. It was founded some years after the death of St. Francis (1182-1226) by Friar Elia, who was the vicar of the Franciscan Order and actually the Saint's spiritual heir. The spiritual significance of this church is strengthened by the presence of some important relics of Saint Francis. Since the end of 2005, the restoration of the church has been completed; to enhance the complete work, the Sovrintendenza together with the Franciscan Order have decided to study the relics from both scientific and historic point of view.

The three holy relics of Cortona



The **EVANGELIARIUM** (a liturgical book containing portions of the Gospels): this is supposed to have been used by St. Francis and his companions.



The **EMBROIDERED PILLOW**: this pillow is known to have been given by gentle woman Jacopa de' Settesoli to be used by the Saint in the moment of his death. The pillow has a very complex structure: a fine embroidered case enclosing three different cases made of linen or wool, the core is of course made of feathers.

By radiocarbon, we dated two samples (CUS_1 and CUS_3) from the two inner cases.

The embroideries were analysed by PIXE at the external microbeam line of LABEC (see poster P2_13 in this conference).



The **FROCK**: this is supposed to have been used to cover St. Francis in the moment of his death. It consists of several woolen cloths sewn together.

By radiocarbon, we dated several samples from the frock, as a comparison, we also dated samples taken from an other Franciscan relic: the frock kept in the florentine Church of Santa Croce.

We decided to collect several samples for each cloth (see the dots in the figures) in order to avoid ambiguities due to possible patches. Anyway, samples (~1 cm² area) were taken from the borders of the frocks to preserve their integrity.



Radiocarbon measurements

- Ultrasonic bath in deionized water 12 min
- Dryness in vacuum at 100°C - 2 hours
- HO 1M at -80°C - 1 hour
- Combustion and graphitization

In the scheme on the left side, the procedure used in sample preparation is shown. Radiocarbon concentrations measured in all samples are summarized in the graph below.

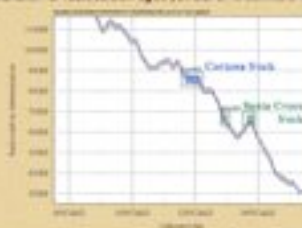


Radiocarbon dating: in the case of the two frocks, weighted averages are reported

	¹⁴ C (‰MC)	t _{1/2} (anni BP)	Calibrated age AD ¹
Cortona frock	89.88 ± 0.20	857 ± 18	1155 - 1225
Pillow CUS_3	89.23 ± 0.45	915 ± 40	1020 - 1210
Pillow CUS_1	89.56 ± 0.31	885 ± 30	1040 - 1220
Santa Croce frock	92.05 ± 0.20	696 ± 18	1260 - 1310

(*) 2-σ confidence level

Calibration of radiocarbon ages (OxCal 3.10 software was used)



Cortona frock: samples are all consistent, thus we have taken their weighted average as the best estimate for this cloth.

Santa Croce frock: sample SFF6 is not consistent with other SFF samples; however, it was taken from the belt and it is not necessarily associated to the frock itself. Best estimate of frock date was calculated as the weighted average of the other five samples.

Relics from Cortona (both the frock and the inner parts of the pillow) can be dated to a period consistent with the life of St. Francis.

Relic from Santa Croce has been dated to a more recent period, even though the belt can however be associated to the Saint.

La descrizione dettagliata degli esperimenti è disponibile al sito WEB:

<http://www.infn.it/csn5/pagine/activities.php>

1.6 ATTIVITÀ DEI LABORATORI E DELLE INFRASTRUTTURE

LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI

Le attività dei Laboratori Nazionali di Frascati, sia in sede che presso i principali Laboratori esteri e nazionali, riguardano la progettazione e costruzione di acceleratori, la

ricerca sperimentale e teorica nella fisica delle particelle elementari e della cosmologia, lo studio delle applicazioni tecnologiche, le applicazioni della luce di sincrotrone.

La macchina DAΦNE è un moderno collider ad elettroni e positroni ad altissima luminosità (fino a $5 \cdot 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$) specificatamente ottimizzato per lavorare all'energia del mesone Φ (1020MeV nel centro di massa), producendo in tal modo fasci estremamente puri di K carichi e neutri. Durante il 2006-7 la luminosità istantanea ha raggiunto $1.3 \cdot 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. l'esperimento KLOE è stato rimosso dalla zona di interazione di DAFNE, l'esperimento FINUDA è stato messo in posizione di lavoro ed ha raccolto 1 fb^{-1} di luminosità integrata.

L'analisi dei dati dell'esperimento FINUDA è in corso.

L'esperimento SIDDHARTA sarà installato sulla sezione dritta lasciata da KLOE mentre le modifiche di DAFNE sono previste concludersi a metà Novembre. Ci si aspetta un aumento della luminosità di un fattore almeno 3 usando le nuove ottiche di fascio sviluppate nell'ambito dei progetti Super-B.

Oltre alla sperimentazione su DAΦNE, l'attività di ricerca interna si sviluppa in fisica teorica, nella fisica delle onde gravitazionali (antenna NAUTILUS del gruppo ROG) e nelle tecniche di accelerazione per elettroni.

L'antenna gravitazionale NAUTILUS è stata ed è in presa dati continua. Per i prossimi anni si prevede di continuare la presa dati coordinata con gli altri rivelatori di onde gravitazionali.

Nel corso del 2007 è stato messo a punto e provato il foto iniettore del progetto speciale SPARC, un laser ad elettroni liberi di luce verde. E' stata misurata l'emittanza del fascio di elettroni prodotto dal fotoiniettore, che è in accordo con i dati di progetto. Questo conferma l'ottima qualità del sistema di iniezione, che sarà in seguito usato come sorgente per il progetto SPARX, recentemente approvato nel campus universitario di Tor Vergata.

L'attività esterna si esplica nelle partecipazioni dei gruppi sperimentali dei Laboratori ad esperimenti al CERN (ATLAS, DIRAC, LHCB), negli USA a Fermilab (CDFII, E831), a SLAC (BABAR), a CEBAF (AIACE), in Germania a DESY (HERMES), in Francia a Grenoble (GRAAL). Altrettanto importante è il contributo presso altri Laboratori dell'INFN (OPERA, ICARUS e NEMO) e alla rivelazione dei raggi cosmici nello spazio (WIZARD, AMS).

Nel corso del 2006-7 è stato fatto un grande sforzo per il completamento e il montaggio dell'esperimento OPERA nei Laboratori Nazionali del Gran Sasso. Altrettanto importante è stato l'impegno per il completamento della costruzione e il montaggio degli esperimenti LHC-b e ATLAS al CERN.

L'attività di costruzione e assemblaggio dei componenti di alta tecnologia del Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica a Pavia (CNAO), in cui la Divisione Acceleratori di LNF gioca un ruolo fondamentale, è stata molto intensa, con l'inizio del montaggio del sincrotrone, dei sistemi di supporto e delle sorgenti, e la costruzione del grande magnete verticale per il gantry di trattamento.

Continua l'attività di ricerca in fisica teorica, dalla fenomenologia all'astrofisica, alla fisica matematica. Ogni anno si organizza la scuola di fisica per gli studenti del dottorato e "L'Istituto di Fisica" durante il quale si invitano ricercatori stranieri e italiani, a permanere nel laboratorio per un periodo di tempo adeguato a interagire proficuamente con i nostri ricercatori.

L'insieme di queste linee di ricerca è oggetto di analoghe relazioni delle Commissioni Nazionali I, II, III, IV, V.

E' continuata l'attività di divulgazione scientifica con iniziative rivolte alle scuole, agli insegnanti, agli studenti, in collaborazione con gli altri enti di ricerca dell'area di Frascati. Nel 2007 è stata organizzata "La notte della ricerca" una iniziativa europea di divulgazione scientifica, che ha avuto un grande successo.

LABORATORI NAZIONALI DI LEGNARO

L'attività nei Laboratori nel corso del 2007 è proseguita regolarmente con tutte le macchine acceleratrici operative. In particolare c'è stato un recupero della tensione di lavoro del TANDEM, che ha consentito l'importante obiettivo dell'intrappolamento in una bottiglia magnetica di un numero considerevole di atomi dell'elemento radioattivo Francio 210, risultato quanto mai importante per lo studio della violazione della parità negli atomi.

L'attività sperimentale presso il complesso di acceleratori Tandem-Piave Alpi ha coinvolto tutti i maggiori apparati sperimentali. Una parte rilevante del tempo macchina è stato utilizzato per misure all'apparato PRISMA CLARA. In particolare si sono investigati gli stati eccitati di nuclei ricchi di neutroni attraverso misure di Deep-Inelastic Multi-nucleon Transfer. Risultati rilevanti sono stati ottenuti ad esempio per gli isotopi ricchi di neutroni del Fe e del Cu oltre che nello studio dei meccanismi di trasferimento di nucleoni. Studi di fissione in sistemi di fissilità intermedia sono stati effettuati all'apparato 8pLP con l'impiego dell'apparato CORSET, di cui è stata completata l'installazione. Nell'ambito della collaborazione FAZIA sono stati poi realizzati numerosi test all'apparato GARFIELD.

Il programma di potenziamento degli acceleratori in vista dell'installazione del dimostratore di AGATA è continuato come programmato e dovrebbe essere completato per la messa in funzione del rivelatore, prevista ormai nel 2008.

Sempre vivace l'attività di ricerca interdisciplinare, in particolare nel campo dello studio degli effetti biologici delle radiazioni ionizzanti. Avanzamenti significativi hanno riguardato l'ottimizzazione del sistema di microcollimazione del fascio di ioni estratto in aria e lo sviluppo di software specifici per la visualizzazione e identificazione delle singole cellule da irradiare (sugli apparati di microfascio a singolo-ione). È proseguito a questo proposito lo sviluppo degli apparati di irraggiamento "di microfascio a singolo-ione". uno già installato e in uso sull'acceleratore CN e uno da installare sull'acceleratore Tandem-ALPI.

L'impegno nel campo della fisica sanitaria, oltre all'attività presso il centro adroterapico di Pavia, ha visto un notevole progresso nella definizione delle infrastrutture ed apparati necessari per la realizzazione del fascio di neutroni per la BNCT.

Nel laboratorio di superconduttività, dove svolgono la loro attività anche gli studenti del Master in Trattamento delle Superfici per l'Industria, è proseguita con ottimi risultati la sperimentazione per la riduzione dei contaminanti radioattivi per i supporti dei cristalli dell'esperimento CUORE.

L'antenna gravitazionale AURIGA è stata in costante presa dati, mentre è proseguita l'attività di ricerca e sviluppo del nuovo rivelatore criogenico DUAL

L'apparato dell'esperimento PVLAS è stato oggetto di notevoli modifiche che hanno consentito una migliore comprensione dell'effetto precedentemente osservato.

Il supporto agli esperimenti ALICE E CMS ha beneficiato dell'impegno del laboratorio per lo sviluppo del progetto GRID, in particolare per la realizzazione del TIER2.

Per quanto concerne gli sviluppi dei progetti futuri, i laboratori sono stati e sono tuttora impegnati nello sviluppo dei bersagli, massicci o lamellari, per la produzione dei fasci radioattivi, di interesse per molti laboratori. Progressi si sono registrati nella progettazione delle varie parti che compongano l'intero sistema di produzione dei RIB.

E' proseguita la collaborazione con il consorzio RFX per la realizzazione di una test-facility per l'iniettore di neutri del progetto ITER, mentre un grosso lavoro di progettazione è stato svolto per la definizione del RFQ a grande intensità di corrente del progetto IFMIF per lo studio dei materiali da utilizzare per i futuri reattori di fusione.

LABORATORI NAZIONALI DEL SUD

Nel 2007 gli esperimenti con fasci Ciclotrone (CS) e Tandem sono stati effettuati principalmente nella prima metà dell'anno. L'arresto programmato del CS per manutenzione straordinaria degli impianti criogenici ha avuto luogo a partire dal mese di giugno 2007 e si protrarrà fino alla fine dell'anno. Questo ha permesso di ottemperare agli adempimenti di

legge che riguardano il criostato del CS, e di avviare un programma di manutenzione inteso a mantenere alto il livello di affidabilità dell'acceleratore.

Anche il Tandem è stato sottoposto, a partire da settembre, ad operazioni di manutenzione straordinaria che riguardano la sostituzione della cinghia e la revisione delle principali componenti elettrostatiche dell'acceleratore.

L'arresto degli acceleratori per manutenzione è stato anche utilizzato per la messa a punto di alcune componenti meccaniche di EXCYT: in particolare il robot per la manipolazione del complesso target-sorgente e il front-end stesso sono stati oggetto di revisioni e modifiche.

Nel periodo di funzionamento del CS, è stata effettuata una sessione con fasci EXCYT, che ha consentito di ottimizzare il trasporto del fascio radioattivo di ^8Li , di completare l'esperimento BIG BANG già iniziato nel 2006 e di effettuare parte dell'esperimento RCS. Inoltre sono state effettuate due sessioni di proton-terapia, in cui sono stati trattati 18 pazienti, che portano ad un totale di 141 pazienti dal 2002 ad oggi. Tutti gli esperimenti approvati con fasci CS (Fisica Nucleare e Applicazioni) sono stati eseguiti. Il programma di esperimenti approvati al Tandem per il 2007 (Fisica Nucleare, Astrofisica Nucleare e Applicazioni), tenuto conto della manutenzione straordinaria all'acceleratore, sarà completato entro il mese di febbraio 2008.

In particolare è continuata la campagna di esperimenti con i fasci del CS ed il multirivelatore CHIMERA, apparato che permette la rivelazione e la identificazione delle particelle cariche prodotte nelle collisioni nucleari ad energia intermedia e che rappresenta uno dei punti di eccellenza dei LNS per lo studio dei processi di multiframmentazione. E' proseguita inoltre la campagna di esperimenti con il complesso MEDEA-SOLE-MACISTE, mirata a seguire la progressiva sparizione della GDR al crescere dell'energia di eccitazione, per dedurre informazioni sulla temperatura limite per l'esistenza del moto collettivo.

Infine, gli esperimenti eseguiti con i fasci di più bassa energia del Tandem hanno permesso di investigare su alcuni aspetti della struttura nucleare e degli effetti di struttura sui meccanismi di reazione, nonché di estrarre informazioni indirette sui processi nucleari di interesse astrofisico.

E' da sottolineare che, durante il periodo di funzionamento del CS sono stati anche eseguiti esperimenti con fasci instabili di frammentazione in volo ottenuti mediante la tecnica denominata FRIBs che utilizza la linea di estrazione del CS per selezionare in volo i frammenti radioattivi prodotti dal fascio primario in seguito ad interazione con un bersaglio sottile. Questo sistema di produzione di fasci radioattivi si affianca dunque ad EXCYT e amplia lo spettro di fasci instabili producibili presso i LNS.

Oltre che per esperimenti di fisica fondamentale, come sempre i fasci ionici prodotti dai due acceleratori sono stati ampiamente utilizzati anche per ricerche multidisciplinari che comprendono la radiobiologia, la fisica dei materiali, la fisica sanitaria, i beni culturali. Riguardo a quest'ultimo argomento in particolare è stata messa a punto una tecnica di analisi profonda non distruttiva con i fasci Tandem, complementare al metodo XPIXE- α adottato nel laboratorio LANDIS, che permette di effettuare una caratterizzazione completa di campioni di interesse archeologico.

Meritano infine di essere menzionate anche le attività di ricerca tecnologica che da anni si svolgono all'interno dei LNS nel campo della progettazione di ciclotroni e della progettazione e realizzazione di sorgenti ioniche sempre più sofisticate, attività queste in cui il ruolo protagonista dei LNS è riconosciuto a livello internazionale.

Dopo l'installazione dell'apparato NEMO Fase-1, avvenuta a dicembre 2006, nel 2007 si è dato l'avvio alla fase di messa a punto e di presa dati con la strumentazione installata. I dati raccolti sono in corso di analisi e le prime tracce di muoni atmosferici sono state ricostruite dimostrando la piena funzionalità del sistema. La presa dati è proseguita con successo fino a maggio 2007 quando si è proceduto al recupero della Junction Box per effettuare una revisione e alla riparazione di alcuni malfunzionamenti. A completamento di questa revisione a fine 2007 la JB sarà nuovamente riposizionata in mare e connessa e sarà riavviata la presa dati con l'apparato.

La Fase-2 del progetto ha visto un significativo avanzamento con l'installazione del cavo elettro-ottico da 100 km sul sito di Capo Passero. Il cavo, prodotto da Alcatel, è stato installato dalla nave Teliri dell'Elettra Tlc con una operazione durata dieci giorni. Il sistema di terminazione del cavo, che comprende un convertitore DC/DC da 10kW appositamente realizzato per la sperimentazione sottomarina ed equipaggiato con tre terminazioni elettro-ottiche per la connessione degli apparati di rivelazione, è in corso di realizzazione da parte di Alcatel. Sarà completato ed installato nel 2008 con un'altra operazione navale. Al contempo sono proseguiti i lavori di ristrutturazione della stazione di terra a Portopalo di Capo Passero (SR) che saranno completati nella prima metà del 2008.

E' utile sottolineare che le attività di ricerca che si svolgono nei LNS sono state oggetto di una attenta campagna di divulgazione attraverso l'organizzazione di manifestazioni, mostre e incontri aperti al pubblico e finalizzati a diffondere la cultura scientifica nella società civile.

LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

I Laboratori Nazionali del Gran Sasso sono i più grandi laboratori al mondo dedicati a esperimenti di fisica astroparticellare, subnucleare e nucleare e di altre discipline (geologia e biologia) che richiedano un ambiente a bassa radiazione.

I Laboratori hanno già prodotto un risultato di grande rilievo per la fisica delle particelle elementari, avendo fornito forte evidenza del fenomeno delle “oscillazioni dei neutrini”, fenomeno che può avvenire solo se i neutrini, a differenza di quanto previsto dalla teoria, hanno massa e si possono trasformare da un tipo all’altro. L’evidenza è venuta dall’esperimento GALLEX con lo studio dei neutrini elettronici prodotti dal Sole e dall’esperimento MACRO che, studiando i neutrini muonici prodotti dai raggi cosmici nell’atmosfera terrestre, ha confermato il risultato dell’esperimento SUPERKAMIOKANDE svolto in Giappone.

Nella prossima fase della ricerca si dovrà confermare definitivamente la scoperta della massa dei neutrini, stabilire tra quali specie avvengano i fenomeni di oscillazione, misurare accuratamente le masse e i parametri di mescolamento. Questi studi hanno potenzialmente conseguenze estremamente rilevanti sia sulla fisica fondamentale sia sulle nostre concezioni sull’evoluzione dell’Universo.

Le attività in corso sono le seguenti:

- Il progetto CNGS, in collaborazione tra l’INFN e il CERN, dove è stata ultimata la costruzione di una sorgente di neutrini. Il fascio indirizzato nella direzione del Gran Sasso è entrato in funzione il 18 agosto 2006 ed è stato attivo per un periodo limitato anche nel 2007. Il fascio ha raggiunto il Laboratorio attraversando la Terra per una distanza di 730 km. OPERA è l’esperimento principale del progetto CNGS ed è nella fase di completamento del rivelatore con le emulsioni fotografiche.. Nel 2007 è proceduta a ritmo intenso la produzione dei bricks (pacchetti di fogli alternati di emulsione e piombo) da parte della della BAM (Brick Assembly Machine). L’obiettivo è arrivare a 150000 bricks per metà del 2008. OPERA è stato in grado nel 2007 di vedere i primi eventi di neutrino da fascio nelle emulsioni. Un altro esperimento che sarà in grado di utilizzare il fascio di neutrini è ICARUS, che si propone come rivelatore con tecnologie d’avanguardia capace di portare avanti un vasto spettro di ricerche, principalmente sulla fisica del neutrino. Il modulo di 600 tonnellate di massa ha continuato e completato la fase di installazione nella sala B nel corso del 2007.
- Esperimenti sui neutrini solari di maggior sensibilità e capaci di misurarne l’energia in tempo reale. A maggio del 2007 è entrato in presa dati l’esperimento

BOREXINO, che sta misurando neutrini solari sotto il MeV e i cui risultati stanno già imponendosi all'attenzione della comunità scientifica.

- L'esperimento LVD con una massa sensibile di più di 1000 tonnellate attende l'esplosione di una supernova per rivelarne il fiotto di neutrini con alta statistica. La struttura modulare ha permesso di ottenere un tempo vivo del 99.3%. L'esperimento ha misurato anche gli eventi del fascio di neutrini, di tra l'altro costituisce un sensibile e originale monitor.
- Un'altra linea importante è la ricerca della materia oscura di cui è costituito per la gran parte l'Universo. E' in corso l'esperimento LIBRA. Questo utilizza la stessa tecnica di DAMA, (esperimento concluso che ha pubblicato l'analisi di sette anni di dati e ha fornito una indicazione di eccezionale interesse di un effetto di modulazione annuale possibilmente dovuto a interazioni con particelle di materia oscura) ma è di maggiori dimensioni, ed ha preso dati con continuità per tutto il 2007.
- Esperimenti per la ricerca di materia oscura che utilizzano diversi approcci complementari sono in fase avanzata di preparazione come CRESST2 e WARP. Quest'ultimo basato sulla rivelazione di particelle in argon liquido, ha già prodotto, con un prototipo, dati di interesse per la comunità scientifica.. Un altro prototipo che ha prodotto nel 2007 dati originali con sensibilità record e con ampia risonanza nella comunità scientifica è XENON 10, basato sull'impiego di xenon liquido.
- Le nuove caratteristiche dei neutrini indicano la possibilità che essi coincidano con le loro antiparticelle. La ricerca è proseguita con l'esperimento CUORICINO e ha una prospettiva eccellente nei Laboratori con la preparazione in corso dei nuovi esperimenti CUORE e GERDA.
- La misura delle sezioni d'urto delle reazioni termonucleari alle energie rilevanti per la fisica solare e stellare è divenuta possibile solo grazie alla disponibilità di un ambiente a bassa radioattività. L'acceleratore LUNA2 è in funzione e prosegue la sperimentazione con risultati di grande rilevanza.
- E' proseguita una intensa attività per ottimizzare impianti e procedure per la sicurezza dei Laboratori. Nel 2007 sono stati portati a termine importanti lavori riguardanti la ventilazione e la potenza elettrica e sono continuati i lavori di infrastruttura dedicati ai nuovi esperimenti.

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.

Il CNAF ha continuato la sua attività nel settore del calcolo distribuito e la sua partecipazioni a progetti nazionali, europei e internazionali di GRID (INFN-GRID, EGEE, OMII...). In tale ambito contribuisce come centro di riferimento nazionale sia allo sviluppo software sia alla realizzazione d'infrastrutture generali per l'uso della tecnologia GRID su rete geografica.

Dal 2003 il CNAF ospita il Centro regionale Tier1, nato per gli esperimenti a LHC, ma presto divenuto un punto di riferimento per il calcolo di tutti gli esperimenti dell'INFN ed in particolare per CDF, Babar, Virgo, Pamela etc.

Nel corso del 2007 il Centro ha potuto disporre di 3000 KSI2k, che sono stati costantemente occupati da job running con efficienza molto alta, di 1000 TB di storage di tipo disco e di quasi 1000 TB di tipo nastro che sono gestiti da Castor, il tool sviluppato dal CERN con un contributo da parte dell'INFN che in cambio riceve il supporto necessario. Si sono completati gli sforzi per la messa a punto di uno storage a disco puro ad alte prestazioni da destinare alle attività di analisi basato sul prodotto commerciale GPFS e STORM un'interfaccia SRM sviluppata dal Centro stesso.

La tabella seguente mostra le risorse pianificate ed effettivamente disponibili dall'estate 2007 per i vari esperimenti e l'incremento rispetto al 2006.

CNAF RESOURCES							
EXPERIMENT	%	2006			2007		
		CPU KSI2K	DISK TB-N	TAPE TB	CPU KSI2 K	DISK TB-N	TAPE TB
ALICE	22%	154	16	77	286	110	143
ATLAS	32%	224	40	112	416	160	208
CMS	35%	245	86	123	455	175	228
LHCB	11%	77	26	39	143	55	72
TOTAL LHC TIER1		700	168	350	1300	500	650
BABAR		585	149	0	680	200	0
CDF		900	66	0	820	100	15
LHCB TIER2		0	0	0	150	0	0
TOTALE GRUPPO I		1485	214	0	1650	300	15

AMS2		32	2	16	25	5	16
ARGO		22	12	28	150	70	186
GLAST					5	10	0
MAGIC			1		20	5	4
PAMELA			4		20	10	16
VIRGO		10	25	75	180	90	130
TOTALE GRUPPO II		64	43	119	400	190	352
ALL EXPERIMENTS		2249	426	469	3350	990	1017
ALL W/ OVERLAP FACTOR		1874	387	469	2792	900	1017
CNAF TOTAL 2007					3000	1000	1000
CNAF ACTUAL		1570	465	510			
T1 PLEDGED 2007		-	-	-	1300	500	650

Nel corso del 2007 è progredita costantemente, se pur con notevoli ritardi rispetto a quanto previsto nel contratto originario, la progettazione per poter ospitare nella sede attuale, opportunamente estesa con nuovi spazi resi disponibili grazie ad un nuovo accordo con l'Università di Bologna, tutti i servizi tecnici necessari per portare la potenza elettrica disponibile a 4MWatt e la potenza frigorifera a ~1.5MWatt. In particolare è stato consegnato e validato a luglio il progetto definitivo che ha notevolmente migliorato la ridondanza di tutti i servizi del centro rispetto a quanto previsto nel preliminare ed è in corso quella del progetto esecutivo presentato dalla Ditta STEAM. E' stata completamente definita in tutti i dettagli la struttura delle isole ad alta densità e la loro integrazione nel progetto esecutivo nella sale 1 e 2 del Tier1 (fornite dalla ditta APC) che sono destinate ad ospitare in futuro tutte le risorse di calcolo e di storage del Centro.

Il CNAF ha continuato a garantire l'operazione dell'infrastruttura GRID di produzione dell'INFN, Italiana ed Europea all'interno dei progetti EGEE II (VI PQ) e WLCG. Per questi il CNAF ha continuato a supportare il *Regional Operation Centre* della Federazione Italiana che è anche uno dei Grid Operation Centre che operano l'infrastruttura Europea di EGEE II e di LCG.

E' continuato anche lo sforzo per rendere operativo l'aumento della banda disponibile al Centro che ora può effettivamente contare su una linea dedicata a 10 Gbps con il CERN ed una linea fino a 10 Gbps per i collegamenti con gli altri Tier1 WLCG e i Tier2 INFN.

I piani dell'attività svolta dal servizio R&D hanno avuto l'obiettivo principale di consolidare e migliorare per gli esperimenti il servizio di calcolo basato su tecnologie di Grid.

Il contesto di lavoro e di interazione con gli esperimenti, principalmente quelli di LHC, è quello di INFN-Grid e dei progetti da questo coordinati che includono: Grid.IT (chiuso nel 2006), EGEE-I (chiuso nel 2006), EGEE-II (terminerà nel 03/2008), OMII-EU (terminerà nel 04/2008), Coregrid (terminerà nel 08/2008), ETICS (terminerà 01/08), GridCC (è terminato nel 2007)

Il gruppo R&D del CNAF ha continuato in particolare lo sviluppo e il consolidamento dei seguenti pacchetti software: Work Load Management System (WMS), Grid Security, VOMS Authorization (Server+admin), Grid-Policy (GPbox), Data Management: diskstorage con SRM-StoRM, Grid-Database (G-DSE), Grid monitoring: GridICE, Sistemi Informativi e GLUE schema, Sistemi di building (ETICS), Network Services (GLUE-Domain)

In particolare per la Grid Security si è continuato lo sviluppo di un framework generale di autenticazione, autorizzazione, policy e accounting per le VO (Virtual Organization) sulla grid. Il VOMS viene usato dagli esperimenti per gestire l'accesso alla grid da parte dei membri della collaborazione, in funzione della loro suddivisione in gruppi e ruoli. Il VOMS è in produzione da due anni nella Grid nazionale ed europea, ed è stato adottato da OSG e da altre organizzazioni internazionali. GPBox (Grid Policy Box) è un sistema di policy per gestire principalmente l'autorizzazione all'uso delle risorse e servizi di Grid. Questo sistema è stato sviluppato interamente dal CNAF, è stato sperimentato da più esperimenti con risultati positivi (vedi TF di Atlas e CMS) e attualmente è nella fase di validazione, prima di essere inserito nella release di gLite.

E' continuato lo sviluppo del sistema di scheduling WMS il servizio di Grid responsabile per la distribuzione di job sulle risorse di calcolo disponibili, affinché essi possano completare con successo nel più breve tempo possibile, rendendo di fatto agli occhi dell'utente la Grid come un unico supercomputer. Questo software ha dimostrato la sua validità ed è ora normalmente usato in produzione per applicazioni prevalentemente di Fisica delle Alte Energie.

StoRM fornisce un servizio di Storage Resource Management per sistemi di storage basati solo su dischi. Implementa un protocollo SRM 2.2 con interfaccia web. E' particolarmente adatto per cluster di nodi basati su GPFS (file system paralleli in generale ma anche file system posix). Nel corso dell'ultimo anno ha superato tutti i test di interoperabilità di LCG con altre implementazioni SRM 2.2 e attualmente è in fase di certificazione sul T1 con l'obiettivo di metterlo in produzione entro l'estate del 2007. Fornisce al CNAF certamente uno strumento altamente competitivo per l'accesso ai dati per le analisi.

COMMISSIONE CALCOLO E RETI

La Commissione Calcolo e Reti (CCR), nel periodo intercorso fra novembre 2006 ed ottobre 2007 si è riunita quattro volte. Oltre a proporre le assegnazioni di finanziamenti per l'anno 2007, la Commissione ha promosso attività proprie ed in collaborazione con altri centri e servizi centrali dell'INFN che operano nel campo informatico, quali il centro Tier1 presso il CNAF, il progetto special INFN-Grid e il servizio DataWeb. Questo è avvenuto operando nei seguenti ambiti d'intervento a cui si fa riferimento nel seguito:

- sviluppo e potenziamento delle infrastrutture di calcolo e reti delle Sezioni e dei Laboratori dell'INFN ;
- analisi dell'utilizzo delle connessioni di rete geografica e proiezioni delle necessità di accesso future;
- coordinamento delle attività riguardanti la costituzione dei nuovi centri Tier per LHC;
- potenziamento dei servizi informatici che operano nell'INFN sia a livello centrale che, a livello locale, nelle Unità Operative;
- promozione di progetti su temi di interesse generale per l'Ente, gli utenti ed il personale dei Servizi di calcolo.

Nel 2007, la CCR ha organizzato un workshop dal titolo "Modelli di calcolo e infrastrutture comuni", svoltosi ad Rimini nel mese di maggio, che ha incluso un giorno di presentazioni e discussioni dedicate specificatamente alle problematiche dei nuovi centri Tier2 dell'INFN.

Potenziamento infrastrutture di calcolo e reti

Dato il bilancio disponibile alla CCR, si sono potute soddisfare nel 2007 solo poco più di un terzo delle richieste di finanziamento proposte dalle sedi INFN per il potenziamento delle attrezzature di base per il calcolo e le reti. La Commissione ha perciò deciso di limitare prioritariamente le proposte alle seguenti finalità:

1. sostituzione o potenziamento di apparecchiature centrali (core switch) per la connessione delle dorsali Ethernet locali alla rete geografica e di qualche switch periferici;
2. aggiornamento dei server per i servizi di base essenziali e sistemi di storage centrali;
3. estensione delle reti wireless.

Nel proporre finanziamenti per l'aggiornamento dei server obsoleti, la CCR ha favorito quelle soluzioni in cui, attraverso l'impiego di macchine virtuali, è possibile consolidare i servizi di base ottenendo una riduzione del numero di macchine utilizzate.

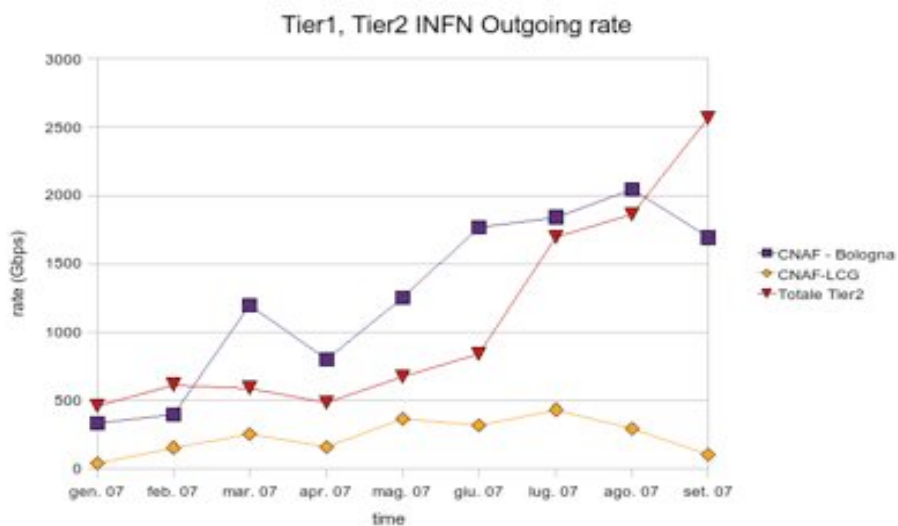
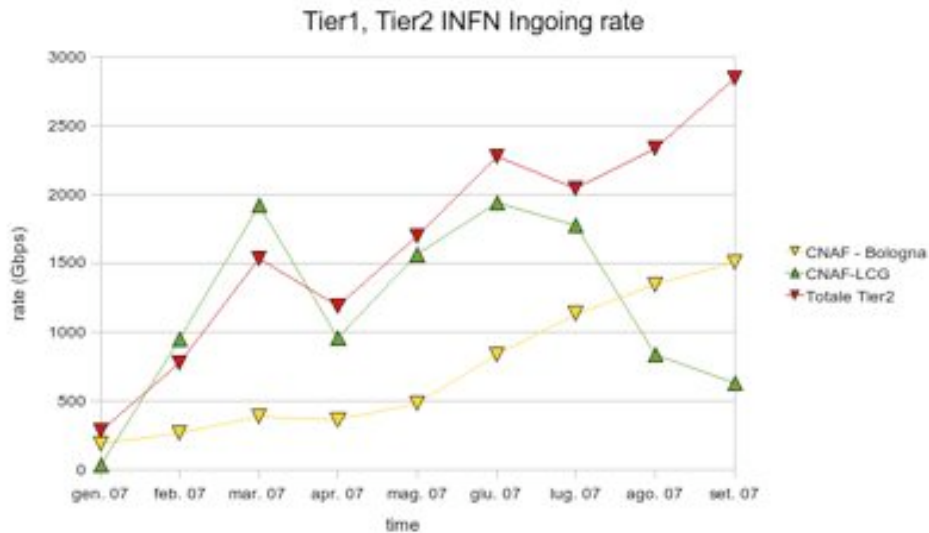
Inoltre, sono stati destinati al finanziamento dei contratti di manutenzione e di licenza d'uso di rilevanza nazionale 372,5 kEuro, che comprendono contratti relativi all'hardware per circa 130 kE (per lo più apparati di rete) e relativi al software per circa 240 kE.

Connessioni di rete

Sulla base dell'esame delle statistiche di utilizzo delle connessioni verso la rete geografica sono stati proposti i potenziamenti che si profilavano necessari per il 2007.

Nel corso del 2007 l'utilizzo della rete da parte dei centri Tier1 e Tier2 è cresciuto sensibilmente, come dimostrano i grafici seguenti dov'è riportato l'utilizzo massimo mensile¹ della banda di rete in ingresso e in uscita per il CNAF, per il link principale Tier0 - Tier1(CNAF-LCG) e per l'aggregato dei siti Tier2 INFN.

1 Il valore riportato nel grafico è quello fornito dal GARR come "95-simo percentile"; si tratta del valore massimo misurato nel mese, per i trasferimenti in ingresso e in uscita, che risulta dopo avere escluso il 5% dei campioni di valore più elevato.



In previsione della realizzazione da parte del GARR di una nuova rete per la ricerca basata sull'impiego di fibre ottiche proprietarie, la CCR ha poi curato la stesura di un documento che riporta il profilo di crescita delle esigenze di connettività delle sedi INFN negli anni futuri, sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo.

Sviluppo centri Tier2 per LHC

Oltre ai sei centri Tier2 per LHC ospitati presso le sedi di Legnaro (LNL), Roma, Napoli, Catania e Torino, si sono affiancati nel 2007 quelli di Milano e Pisa. La CCR ha seguito alcuni aspetti della preparazione dei centri, dedicando particolare attenzione a:

- a) potenziamenti degli impianti a servizio delle sale calcolo, con il prosieguo dell'attività del gruppo di esperti organizzato dalla Commissione;
- a) studio di benchmark per la corretta valutazione comparativa della potenza di calcolo dei server multi-core di ultima generazione;

- b) misure su larga scala delle prestazioni ottenibili con diverse soluzioni di storage disponibili per i Tier LHC;
- c) diffusione nei Servizi Calcolo delle Unità Operative INFN delle competenze necessarie per gestire l'infrastruttura di griglia computazionale;
- d) promozione dell'utilizzo del Mercato Elettronico Consip da parte dell'INFN, per ridurre i tempi di acquisizione delle nuove apparecchiature di calcolo.

Nel corso del 2007 tutti i centri Tier2 hanno partecipato alle attività di messa a punto, validazione e produzione previste dalle rispettive collaborazioni.

Consolidamento dei servizi offerti agli utenti dell'INFN

L'attività della Commissione è stata rivolta principalmente ai servizi offerti su scala nazionale. L'intervento più importante realizzato nel corso del 2007 è stato il dispiegamento dell'infrastruttura nazionale per l'accesso alle reti wireless. Pur nei limiti imposti dalle ristrettezze di bilancio, sono stati infatti parzialmente potenziati i terminali di accesso alle reti locali wireless e sono state gradualmente implementate in tutte le sedi le modalità di accesso definite dal progetto "Trip". Tale modalità garantiscono ottimi standard di sicurezza e un accesso trasparente agli utenti tramite autenticazione effettuata in roaming sui server della sede di appartenenza. È stata inoltre resa disponibile una applicazione per la registrazione dei visitatori e dei partecipanti alle conferenze che integra, con l'ausilio di un'unica base di dati a livello nazionale, sia funzioni amministrative che di aggiornamento automatico dei server di accesso alla rete wireless.

Altri servizi, sempre a carattere nazionale, introdotti nel corso del 2007 sono i seguenti:

- servizio per la gestione di mailing list presso il CNAF con un applicativo (Sympa) che fornisce prestazioni avanzate ed è compatibile con sistemi di autenticazione ed autorizzazione esterni (<https://lists.infn.it/>);
- servizio Web nazionale per la gestione delle conferenze, a cura del gruppo DataWeb (<https://agenda.infn.it/>);
- servizio di conferenza telefonica su IP, realizzata sempre dal CNAF con un server su cui si appoggia una apposita piattaforma di comunicazione open source (Asterisk) e al quale possono accedere attraverso numeri urbani gli utenti di tutte le sedi INFN (<http://server10.infn.it/video/index.php?page=book-a-conference>)

La scelta degli applicativi da utilizzare per i servizi di ambito nazionale è stata effettuata con l'obiettivo di costituire gradualmente una suite completa di strumenti

collaborativi che possano essere integrati in un futuro unico sistema di autenticazione e autorizzazione.

Gruppi di lavoro

Vari sono stati i progetti che la CCR ha sostenuto e promosso nel 2007, a seguito delle proposte sottomesse dai gruppi di lavoro. Le attività più rilevanti hanno riguardato:

- a) sviluppo e sperimentazione delle tecnologie di alta affidabilità e applicazione delle stesse ai servizi Grid più critici nei Tier1 e Tier2 per LHC dell'INFN; il progetto è giunto alla fase di implementazione finale;
- b) sperimentazione, prevista concludersi a fine 2007, delle tecnologie di autenticazione a doppio fattore basate su password e certificati digitali residenti in token USB; in particolare verificando che questi ultimi possano essere utilizzati sulle varie piattaforme e sistemi operativi attualmente impiegati nell'INFN;
- c) prima fase di valutazione della fattibilità e della convenienza di un sistema centrale per la gestione della posta elettronica;
- d) implementazione di SAN basate sul protocollo iSCSI al fine di validare un'alternativa economica alle soluzioni che impiegano collegamenti di tipo Fiber Channel;
- e) valutazione di prodotti per la gestione documentale condivisa in ambiente collaborativo;
- f) sviluppo del progetto di un sistema integrato di autenticazione e autorizzazione a livello nazionale e scrittura del Conceptual Design Report;

Infine è stato formato un gruppo di lavoro sulla formazione incaricato di sviluppare, in collaborazione con il progetto INFN-Grid e con il servizio DataWeb un piano annuale dei corsi a rilevanza nazionale. Il gruppo ha già promosso nella seconda metà del 2007 quattro corsi nazionali², con l'obiettivo primario di favorire la diffusione dell'utilizzo dell'infrastruttura INFN-Grid nell'ambito dei progetti delle Commissioni Scientifiche Nazionali.

2 v. http://www.ccr.infn.it/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=39&Itemid=77

1.7 RISORSE DI PERSONALE

Le risorse di personale disponibili nel 2007 sono riportate nel seguito.

1.7.1 IL PERSONALE DIPENDENTE

Le posizioni di personale con contratto a tempo indeterminato risultanti dalla dotazione organica prevista dal piano triennale 2007-2009 ammontano a 2.070 unità. La suddivisione tra i vari profili professionali è illustrata nel grafico.

Sono inoltre coperte con contratti a tempo determinato 71 posizioni di ricercatore, 59 di tecnologo, 48 di tecnico e 46 di amministrativo, per un totale di 224.

Sono anche attivi 151 contratti (37 ricercatori, 61 tecnologi, 28 tecnici e 25 amministrativi) a carico di progetti finanziati dall'Unione Europea o da altre istituzioni italiane ed estere.

La legge finanziaria del 2007 ha confermato il blocco delle assunzioni del personale a tempo indeterminato, fissando tetti massimi di spesa per il personale a termine dipendente e collaboratore; la stessa legge finanziaria ha previsto, altresì, un processo di stabilizzazione del personale in servizio a tempo determinato in possesso di specifici requisiti di anzianità, purché assunto mediante procedure selettive di natura concorsuale o previste da norme di legge; nella tabella A.3 si illustra sono riportate le unità di personale suddivise nei vari profili in possesso dei requisiti per la stabilizzazione.

1.7.2 IL PERSONALE ASSOCIATO: LAUREANDI, DOTTORANDI, ASSEGNISTI, BORSISTI

Sono associati alle attività dell'INFN circa 1.200 giovani tra laureandi, dottorandi e specializzandi, che perfezionano con lavoro di tesi e ricerca presso l'ente la loro formazione professionale. Questa popolazione giovanile usufruisce anche di un ampio programma di borse di studio attuato dall'ente ogni anno e riportato nella tabella seguente.

BORSE DI STUDIO INFN, PROGRAMMA 2007

N.	Borse per	Durata	Selezione	Da svolgere presso
21	Laureandi	annuale	titoli	Laboratori Nazionali dell'INFN e CNAF
20	Neolaureati	semestrale	titoli e colloquio	Strutture INFN
46	Borse dottorato	triennale	esami di ammissione al dottorato	Scuole di Dottorato di Ricerca
1	teorici	quadriennale	titoli	MIT ^(*)
5	Post-dottorato (teorici)	biennale	titoli e colloquio	Istituzioni estere
1	teorici	biennale	titoli	MIT ^(*)
1	sperimentali	biennale	titoli	SLAC (Stanford) ^(**)
30	Post-dottorato (stranieri) Sperimentali 20 Teorici 10	biennale	titoli	Strutture INFN
32	Indirizzo Tecnologico Indirizzo elettronico, informatico, strumentale 15 Meccanico, impiantistico, Elettronico, Nucleare e dei materiali 16 Informatico ^(***) 1	biennale	titoli e colloquio	Strutture INFN
10	Iscritti al dottorato di ricerca senza borsa	annuale	titoli e colloquio	Scuole di Dottorato di Ricerca
20	Laureati iscritti al corso di laurea specialistica	annuale	titoli	Università
20	giovani diplomati Indirizzo meccanico, elettronico, informatico	annuale	titoli e colloquio	Strutture dell'INFN
6	Giovani diplomati Attività amministrativo-gestionali	annuale	Titoli e colloquio	Strutture dell'INFN
4	Giovani laureati Attività amministrativo-gestionali	annuale	Titoli e colloquio	Strutture dell'INFN

(*)Nell'ambito della collaborazione scientifica INFN-MIT "B. Rossi".

(**)Nell'ambito della collaborazione scientifica INFN-SLAC per l'esperimento BABAR

(***)Borsa "A. Ruberti"

Collaborano inoltre attivamente ai programmi di ricerca circa 450 giovani ricercatori, in possesso di dottorato di ricerca, tramite contratti biennali (assegno di ricerca) dei quali una ottantina a totale carico dell'INFN e i restanti in cofinanziamento con le Università.

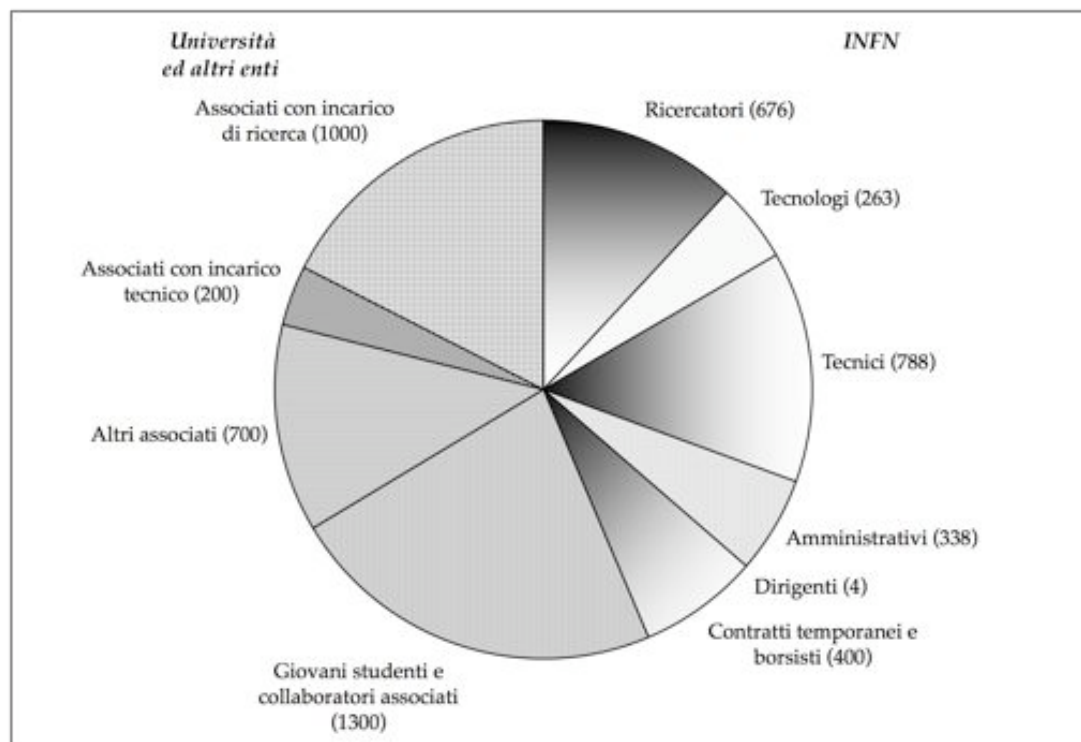
1.7.3 IL PERSONALE INCARICATO

Sono attualmente associati ai programmi scientifici e tecnologici circa 1000 tra professori e ricercatori universitari e 200 tecnici e amministrativi dell'Università, tutti con incarico di ricerca.

A questi si aggiungono circa 700 professori e tecnici universitari associati solo per una frazione delle loro attività di ricerca.

La distribuzione del personale, sia dipendente che associato, nelle varie tipologie è riportata nel grafico che segue.

IL PERSONALE DELL'INFN



Il quadro A che segue riporta, oltre alla dotazione organica vigente suddivisa nei profili professionali, la situazione del personale in servizio prevista al 31 dicembre 2007 e i relativi costi suddivisi nelle tipologie indicate.

QUADRO A - SITUAZIONE DEL PERSONALE AL 31.12.2007

A.1 - PERSONALE DIPENDENTE A TEMPO INDETERMINATO

Profilo	Dotazione organica	In servizio al 31.12.2007	Costo 2007 (in migl. di Euro)
Dirigente I fascia	3	1	123
Dirigente II fascia	2	1	104
Ricercatore	676	566	44.525
Tecnologo	263	201	15.932
Collaboratore tecnico enti ricerca.	639	565	24.772
Operatore tecnico	142	129	4.790
Ausiliario tecnico	7	7	242
Funzionario di Amministrazione	73	60	2.865
Collaboratore di Amministrazione	256	198	7.914
Operatore di Amministrazione	9	9	317
Totale	2.070	1.737	101.584

A.2 - PERSONALE DIPENDENTE A TEMPO DETERMINATO

Tipologia di personale	Profilo	In servizio al 31.12.2007	Costo 2007 (in migliaia di Euro)
Personale a contratto di alta qualificazione o assunto in relazione ai programmi di attività	Ricercatore	71	3.548
	Tecnologo	59	2.941
	Coll. Tec. E.R.	45	1.704
	Operat. Tecnico	3	95
	Funzionario Amm.ne	1	41
	Collaboratore Amm.ne	45	1.541
	Totale	224	9.870

A.3 - PERSONALE IN POSSESSO DEI REQUISITI PER LA STABILIZZAZIONE

Profilo	n.
Ricercatore	70
Tecnologo	64
Collaboratore tecnico enti ricerca.	45
Operatore tecnico	1
Ausiliario tecnico	
Funzionario di Amministrazione	1
Collaboratore di Amministrazione	49
Operatore di Amministrazione	
Totale	230

A.4 - COLLABORAZIONI

Tipologia della collaborazione	Nuovi contratti al 31.12.2007	Costo 2007 (in migliaia di Euro)
Assegni per la collaborazione all'attività di ricerca (art. 51 legge 27.12.97 n° 449)	80	1.400

1.8 IMPATTO SOCIO-ECONOMICO

L'impatto socio-economico e interdisciplinare della ricerca INFN è rilevante sia sotto il profilo culturale sia sotto quello tecnologico, ed è oggetto da alcuni anni di approfondite analisi da parte dell'Ente, dei Comitati di Valutazione e del Ministero. La dimensione culturale viene prevalentemente sviluppata attraverso numerose attività di formazione dei giovani, sia laureandi sia neolaureati (anche mediante l'organizzazione di Scuole dedicate) e attraverso le iniziative per la diffusione della cultura scientifica al grande pubblico. La dimensione tecnologica trova opportuna collocazione all'interno della missione principale dell'INFN che, nel processo di condurre ricerca scientifica fondamentale, dedica risorse significative allo sviluppo di tecnologie di frontiera, le quali hanno implicazioni interdisciplinari e multi-disciplinari. Alcuni esempi (*Highlights*) di queste tecnologie sono brevemente trattati nel seguito. Tali sviluppi sono spesso condotti in collaborazione con l'industria e inducono un trasferimento tecnologico dall'INFN verso altri campi, il che rappresenta di per sé un ritorno economico: è importante dunque comprendere quali siano i benefici indotti dall'INFN sull'economia italiana ed inquadrarli anche in un contesto internazionale.

Dopo la Valutazione Triennale della Ricerca 2001-2003, i cui esiti sono stati comunicati dal CIVR all'inizio di quest'anno, il 2007 segna l'anno nel quale un secondo triennio (2004-2006) potrebbe essere preso in esame dagli organi competenti. L'impatto socio-economico ed interdisciplinare è stato dunque analizzato in questa prospettiva e nel seguito ne verrà data una adeguata panoramica. Per alcuni appropriati indicatori sociali ed economici, il confronto con il precedente triennio costituisce anche uno studio interessante dal quale si possono trarre tra l'altro indicazioni sulla stabilità, la qualità e l'internazionalizzazione delle attività di ricerca dell'INFN.

ALTA FORMAZIONE E DIFFUSIONE DELLA CULTURA SCIENTIFICA

I ricercatori INFN sono tradizionalmente coinvolti nella formazione degli studenti, per la preparazione delle loro tesi di Laurea (Triennale e Magistralis) e di Dottorato. Grazie al diretto coinvolgimento nelle attività di ricerca, laureandi e dottorandi acquistano competenze sulle tecniche e le metodologie di indagine. Nella tabella che segue sono riportati i dati relativi ai vari livelli, confrontati con il totale dell'Area Fisica (02) come si evince dal database MIUR (per comodità, sono state accorpate nella voce Magistralis anche le Lauree del Vecchio Ordinamento). A fronte di una visibile decrescita del numero totale di Lauree, l'INFN mostra solo un modesto calo (da 1095 a 995), aumentando quindi in percentuale relativa, un segnale rassicurante sulla convinzione dei giovani che svolgono il loro lavoro di

tesi in ambito INFN. La frazione dei Dottorati INFN rimane invece costante intorno al 50%, una percentuale estremamente rilevante: nella tabella i Dottorati dell'Area includono Astrofisica, Astronomia e Fisica Applicata, mentre escludono Ingegneria Fisica, Scienze dei materiali e Discipline mediche.

Diplomi di Laurea e di Dottorato nell'ambito di gruppi INFN			
	Triennale	Magistralis	Dottorato
INFN 2004-2006	647	995	539
Fisica 2004-2006	2265	3175	1069
INFN 2001-2003	1095		364
Fisica 2001-2003	4599		704

Un'indagine a campione sulla collocazione professionale di giovani ricercatori associati all'INFN ha confermato che più del 50% dei laureati o dottori di ricerca rimangono nel mondo della ricerca, in frazione significativa anche all'estero. La parte rimanente trova collocazione nell'industria e nelle tecnologie dell'informazione, nelle amministrazioni pubbliche, nell'insegnamento, e, con tendenza crescente, presso ditte private. Strumenti più sofisticati verranno posti in essere per seguire meglio questo aspetto degli esiti formativi.

Un impegno considerevole è dedicato dall'INFN nell'organizzazione di scuole per laureati e dottorati (fornendo docenti, supporto finanziario e personale amministrativo). Circa 15 scuole sono state organizzate nel 2006 e 2007 in diverse sedi INFN, coprendo tutte le linee dell'attività dell'Ente. In un triennio di riferimento, più di 750 giovani hanno seguito tali corsi. Alcune scuole sono poi dedicate alla formazione di laureati che si avvicinano al mondo del lavoro, per esempio il Corso sull'utilizzo del *software* MATHEMATICA per diverse applicazioni, incluso l'insegnamento. L'INFN inoltre partecipa (anche finanziariamente) all'organizzazione di varie scuole di ambito internazionale: un'iniziativa importante è la *Scuola Internazionale di Fisica Sub-nucleare* che si tiene al Centro Ettore Majorana per la Cultura Scientifica di Erice.

Un supporto significativo è poi dato all'organizzazione di corsi di *Master* per giovani laureati: un *Master* mira ad introdurre i neo-laureati al mondo professionale. Durante i *Master* gli studenti ricevono una formazione basata su argomenti della ricerca fondamentale, ma con un elevato potenziale applicativo: inoltre impiegano buona parte del loro tempo lavorando in collaborazione con le industrie. Il risultato del processo è che gli studenti possono sia concretizzare le opportunità offerte dal mondo accademico, sia sviluppare continui contatti con le industrie, ponendosi in buona posizione nella ricerca di un posto di lavoro. Dei *Master* attivi, ricordiamo *Progettazione Microelettronica* (Padova), *Master in Adroterapia* (LNF, Tor

Vergata), *Trattamenti di Superficie applicati a Tecnologie Industriali* (LNL), e *Complessità e sue Applicazioni Interdisciplinari* (Pavia).

La promozione della scienza come parte del processo formativo delle giovani generazioni è soltanto un aspetto delle attività dell'INFN verso la popolazione. Uno scopo parallelo è senz'altro la disseminazione della cultura scientifica al grande pubblico, sempre con particolare attenzione ai giovani. I Laboratori Nazionali giocano un ruolo fondamentale in questo, aprendo le porte molte volte durante l'anno, con iniziative variegate: questo permette di integrare un numero di visitatori (19000) che ben si confronta con quello di altre simili realtà europee. Si noti anche che al CERN, il più grande Laboratorio del mondo, circa il 20% dei visitatori sono italiani (per lo più studenti delle Scuole Superiori e dell'Università), un indice positivo del forte interesse creato dalle attività INFN nel nostro paese.

Tra le numerose iniziative si può ricordare la partecipazione di LNF alla *European Researchers' Night*, promossa dall'UE e svoltasi contemporaneamente in 30 diversi siti. Il successo dell'iniziativa è suffragato dai numeri (più di 4000 visitatori a LNF) e mostra la capacità di evidenziare il ruolo dei ricercatori nella società attraverso eventi legati anche alla ricreazione e al divertimento. Iniziative destinate al grande pubblico si sono svolte anche in altre Sedi INFN, quali le gite guidate alla *Città della Scienza* di Napoli, le rappresentazioni teatrali su argomenti connessi alla Fisica a Bologna, Roma e Torino e le giornate *Porte Aperte*, che nell'insieme coinvolgono alcune migliaia di persone ogni anno. Di rilevanza è stata poi *La Fisica in Autobus*, divulgazione scientifica attraverso cartelloni pubblicitari su autobus o presso fermate dei mezzi pubblici di varie Sedi INFN (Bari, Trieste, Frascati, Roma, Lecce, Pavia e Perugia). Molti siti organizzano anche stage per studenti e corsi formativi per insegnanti delle Scuole Superiori: ad esempio, LNGS organizza anche due competizioni, *Science on Stage* (un progetto Europeo promosso da EIROForum) per insegnanti e *Anch'io scienziato* per studenti. Sono poi centinaia i partecipanti a quella che forse è diventata l'iniziativa più diffusa sul territorio (Catania, LNF, Napoli, Padova, Pisa, Roma, Torino, Udine): le *European Masterclasses*, un evento iniziato nel World Year of Physics 2005. L'intento è di introdurre gli studenti delle superiori al mondo delle particelle elementari, non soltanto ascoltando lezioni, ma eseguendo piccoli esperimenti ed analizzando i dati in modo autonomo. Un altro caso in cui la partecipazione degli studenti è particolarmente attiva è quello del progetto *Envirad*, il cui scopo è determinare l'esposizione al Radon nelle scuole (19 fino ad oggi); le misurazioni sono fatte dagli studenti che apprendono così le metodologie necessarie: circa 800 studenti sono stati coinvolti negli ultimi tre anni.

Particolarmente interessanti ed apprezzate dal pubblico sono le mostre che l'INFN organizza con l'obiettivo di evidenziare l'impatto della fisica nell'esperienza quotidiana. *La*

Fisica su Ruote è un evento itinerante che ha ricevuto tra l'altro l'ambito premio di qualità "Il Grillo" per la sezione "Scienza per i Bambini". *I Microscopi della Fisica* è stato tradotto in arabo, ed ha avuto come spazio espositivo l'*Alexploratorium* della Biblioteca Alessandrina di Alessandria d'Egitto. Per la prima volta la popolazione locale ha avuto l'opportunità di avvicinare la scienza nella propria lingua madre (normalmente le esposizioni sono in inglese): ciò ha avuto un grande impatto sociale, portando migliaia di persone a visitare la mostra. Inoltre questo evento, nato sotto l'egida del Ministero degli Affari Esteri, è un primo passo verso la *Mediterranean Association for Science Advancement and Dissemination*, una rete fra le persone e le istituzioni impegnate nella diffusione della cultura scientifica e tecnologica nel bacino del Mediterraneo.

Un evento interdisciplinare significativo, mirato a sviluppare gli scambi culturali tra l'INFN e la società è rappresentato dalla *Scuola Internazionale su Fisica e Industria*, che si tiene con cadenza biennale e la direzione della Presidenza INFN al Centro Ettore Majorana per la Cultura Scientifica di Erice. Questa iniziativa ha lo scopo d'incoraggiare la discussione sul trasferimento di conoscenze tra la ricerca fondamentale e il mondo produttivo, coinvolgendo esponenti della Fisica, dell'Industria e della Politica. L'ultima edizione è stata dedicata agli Acceleratori di Elettroni e ai Free Electron Laser: *New Microscopes for Science and Innovation*.

Infine *Asimmetrie*, la rivista INFN indirizzata a non-specialisti, con particolare attenzione alle scuole superiori e ai loro docenti, ha continuato nel 2007 la propria attività con nuove impostazioni e veste editoriale. Gli articoli sono sviluppati attorno ad un tema centrale, presentando sia la comprensione teorica che il panorama sperimentale, nell'intento di fornire un insieme di informazioni collegate e coerenti che possano far meglio apprezzare i meccanismi che motivano il lavoro quotidiano dei ricercatori.

Highlights

La necessità di sviluppare gli strumenti necessari a progredire nella ricerca fondamentale guida gli esperimenti a sviluppare tecnologie innovative in campi come i rivelatori, l'elettronica, gli acceleratori e la superconduttività. L'Ente investe in tutte queste aree una quantità significativa di risorse per lo sviluppo delle tecnologie e delle infrastrutture collegate. Una stretta collaborazione con le industrie è necessaria per raggiungere gli obiettivi, ed una frazione considerevole delle tecniche sviluppate porta benefici ad una comunità assai più vasta, in campi come la medicina, l'ambiente, i beni culturali, dando luogo ad una fruttuosa collaborazione anche con altre Istituzioni. Molti risultati sono stati forniti nelle Sezioni dedicate ai risultati delle Commissioni Nazionali: di seguito verranno dati solo alcuni

elementi complementari, con particolare riguardo all'impatto socio-economico od al livello di interdisciplinarietà.

L'INFN ha contribuito in modo eccezionale agli sviluppi e alla costruzione dei rivelatori per il programma di fisica da espletare al Large Hadron Collider del CERN. Tale impegno, durato molti anni, sta ora volgendo al termine e molti strumenti sono ormai nella fase di test e controllo delle caratteristiche. Tra di essi spiccano i contributi dati ai due magneti superconduttori di ATLAS e CMS, che possono essere visti come la punta di diamante dei programmi di ricerca in superconduttività che l'INFN persegue da più di 20 anni. Il magnete toroidale di ATLAS è composto di otto bobine rettangolari che formano idealmente un cilindro di 25 metri di lunghezza e 20 metri di altezza, rendendolo il più grande magnete superconduttore del mondo. L'INFN è stato responsabile per la realizzazione di metà del cavo superconduttore (inclusa la parte utilizzata negli altri due toroidi detti di *End-Cap*), costruito da Europa Metalli (ora Luvata Fornaci di Barga SpA), dell'avvolgimento e impregnazione delle bobine, costruite da Ansaldo Superconduttori (ora ASG Superconduttori), degli scudi termici realizzati dalla Ettore Zanon SpA e del sistema di scarica costruito dalla SECOM SrL e dalla Microelettrica Scientifica SpA. Anche il magnete dell'esperimento CMS è un primato dell'industria italiana costruito anch'esso dalla ASG Superconduttori (grazie anche alla realizzazione di un particolare tipo di cavo superconduttore), dopo più di 10 anni di R&D e di prototipi, sotto la guida di ricercatori INFN. Il magnete, con i suoi 2.6 GJ di energia immagazzinata, è oggi il superconduttore più potente al mondo. Il coinvolgimento industriale italiano è stato dunque di altissimo livello ed ha permesso alle industrie nazionali di aumentare le proprie competenze in questo settore di alta tecnologia, rendendole concorrenziali a livello europeo anche per futuri progetti come la fusione nucleare (ITER), la realizzazione di cilindri di alluminio di grandi dimensioni e i sistemi di immagazzinamento di energia (SMES): questo apre anche la possibilità di contratti nei campi della criogenia e delle tecnologie aerospaziali.

Anche i campi dell'astrofisica e della fisica del neutrino richiedono da anni la realizzazione di rivelatori complessi e di grandi dimensioni, i quali si legano all'esistenza di infrastrutture come i laboratori sotterranei e gli osservatori sottomarini, o sulla superficie terrestre o nello spazio. Il coinvolgimento dell'Ente in questi settori è determinante e recentemente sono stati ottenuti risultati di grande prestigio in ogni settore. Tra gli esempi salienti spicca per la sua multidisciplinarietà la struttura del laboratorio NEMO, parzialmente finanziato con fondi del MIUR e dalla Regione Siciliana. L'INFN intende usare il sistema per implementare i prototipi di strutture progettate per la rivelazione di neutrini di alta energia (progetto NEMO Fase 1), mentre l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha installato e collegato la stazione SN-1. Tale stazione costituisce il primo nodo attivo dello

European Sea Floor Observatory Network (ESONET), il cui scopo è quello di stabilire la base per un componente marino di GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*), una rete di osservatori multidisciplinari in grado di fornire una sorveglianza continua dei fenomeni geofisici, bio-geochimici, oceanografici e biologici. Una stazione acustica associata permette di studiare il rumore di fondo ambientale ad alta profondità, per valutare la fattibilità di esperimenti di rivelazione acustica di particelle cosmiche di energia estrema, ma i dati acquisiti sono stati utilizzati per studi di bioacustica, condotti in collaborazione con il CIBRA dell'Università di Pavia e ha permesso quest'anno, come è noto, di osservare la particolare ed inattesa concentrazione di capodogli al largo di Capo Passero.

Innovare è una delle linee guida degli esperimenti INFN legati alle nuove tecnologie e alle applicazioni interdisciplinari. Essi devono essere funzionali alle attività dell'Ente e al tempo stesso rispondere ad esigenze delle comunità che operano in campi dissimili, quali le scienze biologiche, la medicina o i beni culturali. L'innovazione diventa dunque anche una delle chiavi con cui rispondere alle sfide della competizione globale, e apre la strada a nuove ricchezze per il paese. Un esempio di questa interconnessione virtuosa è dato dall'esperimento MAGIC-5 (Medical Applications on a Grid Infrastructure Connection) che si focalizza sullo sviluppo di algoritmi per l'analisi di immagini medicali e la loro integrazione con la GRID. Al momento, una Stazione di Analisi Mammografica, che integra un sistema di ricerca automatico per lesioni massive e noduli di micro-calcificazione, è operativa presso vari ospedali (Lecce, Ovada, Torino, Alessandria d'Egitto). L'integrazione con la GRID permetterà l'analisi in parallelo delle immagini acquisite e la costituzione di database sempre più completi. Un approccio simile sarà adottato per la ricerca di noduli nella Tomografia Computerizzata dei polmoni, dove l'esigenza fondamentale è di ottenere il minor numero possibile di falsi positivi, mantenendo un'efficienza superiore al 90%. Gli sviluppi più recenti sono poi indirizzati all'analisi di immagini da PET e SPECT del cervello, con lo scopo di identificare segnali precursori del morbo di Alzheimer.

Impatto economico

La collaborazione con le industrie rappresenta un aspetto fondamentale per realizzare gli obiettivi della missione istituzionale dell'INFN, da sempre legata alla ricerca fondamentale. La storia dell'Istituto e dei suoi esperimenti dimostra come non sia vero che la produzione di benefici economici di largo respiro sia appannaggio della sola ricerca applicata e quanto l'utilità sociale di una realizzazione tecnologica trascenda spesso il contesto temporale e applicativo di origine. Le industrie sono dunque al tempo stesso una risorsa e un terreno fertile per l'INFN: da un lato l'Ente si avvantaggia della presenza di partner che lo rendono competitivo in campo internazionale, dall'altro trasferisce loro un largo spettro di competenze che viene utilizzato per diventare più innovativi sul mercato. Misurare l'impatto

economico dell'Ente sull'economia italiana non è semplice, anche perché gli indicatori spesso si rifanno ad indici macro-economici che non sono appropriati per strutture come l'INFN. All'interno delle attività specifiche dell'Istituto è tuttavia possibile valutare quanto l'interazione tra un Ente di Ricerca e l'economia nazionale abbia implicazioni positive sull'incremento dei livelli di produzione e in quali industrie questo sia più evidente.

Il primo passo è dunque quello di classificare le industrie sulla base della loro caratteristiche e della relazione economica con l'INFN (tipologia dei prodotti). È immediato accorgersi in questa analisi che le forme di collaborazione industriale variano dalla semplice fornitura di prodotti, alla realizzazione di contratti per sviluppare componenti, a forme di ricerca tecnologica congiunta. Quattro categorie sono state identificate: *Low-Tech*: acquisizione di un bene o di un servizio privi di un particolare contenuto di alta tecnologia; *High-Tech*: acquisizione di un bene o di un servizio caratterizzati da contenuto di alta tecnologia; *Commessa*: le specifiche del prodotto rientrano nelle capacità tecniche dell'azienda che è responsabile sia della progettazione che dell'esecuzione del progetto e il prodotto finale, pur non essendo in catalogo, costituisce una applicazione innovativa del *know-how* dell'azienda stessa; *R&D*: le caratteristiche del prodotto non rientrano completamente nelle conoscenze tecniche dell'azienda e la fase di ricerca e sviluppo (R&D) viene svolta in collaborazione con i ricercatori dell'INFN, mentre l'azienda è completamente responsabile delle fasi produttive.

Il secondo passo riguarda la classificazione degli ordini INFN nelle quattro categorie: questo è stato fatto grazie al Database delle Industrie, che fornisce il supporto a questa analisi statistica. La tabella seguente raffronta i risultati del triennio 2004-2006 con quelli del triennio precedente e mostra che l'INFN ha un risultato persistente nel coinvolgere le industrie italiane per la realizzazione di apparati innovativi (59% di commesse *High-Tech* di cui 33% di sviluppo).

		Low-Tech (A)	High-Tech (B)	HT Custom (C)	HT R&D (D)	Total HT (B+C+D)
Frazione degli ordini in Italia (%)	2001-2003	39	28	19	14	61
	2004-2006	41	26	18	15	59

Il terzo passo dell'analisi è una quantificazione dell'impatto delle spese INFN sul sistema industriale italiano. Il modello utilizzato, noto come Input-Output (o di Leontief, dal nome dell'economista Premio Nobel che l'ha ideato), tiene conto della dipendenza strutturale di un sistema economico, in cui ogni settore è visto sia come fornitore di servizi sia come utilizzatore di risorse. Tutti i settori sono stati ricondotti alle quattro categorie sopra definite, ed in termini monetari è possibile costruire per ognuna di esse il moltiplicatore economico, vale a dire il rapporto tra il flusso monetario indotto e quello introdotto nel sistema in esame.

La tabella seguente mostra il buon impatto INFN sul sistema industriale italiano, in particolare per le categorie *Custom* e *R&D*, dove ad un Euro investito corrispondono rispettivamente 2.2 Euro e 2.8 Euro. Mediando su tutte le categorie risulta che l'INFN induce nel sistema produttivo un flusso di denaro quasi doppio rispetto a quanto speso per la sua attività di ricerca. Il risultato si mostra anche stabile negli anni, a conferma della continua spinta innovativa generata dalle attività dell'Ente.

		Low-Tech	High-Tech	HT Custom	HT R&D	Globale
Moltiplicatore economico	2001-2003	1.4	1.7	2.0	2.7	1.8
	2004-2006	1.4	1.6	2.2	2.8	1.8

Una conferma indipendente di questi risultati positivi si può avere analizzando gli esiti della collaborazione industriale nel contesto delle attività di sviluppo e costruzione per il Large Hadron Collider e per i suoi rivelatori. Non solo grandi industrie, come visto nella Sezione di *Highlights*, ma anche molte PMI hanno partecipato a questa grande impresa, grazie ad un notevole trasferimento tecnologico da parte dell'INFN, che ha permesso loro di avere in seguito accesso ad un ampio spettro di opportunità. Persino nel caso di commesse a basso contenuto tecnologico le ditte traggono beneficio dagli stringenti criteri di qualità richiesti per i prodotti. Un indicatore della capacità della ricerca condotta dall'INFN di qualificare positivamente le ditte italiane è dato dalla quota di contratti che esse ottengono dal CERN. Il ritorno industriale per una nazione è quantificato dal CERN come il rapporto tra la percentuale dei contratti ottenuti e la frazione di contributo al bilancio dell'Organizzazione: nel periodo 2004-2006 questo indicatore mostra un andamento costante per l'Italia (intorno a 1.40), ben al di sopra del valore del giusto ritorno calcolato dal CERN ogni anno (da 0.92 a 0.94). Da qualche anno poi il ritorno industriale risulta maggiore del contributo italiano al bilancio CERN anche in valori assoluti. Questi sono tutti segnali della creatività e del corrispondente ruolo scientifico di prestigio dei ricercatori INFN all'interno delle collaborazioni LHC. Per il futuro si osserva già che, terminata la fase di costruzione, emergono tipologie di forniture più vicine ai servizi. Tuttavia questo sarà ragionevolmente compensato da una nuova fase di Ricerca e Sviluppo legata ai progetti di upgrade di LHC, il cui effetto dovrebbe manifestarsi tra qualche anno.

1.9 PROGETTI UNIONE EUROPEA

Il VII programma quadro della Commissione Europea (2007-2013) presenta delle novità importanti rispetto al precedente: la durata, 7 anni, il budget di circa 50 miliardi, aumentato del 74%/anno, ma soprattutto si nota un cambiamento rispetto alla ricerca. Per la prima volta infatti è stato stanziato un budget specifico per la ricerca di base, il programma

IDEAS con uno stanziamento di 1.06 Geuro/anno, che è gestito da un organismo scientifico autonomo (European Research Council) e sono state introdotte le Piattaforme Tecnologiche: comunità miste scientifico-industriali (a guida industriale) col ruolo di indirizzare gli investimenti in aree strategiche.

Un'altra novità importante è il finanziamento dedicato alla fase preparatoria ed alla costruzione di infrastrutture di ricerca di valenza europea. Questi finanziamenti sono riservati alle infrastrutture incluse nella roadmap di ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures). ESFRI ha ricevuto mandato nel 2004 dal Consiglio dei Ministri Europeo di redigere una Roadmap che identifichi progetti di nuove infrastrutture già maturi e di carattere pan-europeo. ESFRI gioca un ruolo chiave per promuovere un *open method of coordination* fra i vari paesi. E' il luogo deputato a discutere la visione a lungo termine e la policy europea per le infrastrutture di ricerca. Si impegna per portare iniziative e progetti al punto in cui sia possibile prendere decisioni operative da parte dei ministeri competenti (sia a livello nazionale che europeo). Il comitato ESFRI è composto da due membri per ogni nazione e si avvale della collaborazione di esperti di varie aree, in genere nominati sempre dai ministeri nazionali (alcuni di questi esperti sono INFN). La prima Roadmap è uscita nel 2006 ed individua 35 infrastrutture di valenza europea per tutte le discipline. Essa si pone come riferimento per politici, enti finanziatori e industrie interessate. Una revisione della roadmap è prevista a metà del 2008. Nella costruzione di questa roadmap l'INFN è attore importante partecipando sia ai working groups di ESFRI sia al processo di formazione della roadmap del CERN per la fisica delle particelle, alla quale ESFRI fa riferimento per questo campo di ricerca specifico.

Sfruttando l'esperienza acquisita dalla partecipazione ad importanti progetti del VI PQ e grazie anche ad un miglior coordinamento, l'INFN sta partecipando attivamente alle prime *call for proposal* del VII PQ, in particolare nell'ambito delle infrastrutture di ricerca, delle cosiddette *einfrastructures*, del programma IDEAS e delle azioni Marie Curie dedicate al training dei giovani ricercatori. La partecipazione dell'INFN al programma *Cooperation* è limitata: fra le 11 priorità solo Information and Communication Technology riguarda direttamente le attività INFN, mentre le tecniche nucleari e con acceleratori hanno un'impiego trasversale in diverse aree tematiche (Health, Environment, Food, Nanoscience, Energy, Security).

Nell'ambito delle infrastrutture di ricerca le prime call sono state dedicate allo studio di fattibilità (*Design studies*), alla fase preparatoria di nuove infrastrutture ed alle *e-infrastructures*.

I design studies sono appunto dedicati allo studio di fattibilità di infrastrutture di interesse europeo e dovrebbe servire da input per l'update della roadmap di ESFRI. In questo contesto l'INFN ha presentato diversi progetti legati alle nuove tecniche di accelerazione, alla fisica nucleare, particellare ed astroparticellare. Questi progetti coinvolgono decine di istituti di ricerca ed università europei ed una vasta comunità di ricercatori:

1. Il progetto EUROCRAB è dedicato allo studio di fattibilità di flavour factories di alta luminosità basate sullo schema "large Piwinski angle and Crab Waist" e in particolare allo studio di una nuova superB factory europea. Questo studio di fattibilità è in sinergia con altri progetti di upgrade di acceleratori esistenti (DAFNE, LHC) o futuri (ILC).
2. Il progetto ET (Einstein gravitational-wave Telescope) si propone lo studio di rivelatori per onde gravitazionali di terza generazione, rivelatori con una sensibilità più di 100 volte quella degli attuali rivelatori.
3. Il progetto CTA (Cherenkov Telescope Array) è una facility terrestre che consisterà in un'array di telescopi per l'astronomia gamma di medie e alte energie.
4. Eurov è invece dedicato allo studio di fattibilità di una neutrino-factory europea.
5. Infine il progetto FPPA si propone lo studio di una facility per la produzione di antiprotoni polarizzati all'interno della facility FAIR del GSI.

L'INFN ricopre ruoli primari in tutti questi progetti sia coordinando work packages di rilievo che coordinando il progetto stesso. Molti di questi progetti sono stati approvati, sono attualmente in fase di negoziazione e dovrebbero iniziare nei primi mesi del 2008. Il budget totale previsto è fra 3 e 4M€.

La preparatory phase di nuove infrastrutture è, come detto precedentemente, una tipologia di finanziamento riservata alle infrastrutture presenti nelle roadmap di ESFRI. Lo scopo è quello di portare il progetto alla maturità legale, finanziaria e tecnica per essere realizzato. Nella prima call dedicata a 34 infrastrutture di tutte le discipline, l'INFN partecipa ad 8 progetti, ed in un caso ne è anche coordinatore:

1. KM3Net-PP è un progetto dedicato alla realizzazione di una facility sottomarina per la neutrino astronomy ed in generale per fisica astroparticellare, questo progetto è coordinato dall'INFN (LNS) e coinvolge più di 20 istituti ed università europee.
2. SLHC-PP, dedicato all'upgrade di LHC, è coordinato dal CERN e vede la partecipazione di decine di istituti europei, l'INFN partecipa ad un'importante work package del progetto.

3. FAIR è dedicato alla costruzione della nuova facility FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) e coinvolge decine di istituti europei.
4. All fase preparatoria per la facility SPIRAL2, coordinata da GANIL, partecipano 25 istituzioni europee, l'INFN partecipa e/o coordina work packages rilevanti.
5. ILC-Higrade è dedicato all'International Linear Collider ed in particolare allo studio ad alla ingegnerizzazione delle cavità RF superconduttrici ad alto gradiente, il progetto è coordinato da DESY e vi partecipano 6 istituzioni europee. L'INFN partecipa e/o coordina work packages rilevanti.
6. Il progetto PRE-XFEL è relativo alle attività preparatorie per l'implementazione del X-ray Free Electron Laser europeo. Il coordinamento è di DESY.
7. ELI-PP (EXTREME LIGHT INFRASTRUCTURE) sarà la prima infrastruttura dedicata allo studio dell'interazione laser-materia con intensità laser nel regime ($I > 10^{23}$ W/cm²). Il progetto è coordinato dal CRNS e vi partecipano 15 istituti, l'INFN coordina la partecipazione italiana al progetto.
8. Infine l'INFN partecipa se pur marginalmente alla fase preparatoria del progetto HiPER, facility dedicata allo studio di fattibilità laser driven fusion come fonte di energia.

Nell'ambito dell'ICT e delle e-infrastructures l'INFN ha presentato ben 15 progetti molti dei quali in fase di valutazione.

Per quanto riguarda invece l'aspetto delle risorse umane e della mobilità, nell'ambito del programma PEOPLE del VII PQ sono stati presentati svariati progetti per Research and Training Network, che coinvolgono ampie comunità internazionali intorno a programmi di formazione e scambi di giovani ricercatori. Molti di questi progetti hanno superato il primo step della valutazione.

Come detto precedentemente il programma IDEAS è una novità del VII PQ, è gestito da un organismo scientifico autonomo (European Research Council) ed è principalmente dedicato alla ricerca di frontiera. Lo scopo fondamentale del programma IDEAS è quello di favorire l'emergere di idee veramente innovative investendo su progetti di ricercatori brillanti, sia giovani che esperti, offrendo indipendenza e contratti di buon livello. La prima call di questo schema, dedicata ai giovani ricercatori, fornisce le risorse finanziarie adeguate alla realizzazione di un progetto di ricerca e dà la possibilità al ricercatore di costruirsi il suo team di ricerca. Ogni progetto, di durata al massimo quinquennale, può ricevere un finanziamento fra 100.000 e 400.000€ per ciascun anno. Il budget totale della prima call permette di finanziare circa 200 progetti.

I progetti presentati sono stati più di 9000 in tutte le discipline, il 50% si colloca nel campo della fisica ed dell'ingegneria. Circa il 6% dei progetti presentati è passato alla seconda fase di valutazione. Molti sono stati i progetti presentati da ricercatori italiani (circa il 17%) mentre solo il 10% dei progetti che sono passati alla seconda fase di valutazione sono proposti da ricercatori italiani, da confrontarsi con il 12% di progetti presentati da ricercatori inglesi ed il 20% di presenza britannica fra i progetti selezionati.

Con l'uscita del VII PQ l'INFN ha cercato anche di migliorare l'organizzazione interna, il supporto informativo e amministrativo ai responsabili dei progetti e la diffusione delle opportunità offerte dal VII PQ. La commissione CRUE ha tenuto diversi seminari nelle cinque commissioni nazionali e organizzato un ciclo dedicato di corsi di formazione per il personale amministrativo

1.10 DISPONIBILITA' FINANZIARIE

L'INFN, fino al 2001, ha perseguito i propri fini istituzionali con finanziamenti pubblici assegnati con provvedimenti legislativi sulla base di piani pluriennali di attività approvati dal CIPE. I finanziamenti diretti all'INFN, con trasferimenti dal Bilancio dello Stato, sono stati attribuiti con la Legge 19 ottobre 1999, n. 370, che prevedeva 555 miliardi di lire (286.6 milioni di euro) per ciascuno degli anni 2000 e 2001.

A partire dal 2002, gli stanziamenti di competenza da destinare all'INFN, affluiscono all'apposito fondo ordinario per gli Enti e le Istituzioni di ricerca finanziati dal MIUR, previsto all'art. 7 del d.Lgs. 5 giugno 1998, n. 204. Nel 2003 lo stanziamento di competenza è stato di 280,9 milioni di euro, ridotto del 2% rispetto a quelli degli anni precedenti, e nel 2004 è stato di 275,3 milioni di euro, con una ulteriore riduzione del 2% rispetto agli anni precedenti. A fine esercizio, l'INFN ha avuto un'integrazione di 5 milioni di euro allo stanziamento 2004. Nel 2005 il contributo dello Stato è stato di 274,7 milioni di euro, con una riduzione del 2% rispetto a quello complessivamente avuto nel 2004. Nel 2006 il contributo dello Stato è stato di 272,0 milioni di euro con una riduzione dell'1% rispetto a quello dell'anno precedente. Per l'esercizio 2007 il contributo dello Stato è fissato, con decreto del MUR, in 276,3 milioni di euro, comprensivo dell'importo di 3,0 milioni di euro vincolato, per l'anno 2007, alla partecipazione ai programmi internazionali ITER e BROADER APPROACH.

E' da rilevare che la Legge 27 dicembre 1997, n. 449 (Misure per la stabilizzazione della finanza pubblica) ha fissato dei limiti nei prelievi di cassa degli Enti pubblici di ricerca per il triennio 1998/2000. Successivamente, le Leggi 23 dicembre 2000, n. 388 (Legge Finanziaria 2001), 31 dicembre 2002, n. 289 (Legge Finanziaria 2003) e 24 dicembre 2003, n.

350 (Legge Finanziaria 2004) hanno confermato fino al 2006 i limiti ai prelevamenti di cassa, maggiorandone però gli incrementi annuali. L'assegnazione di cassa attribuita all'INFN per il 2007, è stata di 311,6 milioni di euro, oltre l'importo di 2,1 milioni di euro quale rimborso di quanto ancora dovuto al personale per competenze arretrate in applicazione del nuovo CCNL.

E' importante notare che le notevoli differenze tra le assegnazioni di competenza e quelle di cassa, che si sono verificate negli anni dal 1997 al 2002, hanno di fatto prodotto un rallentamento delle attività scientifiche programmate, e solo di recente, con le accresciute disponibilità di cassa, è stato possibile pianificarne un graduale recupero.

La legge 30 dicembre 2004 (legge finanziaria 2005) ha disposto riduzioni per alcune tipologie di spesa. In particolare le spese per l'acquisto, la manutenzione, il noleggio e l'esercizio di autovetture non possono superare, per l'anno 2005, il 90% del consuntivo 2004. Tale limite di spesa, a decorrere dal 2006, viene ulteriormente ridotto al 50% rispetto al consuntivo 2004.

Inoltre la legge 2 dicembre 2005, n. 248, ed il D.L. 4 luglio 2006, n. 223, convertito in legge 4 agosto 2006, n. 248, hanno imposto la riduzione del 10% degli stanziamenti per l'anno 2005 e 2006 riguardanti spese per consumi intermedi. Per l'INFN si è trattato di un'improvvisa indisponibilità di 6,6 milioni di euro nel 2005 e di 2,8 milioni di euro nel 2006, peraltro versate al Bilancio dello Stato nel giugno e nell'ottobre 2006 unitamente all'importo di 10,0 milioni di euro accantonato in attuazione del decreto del Ministro dell'Economia e delle Finanze del 29 novembre 2002. Tali provvedimenti oltre alle conseguenti notevoli difficoltà nella gestione corrente della spesa, hanno comportato una consistente decurtazione del già ridotto bilancio dell'Istituto.

La legge 23 dicembre 2005, n. 266 (finanziaria 2006) confermata anche dalla successiva finanziaria 2007, ha disposto ulteriori drastiche restrizioni delle spese, riferite alle relazioni pubbliche e convegni e alla rappresentanza. Sono state inoltre disposte riduzioni ai compensi degli organi di indirizzo, direzione e controllo e limiti e riduzioni ai compensi per incarichi di consulenza.

Il citato D.L. 4 luglio 2006, n. 223, convertito nella legge 4 agosto 2006, n. 248, oltre a disporre ancora riduzioni delle spese per consumi intermedi, e di altre tipologie di spesa, ha ridotto le diarie delle missioni all'estero del 20% e il trattamento delle missioni in Italia.

2. PIANO DI ATTIVITÀ 2008-2010

2.1 FISICA SUBNUCLEARE

Con la partenza della sperimentazione a LHC prevista per il 2008, il periodo 2008-2010 vedrà un impegno diversificato e intenso che richiederà uno sforzo eccezionale da parte dell'INFN nel portare a termine il commissioning degli esperimenti ATLAS, CMS, LHCb e TOTEM, nella preparazione dell'analisi dati che include la messa in opera dell'enorme infrastruttura del computing e infine la fase vera e propria di sfruttamento del potenziale di fisica offerto da questo straordinario acceleratore con lo scopo ipotizzabile che nel 2009 possano avvenire le prime pubblicazioni di fisica. LHC si presenta come l'avventura scientifica nella fisica subnucleare di più grande impegno mai intrapresa sinora. Questa prima fase è prevista durare una decina d'anni. Nel prossimo triennio è previsto che BABAR, CDF e COMPASS completino la raccolta dei dati aumentando sensibilmente la quantità di dati a propria disposizione. KLOE terminato nel 2006 dovrà completare le analisi che potranno utilizzare la grande quantità di dati raccolta così come ZEUS terminato nel 2007. E' tuttora in discussione la possibilità di un esperimento successore di NA48, proposta nota come NA62. Qualora esso fosse approvato la sua costruzione inizierà in questo triennio. La costruzione dell'esperimento MEG, dedicato alla ricerca della violazione del numero leptonico, è conclusa e la presa dati, partita nel 2007 continuerà nell'intero triennio

È in discussione la possibilità di costruire una Super B-Factory. E' in corso un test cruciale su alcune migliorie da apportare all'acceleratore DAFNE di Frascati, che potrebbe divenire più efficace in termini di luminosità, ma anche più flessibile nella energia permettendo misure il cui inizio si situerebbe in questo triennio. La stessa tecnologia permetterebbe la costruzione di una B-Factory con una luminosità circa due ordini di grandezza maggiore di quelle attuali (Super) e il cui lancio potrebbe avvenire nel triennio futuro.

Il panorama futuro della fisica subnucleare è oggetto di discussioni in particolare nell'ambito dei vari organismi scientifici preposti a tali iniziative, quali l'ECFA (European Committee for Future Accelerators), l'ICFA e l'ACFA (rispettivamente International ed Asian Committee for Future Accelerators). Nel corso di tali discussioni e di vari studi dedicati la comunità scientifica internazionale ha riconosciuto che, ferma restando la priorità dell'entrata in funzione dell'LHC, le priorità future siano l'innalzamento della luminosità fornita dall'LHC stesso e la costruzione di un acceleratore lineare elettrone-positrone (ILC) con un'energia iniziale di almeno 400Gev. L'approvazione di quest'ultima macchina,

soggetta alle indicazioni che verranno dal LHC, dovrebbe avvenire in tempi tali da permettere alla presa dati al LC di poter avere un significativo periodo di sovrapposizione con l'LHC per poter sfruttare in pieno la complementarità di entrambe le macchine. Il pieno sfruttamento futuro del LHC richiederà inoltre la costruzione di nuovi acceleratori di servizio al CERN. Queste macchine potrebbero offrire anche delle ottime opportunità per importanti esperimenti a bersaglio fisso con K, muoni e neutrini.

INTERAZIONI ADRONICHE

Il Tevatron al Fermilab fornisce agli esperimenti una luminosità annua sempre crescente. L'esperimento CDF continuerà ad accumulare dati in tutto il triennio, alla fine del quale dovrebbe essere completato. Sarà possibile raccogliere 8 o più inversi femtobarn. La sfida più alta che questa immensa mole di dati che verrà raccolta pone è la ricerca del bosone di Higgs in diretta concorrenza con gli esperimenti che continueranno questo tipo di sperimentazione al LHC. Le attività collegate ai grandi rivelatori al Large Hadron Collider (LHC) del CERN negli anni dal 2008 al 2010 raggiungeranno il loro apice essendo previsto l'inizio della presa dati, verso la metà del 2008. Il funzionamento all'energia di picco con luminosità significativa inizierà invece nel 2009. Completati i rivelatori e messi in funzione le collaborazioni ATLAS, CMS ed LHCb prevedono quindi per il prossimo futuro di assumere responsabilità rilevanti nell'analisi dei dati prodotti. A questo scopo i ricercatori INFN parteciperanno anche allo sforzo di mettere in opera sfruttando le tecnologie delle GRID l'imponente rete di calcolatori che sarà necessaria a partire dal 2007 per distribuire, immagazzinare ed analizzare l'enorme messe di dati fornita dall'LHC. Nel 2009 è ipotizzabile avere dei lavori di fisica su questi dati raccolti a energie mai prima raggiunte. Nel triennio le luminosità ipotizzabili permetteranno di studiare:

- a) la eventuale produzione di risonanze tipo Z' fino a masse elevatissime;
- b) la eventuale produzione di particelle supersimmetriche fino a masse dell'ordine del GeV;
- c) lo studio della produzione del bosone di Higgs in un largo intervallo di massa.

Un piccolo esperimento (TOTEM), che continua una tradizione della fisica sperimentale italiana, misurerà la sezione d'urto totale delle collisioni protone-protone e sarà in grado di prendere dati sin dall'inizio della sperimentazione a LHC.

VIOLAZIONE DI CP E DECADIMENTI RARI

Il gruppo di KLOE deve completare le analisi che richiedono la statistica completa nei prossimi due anni. Ci si aspettano risultati di grandissimo valore dallo studio di decadimenti

del K_s e dalle misure di interferometria quantistica; dallo studio dei mesoni scalari f_0 e a_0 , da eta e età. Inoltre i dati raccolti sotto la soglia della risonanza serviranno a una misura precisa del rapporto R . E' stato definito il programma per un test di macchina sulla zona di interazione di KLOE che potrebbe portare a un miglioramento della luminosità di un fattore da circa 5. Questo permetterebbe a un KLOE potenziato di raccogliere dati a partire dal 2009 con obiettivi di fisica più ambiziosi. Sono in corso gli studi per definire i miglioramenti dell'apparato sperimentale che verranno introdotti nei prossimi tre anni.

L'esperimento NA48, che a praticamente finalizzato tutte le analisi di fisica si è modificato in NA62 e ha consentito di raccogliere abbastanza eventi per permettere lo studio di precisione del rapporto puramente leptonic del K in elettrone rispetto a quello del muone. Nel 2008 verrà presentata la proposta, basata sui test svolti, per un nuovo esperimento che si propone lo studio del decadimento del K carico in un pione, un neutrino e un antineutrino. Questo esperimento, che permette di scrutare l'orizzonte della Nuova Fisica, potrebbe essere costruito nel triennio 2008-2010 per poi cominciare a prendere dati nel prossimo decennio.

L'esperimento BaBar cesserà di prendere dati alla fine di marzo 2008. Si prevede che la luminosità integrata finale sarà dell'ordine di $500\text{fb}^{-1}\Psi^{(4s)}$ e che l'esperimento prenda anche dati sul picco di altre due risonanze della famiglia delle Ψ . Seguirà una intensa attività di analisi almeno fino al 2010 che permetterà lo studio ad alta statistica delle anomalie attualmente presenti, ma non significative, osservate in differenti misure della stessa quantità (l'angolo beta del Triangolo Unitario, l'apice del triangolo) e che potrebbero essere un segnale di Nuova Fisica. Anche la ricerca di nuove risonanze adroniche è una linea portante delle future analisi.

Questa linea di ricerca guarda con grande attenzione al successo del test di macchina che si farà a DAFNE. Esso aprirebbe infatti le porte alla possibilità di costruire una Super-B Factory con luminosità due ordini di grandezza maggiore di quella oggi raggiungibile a PEP-II. E' in corso di valutazione una proposta per la possibile realizzazione di questa macchina nel nostro paese e inizierà anche lo studio per i possibili miglioramenti da apportare all'eventuale apparato sperimentale.

L'esperimento MEG, al PSI di Zurigo, deve affrontare i tre anni previsti di presa dati che lo condurranno a misurarsi con la sfida posta dalla difficilissima misura del decadimento di un muone in un elettrone e un fotone. Una eventuale osservazione di questo decadimento costituirebbe la prova dell'esistenza di Fisica al di là dello Standard Model.

DIFFUSIONE PROFONDAMENTE ANELASTICA

L'esperimento ZEUS dovrà sfruttare in maniera ottimale la mole di dati raccolti fino alla fine della sperimentazione di HERA. E' previsto che le analisi dettagliate si protrarranno fino al 2010 e copriranno aspetti della fisica del charm, del beauty, di quella elettrodebole e diffrattiva, oltre che il miglioramento della conoscenza della struttura delle distribuzioni partoniche all'interno del protone bersaglio.

L'esperimento COMPASS dovrà completare l'analisi dei dati raccolti col fascio di muoni e attrezzarsi per uno sfruttamento ottimale di quelli che verranno raccolti nei prossimi anni col fascio di adroni. Ci si attendono risultati molto più precisi di quelli ottenuti sino ad ora sulla misura dello spin del gluone e sulla transversità. Il fascio adronico permetterà lo studio e la scoperta di eventuali nuove risonanze.

LINEAR COLLIDER

E' previsto entro il 2008 il completamento di questo ciclo di attività centrata sul tracciatore a pixel 3D e sui sensori innovativi (fotomoltiplicatori di Silicio) che potrebbero rivelarsi molto importanti nella calorimetria. Il futuro spazio di queste ricerche verrà definito anche in vista delle prospettive di costruzione di ILC.

Progetto strategico NUOVE TECNICHE DI ACCELERAZIONE (NTA)

Le attività di NTA prevedono nel triennio 2008-2010 la prosecuzione dei programmi impostati negli anni precedenti, nell'ambito delle collaborazioni internazionali formatesi attorno ai progetti di punta nel campo degli acceleratori.

CLIC Test Facility – CTF3

Nel triennio 2008-2010 si prevede il completamento del commissioning dell'anello Combiner Ring dopo l'installazione dei deflettori RF modificati dall'INFN e di un nuovo kicker di estrazione realizzato dal CIEMAT. La fase di realizzazione di componenti, dopo i deflettori, è praticamente terminata e si proseguirà nel commissioning degli anelli fino a raggiungimento delle specifiche. E' prevista la partecipazione al programma scientifico di CTF3 che prevede la produzione di potenza RF a 12 GHz utilizzata per l'accelerazione di fasci di elettroni con gradienti acceleranti di 100 MV/m. Continuerà inoltre la collaborazione sullo studio di dispositivi di diagnostica e a radiofrequenza in previsione dell'utilizzo dei suddetti nell'acceleratore del progetto SPARX che l'INFN si appresta a realizzare.

International Linear Collider (ILC)

Proseguirà l'attività di lungo termine in ambito mondiale, che ha come riferimento il Global Design Effort (GDE)., in vista della stesura del Engineering Design Report prevista per la fine del 2010.

Nel 2008 verrà completata la costruzione del criomodulo per FNAL, assieme ai tuner coassiali, alle sospensioni e al sistema di controllo di posizione.

Per quanto riguarda i kicker veloci, si effettueranno i test di funzionamento sui prototipi montati su DAFNE,

L'attività di R&D sui sistemi di feedback rapidi continuerà nell'ambito di una collaborazione internazionale (LBNL, LNF, KEK, SLAC), in particolare sarà oggetto di studio l'effetto del feedback sull'emittanza verticale dei DR.

Si prevede inoltre di partecipare allo sviluppo di diagnostiche di fascio per ILC al GANMVL: Global Accelerator Network Multipurpose Virtual Laboratory.

PLASMONX

Nel 2008 l'impegno principale consisterà nella messa in funzione del laser da 200TW e delle camere di interazione.

Verranno inoltre condotti presso il laboratorio ILIL-CNR esperimenti di accelerazione a plasma usando un gas-jet supersonico come bersaglio ed esperimenti per la produzione di protoni/ioni energetici da bersagli solidi opportunamente preparati.

Nelle principali Facilities Europee continueranno gli esperimenti incentrati sulle tematiche di PLASMONX.

L'attività teorica e di simulazione numerica continuerà ad affiancare quella sperimentale guidandola nell'ottimizzazione dei parametri che regolano i meccanismi di accelerazione nei plasmi prodotti da laser.

E' previsto anche il progetto di uno spettrometro magnetico per gli elettroni energetici e di una parabola Thomson per la determinazione dello spettro degli ioni energetici. Questi apparati verranno sviluppati attraverso una collaborazione già in atto con il CEA di Saclay e del LULI (Ecole Polytechnique).

DISCORAP

Nei primi mesi del 2008 saranno completate le bobine modello, da cui si aspetta una conferma sia delle scelte progettuali sia delle tecniche di fabbricazione. In seguito si passerà alla seconda fase delle attività di sviluppo con l'ingegnerizzazione dell'intero magnete (problematiche del giogo, dei supporti e delle uscite elettriche da una parte e del criostato dall'altra) e il successivo completamento delle attrezzature di costruzione del magnete. A fine

del 2008 è previsto essere disponibile il cavo superconduttore che sarà utilizzato a inizio 2009 per la costruzione del magnete prototipo vero e proprio.

HCCC

Nel corso del 2008, è prevista una ulteriore campagna di presa dati sul fascio di test, con lo sviluppo di uno spettrometro e di un sistema di orientazione del cristallo ulteriormente affinato, e con la caratterizzazione di nuovi cristalli piegati.

HPPA

Il programma dovrebbe terminare nel corso del 2008, con i test dei componenti prodotti, in attesa della partenza di una nuova iniziativa nel 7FP.

Progetto speciale SPARC

Nel periodo 2008 si prevede il completamento dell'installazione e collaudo di:

- linea di by-pass, un canale di trasporto magnetico per esperimenti di compressione magnetica e compressione mista RF e magnetica;
- diagnostica del fascio di elettroni;
- ondulatori;
- camera interazione laser-gas per le generazione di armoniche superiori con Argon, dedicato all'esperimento di seeding;
- diagnostica radiazione FEL;
- costruzione di una linea di fascio dedicata all'esperimento PLASMONX;

Tale strumentazione consentirà nel periodo 2008-2010 di realizzare esperimenti di notevole rilevanza scientifica riguardanti:

- tecniche di compensazione degli effetti di carica spaziale sul fascio di elettroni a 150 MeV;
- tecniche di compressione mista RF e magnetica, con controllo degli effetti di "coherent synchrotron radiation" ed effetti di "microbunching";
- misure di proprietà "slice" del pacchetto di elettroni;
- esperimento di generazione di radiazione FEL-SASE;
- generazione armoniche da gas Argon eccitato da laser ad infrarosso;
- utilizzo armoniche per generazione di FEL in regime di "seeding";

- studio di tecniche di generazione di armoniche superiori per il raggiungimento di basse lunghezze d'onda.

A tali attività di aggiungeranno quelle previste nell'ambito del programma di R&D per il progetto SPARX e le attività scientifiche di Accelerazione a Plasma e di generazione di radiazione X per scattering Thomson dell'esperimento PLASMONX.

Con tali sviluppi SPARC si caratterizza ormai come una "test facility" in grado di generare intensi fasci di elettroni e di fotoni, e di utilizzarli per applicazioni multi-disciplinari. E' pertanto auspicabile che si realizzi una struttura unitaria che permetta di organizzare in modo efficiente tutte le attività collegate al progetto SPARC.

Infine, il programma SPARC troverà il suo naturale prosieguo nel progetto SPARX, approvato dal MIUR e con il sostegno della Regione Lazio, finalizzato allo sviluppo di sorgente di radiazione coerente nella regione spettrale X.

Progetto speciale SPARX

Nel corso del triennio 2008-2010 il progetto sarà impegnato nelle seguenti attività principali:

2008 Elaborazione di una versione aggiornata del "Technical Design Report" e del "Scientific Case". Progetto delle opere civili, richiesta di autorizzazioni. Preparazione programma temporale per la realizzazione dei prototipi e acquisizione componenti. Progettazione componenti di macchina. Avvio procedura di gara per componenti iniettore da 150 MeV.

2009 Avvio della costruzione del laboratorio sotterraneo. Avvio procedure di gara per incremento energia Linac a 1.2 GeV e per le linee di trasferimento. Sviluppo prototipi e dispositivi. Test in Laboratorio SPARC.

2010 Continuazione lavori opere sotterranee, e avvio costruzione edifici in superficie. Continuazione programma acquisizione e test di componenti. Sviluppo sistema di diagnostica e controllo, sistema da vuoto e avvio gare per infrastrutture tecniche (impianti elettrici, impianti a fluido, rete dati etc.).

Progetto speciale GRID

Nel 2008 il progetto INFN Grid continuerà ad essere notevolmente impegnato su molti fronti a livello internazionale. In primo luogo dovrà far fronte alla partenza di LHC garantendo il pieno funzionamento a livello Italiano ed Internazionale dell'Infrastruttura grid sviluppata dal progetto World-wide LHC Computing Grid (WLCG), in secondo luogo dovrà portare a completamento i numerosi progetti Europei di FP6 che si concludono nel 2008

raggiungendo gli obiettivi previsti e in terzo luogo dare il via ai nuovi progetti Europei approvati in FP7 garantendone come sempre il coordinamento e l'armonizzazione.

I principali obiettivi per il 2008 includono:

- Il commissioning e l'operazione dell'infrastruttura del progetto World-wide LHC Computing Grid (WLCG) in tempo utile per la partenza di LHC e per l'analisi dei primi dati. A tal fine l'INFN sfrutterà l'infrastruttura Grid di produzione nazionale che integra le risorse di calcolo e di storage di tutte le sedi INFN inclusi il Tier 1 (Cnaf), i Tier2 a Lnl, Catania, Torino, Roma1, Napoli, Pisa e Milano e i Tier3 delle altre sedi e che deve essere operativa 24 ore al giorno, sette giorni su sette con efficienza garantita.
- Il completamento del progetto europeo EGEE II (FP6) che fornisce in Europa a WLCG e a molti altri settori scientifici l'infrastruttura grid generale di produzione. dotata di un middleware di qualità, utilizzata sempre di più grazie anche ad un'intensa attività di training e divulgazione a cui partecipa molto attivamente l'INFN che ha la responsabilità della gestione della Training Infrastructure GILDA divenuta di uso comune per tutta l'Europa.
- Il completamento del progetto europeo OMII Europe (FP6) che sta fornendo una release di middleware grid che obbedisce a stringenti criteri di qualità e agli standard internazionali dell'Open Grid Forum partendo dalle componenti sviluppate da EGEE e da altri progetti come Unicore e Globus.
- Il completamento del progetto CYCLOPS (FP6), coordinato dal Dipartimento della Protezione Civile Italiana, che mira a valutare la grid di EGEE per le attività di prevenzione caratteristiche di questo settore e la possibilità di una integrazione con la piattaforma Europea GMES (Global Monitoring Environmental System).
- Il completamento del progetto Europeo Bio-infogrid (FP6), coordinato dal CNR, in cui l'INFN ha la responsabilità tecnica del supporto per la costruzione di un framework per lo sfruttamento di EGEE da parte di applicazioni di bio-informatica.
- Il lancio del nuovo progetto EGEE-III (FP7), continuazione di EGEE/EGEE II, che prevede attività di consolidamento del middleware, di consolidamento ed estensione dello sfruttamento dell'infrastruttura Grid di produzione in Europa per tutte le scienze e la continuazione della realizzazione delle attività di tutorials, disseminazione e costruzione di un'interfaccia generica per tutte le applicazioni.

- Il lancio del progetto nuovo europeo ETICS 2 (FP7), coordinato dal CERN che ha lo scopo di consolidare l'infrastruttura che permette l'integrazione delle repositories del software di EGEE e di altri progetti in Europa e della New Middleware Initiative (NMI) in US al fine di poter costruire soluzioni integrate.
- Il lancio del nuovo progetto europeo EELA 2 (FP7) che mira a consolidare l'infrastruttura Grid in America Latina collegata ad EGEE.
- Lo sviluppo di due nuovi progetti Europei collegati a EGEE III in vista :

a) di una sua estensione geografica:

- EU-Asia Grid, coordinato dall'INFN, che mira all'estensione dell'infrastruttura di EGEE nei paesi dell'Asia. Sottomesso all'ultima call e di cui si attende con fiducia il risultato.

b) di un suo sfruttamento da parte di nuove comunità

- eNMR che mira a realizzare un'infrastruttura Grid per le numerose comunità Europee che basano la loro ricerca biologica sulla tecnologia NMR approvato nella call di Aprile 2007.
- Il proseguimento di attività di ricerca e sviluppo più a lungo termine con il progetto Core Grid a cui l'INFN partecipa per lo sviluppo di R&D su middleware :
- Lo sviluppo del progetto FIRB LIBI che sta costruendo un laboratorio nazionale di bioinformatica basato sull'accesso a database biologici e sullo sfruttamento via grid di risorse di calcolo distribuito per l'analisi dei dati

Un grande sforzo, a livello nazionale ed Europeo che inizierà nel 2008 e proseguirà negli anni successivi, sarà quello mirante a garantire la sostenibilità a lungo termine dello sviluppo, del supporto e dello sfruttamento delle e-Infrastrutture europee per le comunità di ricerca.

A tale fine è stata proposta la costituzione dell' European Grid Initiative (EGI), basata non più su progetti, ma su Iniziative Grid Nazionali (NGI) avente lo scopo di:

- Garantire lo sviluppo ed il supporto a lungo termine dell'e-Infrastruttura Europea.
- Fornire un quadro di coordinamento a livello EU sulla linea di quanto fatto nel passato per le reti della Ricerca.

A tal fine è stato finanziato dalla Commissione Europea il progetto Europeo FP7 EGI-DS che ha il compito di definire il nuovo modello organizzativo a livello Europeo atto a garantire gli obiettivi sopra descritti. L'INFN partecipa a questo progetto assieme al CERN e alle Istituzioni rappresentative della grid nazionale di 9 paesi con la responsabilità del

coordinamento del workpackage che deve mettere a punto il nuovo modello dal punto di vista funzionale.

A livello nazionale INFN Grid ha finora ben assolto il ruolo di contenitore che permette di coordinare tutti i contributi INFN ai progetti Grid Nazionali, Europei ed Internazionali e anche ai processi di standardizzazione del Open Grid Forum (OGF).

Con Grid.it, completato nel 2006, si è dato l'avvio alla costruzione di un'infrastruttura grid nazionale per tutto il mondo della ricerca italiano.

Nel corso del 2007 è stato affrontato il problema della sostenibilità a lungo termine dell'e-Infrastruttura nazionale e del suo collegamento a livello EU con la creazione di una Joint Research Unit (JRU) per l'Infrastruttura Grid Italiana (IGI), coordinata dall'INFN, che include tutte le Istituzioni che dispongono di significative risorse di calcolo e storage e che sono coinvolte in progetti che stanno realizzando gli spezzoni dell'e-Infrastruttura nazionale, come INFN Grid, SPACI ed i Consorzi progetti PON etc..

Nel 2008 IGI dovrà divenire una realtà organizzativa che permette di:

- Offrire un livello di coordinamento per integrare in un'unica grande e-Infrastruttura nazionale dotata di un livello di risorse competitivo a livello Europeo ed Internazionale tutti gli spezzoni sviluppati dai vari progetti nazionali: INFN Grid, SPACI, ENEA Grid, Centri Nazionali di supercalcolo, nuovi PON, Iniziative Regionali.
- Realizzare ed operare, sviluppando la RICERCA E SVILUPPO ancora necessaria assieme agli strumenti di gestione e le componenti specifiche, i servizi di una grid di produzione nazionale integrata con EGEE/EGEE II e EGI e a livello internazionale per la comunità scientifica, ma aperta alla sperimentazione industriale.
- Sostenere le attività di un vasto range di discipline scientifiche: Fisica, Astrofisica, Biologia, Medicina, Chimica. Geofisica, Economia, Finanza, con possibile estensioni ad altri settori come la protezione civile, l'eLearning e la sperimentazione nelle Università

E' in fase avanzata di discussione la proposta di includere IGI in un'associazione permanente che comprenda anche il Garr e che possa nel futuro rappresentare l'Iniziativa Grid Nazionale a livello Europeo ed Internazionale. Il 2008 e gli anni seguenti saranno anni cruciali per questo passaggio che vedrà l'INFN impegnato con un ruolo di primo piano.

L'INFN ha promosso da tempo l'iniziativa Omega (Open Middleware Enabling Grid Application) assieme ai maggiori Enti di Ricerca Italiani e a numerose Industrie.

Scopo di OMEGA è l'attività di diffusione della tecnologia Grid all'industria.

Gli obiettivi prevedono di:

- Creare un punto di riferimento, anche per le attività in ambito Europeo e Internazionale, per la creazione, lo sviluppo, il supporto, la diffusione e lo sfruttamento delle componenti di middleware prodotte in modo spontaneo dai progetti Grid EU e nazionali e rese disponibili con una release Grid Open Source
- Rendere sinergici in questo campo la missione e gli obiettivi del mondo della ricerca e accademico, quelli del mondo industriale, in particolare ICT e PMI e dei grandi servizi pubblici nazionali (Ospedali, Scuole, Amministrazioni pubbliche)
- Estendere con attività d'informazione, formazione e progetti mirati, lo sfruttamento delle tecnologie Grid in modo da far nascere nuove opportunità di crescita e di occupazione aumentando nello stesso tempo la competitività globale del paese e dell'Europa

Nel 2007 è stata approvata un'idea progettuale nell'ambito del PNR per la competitività. Si tratta del progetto E-Government Grid (EGG) per la sfruttamento della grid a livello della Pubblica Amministrazione con riferimento alle Regione Lombardia come potenziale utilizzatore. Si spera che le attività possano iniziare nel 2008 come primo passo per lo sfruttamento della tecnologia grid da parte di tutta la società.

Il 2008 sarà l'anno della piena funzionalità dell'e-Infrastruttura Grid Europea per la ricerca sviluppata da EGEE-2 ed il progetto INFN Grid sarà notevolmente impegnato su questo fronte. Su questa diventeranno sempre più intense le attività di calcolo degli esperimenti a LHC che inizieranno l'analisi dei primi dati del 2008, mentre nel 2009 dovrà essere garantita l'analisi della prima vera presa dati per andare a regime nel 2010, 2011.

Le altre numerose comunità scientifiche di altri settori che già da tempo sono attive, vedi ad esempio i vari challenges per lo studio della malaria e altre malattie sviluppati dai biologi, già ora consumano circa il 30% delle risorse disponibili a livello Europeo con una espansione allo stesso ritmo degli esperimenti a LHC. Nel 2008 e seguenti all'interno di IGI e EGI dovrà quindi essere affrontato e risolto a livello nazionale ed europeo il problema di garantire le risorse necessarie a delle comunità che non hanno al loro interno la capacità di soddisfare questa esigenza.

Gli anni seguenti al 2009 saranno quelli in cui dovrà essere definitivamente consolidato in Italia ed in Europa il modello di IGI e EGI sviluppato dal progetto EGI-DS che dovrà garantire la sostenibilità a lungo termine dell'e-Infrastruttura Grid nazionale ed Europea e la diffusione della tecnologia grid in tutta la società.

Dal punto di vista tecnico il progetto INFN Grid continuerà ad essere notevolmente impegnato nel 2008 e negli anni seguenti nello sviluppo/consolidamento del middleware INFN ed in particolare:

- del Workload Management System che è ormai diventato un riferimento internazionale per HEP e vari settori applicativi;
- di VOMS e di un framework generale di Autorizzazione per poter stabilire politiche di validità generale per l'uso dei servizi della grid da parte delle Virtual Organizations in collaborazione con i progetti Grid Europei e US;
- del Monitoring della Grid GRIDICE in collaborazione con LCG;
- di Storm che realizza un'interfaccia standard SRM verso file systems paralleli commerciali come GPFS e Lustre;
- del Computing Element CREAM a Web Services che è stato scelto come base per l'accesso alle risorse di calcolo da parte di EGEE II;
- del software di build e test del software sviluppato da ETICs.

Progetto speciale ELN

Con l'avvio della fase operativa di LHC, attualmente previsto entro la fine del 2008, è necessario che l'INFN, nell'ambito di una collaborazione internazionale che si articoli su scala mondiale (e non solo europea), rivolga la propria attenzione al futuro della fisica adronica nell'era post-LHC, con grande anticipo rispetto alle eventuali scoperte di LHC.

Nel triennio 2008-2010, nel quadro del Progetto ELN, dovranno dunque essere rinforzate le attività di ricerca e sviluppo che puntano alle più moderne tecniche di accelerazione, anche alla luce delle linee guida già emerse nel 2006 in ambito europeo e nazionale dai lavori dello Strategy Group CERN-ECFA e dei working group della Road Map INFN.

Avendo come obiettivo un eventuale upgrade di LHC in un futuro relativamente prossimo, sia in termini di luminosità sia in termini di energia, saranno necessari ulteriori studi sulla fattibilità di un supercollider adronico e sarà necessaria la realizzazione di nuovi prototipi di dipoli magnetici di grandi dimensioni e elevate intensità di campo (anche tramite l'utilizzo di materiali superconduttori innovativi), nonché di nuovi prototipi di cavità rf. Dovranno anche proseguire dettagliate simulazioni Monte Carlo che consentano di indagare sulle potenzialità fisiche del supercollider. Per quanto riguarda i rivelatori di particelle, saranno di cruciale importanza, da un lato, la costruzione di nuovi prototipi che costituiscano tappe consolidate per nuove ricerche e sviluppi tecnologici, dall'altro, la verifica della loro

possibile realizzazione su larga scala. Sarà dunque auspicabile intensificare ulteriormente la collaborazione dell'INFN con l'Industria, con l'Università e con altri Enti di Ricerca in tale contesto.

Settore	a	b	c	d	Totale
Ricercatori	61.4%	21.4%	6.2%	10.9%	716 FTE
Tecnologi	25.7%	8.0%	0.1%	65.7%	204 FTE
Finanziamento 2007*	58.8%	13.3%	4.8%	15.6%	29.7 M€

*in cui va compreso un finanziamento di 2.2ME per dotazioni (7.4%).

a) Interazioni adroniche (CDFII, ATLAS, CMS, LHCb, TOTEM, LHCf); b) Violazione di CP. decadimenti rari e linear collider (BABAR, KLOE, P326, MEG, P-ILC); c) Diffusione profondamente anelastica (COMPASS, ZEUS); d) Progetti Speciali (NTA, SPARC, ELN, GRID)

Progetto SuperB

Il 2008 sembra essere un anno cruciale per l'intero progetto. Ci si aspetta di avere risultati certi dal test su Dafne. Nel frattempo un ritiro di Fisica a Valencia dal 7 al 15 gennaio si è reso necessario per focalizzare meglio l'attenzione sulla nuova fisica da charm e tau. insieme ad un migliore confronto con la fisica di LHC per meglio chiarire gli aspetti di complementarità fra programma di SuperB e programma di LHC rispetto alla Nuova Fisica.

Nel frattempo si apre una fase importante per il meccanismo di approvazione:

- richiesta di valutazione formale anche da parte dell'European Strategy Group nominato dal Council del Cern.
- completamento dello studio già positivamente avviato nel 2007 :valutazioni disponibilità e di compatibilità e di integrazione scientifico-tecnologica della possibile localizzazione della macchina nell'area di Tor Vergata.
- inizio del processo per il finanziamento a livello locale,nazionale e internazionale.

Si rende anche necessario intensificare le attività a livello della collaborazione internazionale. Occorre pertanto:

- arrivare alla formazione del Project Office di SuperB, con l'accordo e la partecipazione internazionale (a livello dei paesi e degli Enti cui la comunità di SuperB appartiene)
- procedere alla formazione dei gruppi di lavoro per la preparazione del Technical Design Report (TDR) per il progetto SuperB. Già è stata fatta una ricognizione delle risorse necessarie e di quelle disponibili a livello internazionale.

- formazione della Collaborazione Internazionale di SuperB, definizione delle regole (governance) e costituzione delle sue strutture scientifiche e tecnologiche.

SuperB è infatti un progetto integrato in cui i fisici sperimentali ed i fisici e progettisti di macchina lavorano insieme. Infatti molti aspetti del progetto, dal design della zona di interazione allo studio di background, ai problemi connessi alla iniezione continua che è necessaria per la alta luminosità, implicano lo sforzo congiunto e coordinato delle due componenti della comunità SuperB : quella della macchina e quella dell' esperimento in essa integrato.

Un programma di questo tipo implica riunioni dedicate a vari livelli, alcune di esse sono già state fissate : fine Febbraio 2008 a Slac sul DETECTOR, fine Marzo 2008 a Novosibirsk sulla MACCHINA, fine Maggio 2008 in Italia formazione della COLLABORAZIONE.

Nel frattempo è necessario continuare gli studi di macchina e di detector: simulazioni ed R&D.

Sul detector i gruppi italiani si sono già organizzati e prevedono un periodo intenso di R&D sul rivelatore di vertice, questo è cruciale per soddisfare il programma di fisica con una ridotta asimmetria della macchina (7+4GeV) che si rende però necessaria se si vuole ottenere con costi contenuti una luminosità $\geq 10^{36} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ma anche sul calorimetro elettromagnetico, sulla camera a drift centrale e sul sistema di identificazione delle particelle.

Si stanno formando i gruppi per la organizzazione del calcolo, sia on line che off line, questo ultimo basato in parte su Grid.

Le simulazioni con l'uso di Geant4 dell'apparato sperimentale e degli eventi.

Una cura particolare sarà dedicata ai generatori di fisica (tenendo conto che il fascio di più alta energia sarà polarizzato) ed alla preparazione dei tools di software.

Se il progetto avrà la sua approvazione nel corso del 2008. nei successivi 2 anni oltre al completamento del TDR, dovranno iniziare i lavori di ingegneria civile e delle infrastrutture per la macchina.

Alla fine dell'estate 2008 la macchina PEP-II a SLAC smetterà di funzionare e dal 2009 potrà cominciare lo smontaggio dei suoi componenti, la preparazione per la spedizione e la effettiva spedizione in Europa. In questa fase è previsto un forte impegno di ingegneri e tecnici di SLAC, in ogni caso si renderà necessaria una sostanziale partecipazione anche di personale INFN ed europeo di SuperB.

L'apparato sperimentale è in gran parte basato sull'impiego di componenti di BABAR a cominciare dal magnete superconduttore e dal barrel del calorimetro elettromagnetico a cristalli di CsI (TI), che verranno trasportate in Italia da SLAC. Nello stesso periodo deve comunque iniziare la costruzione delle parti nuove dell'apparato che garantiscono una migliore ermeticità, la capacità di sopportare bene il rate molto elevato di eventi alle luminosità maggiori di 10^{36} ed una più precisa ricostruzione dei vertici secondari.

Il TDR dovrebbe essere completato entro il 2010 ed in tale periodo la fase di costruzione dovrebbe essere già avviata, con il centro di massa spostato sul sito della macchina.

La descrizione dettagliata degli esperimenti è disponibile al sito WEB:

http://www.infn.it/csn1/esperimenti/attivita_esperimenti.html

2.2 FISICA ASTROPARTICELLARE

La comprensione delle proprietà dei neutrini, la rivelazione diretta delle onde gravitazionali, l'identificazione dei costituenti della materia oscura e la spiegazione dell'assenza dell'antimateria nell'universo costituiscono obiettivi fondamentali alla frontiera della fisica e dell'astrofisica.

Recentemente è iniziata in sede europea una discussione per un coordinamento dell'attività di fisica astroparticellare. A tale scopo gli enti finanziatori europei si sono associati in un organismo denominato ApPEC. La comunità europea ha finanziato un progetto denominato ASPERA allo scopo di integrare procedure e meccanismi delle varie agenzie europee ed allo scopo di produrre una "road map" europea in tale settore.

Le attività della Commissione II possono essere divise in 6 linee scientifiche: fisica del neutrino, principalmente al Laboratorio del Gran Sasso, ricerca di fenomeni rari al Gran Sasso, radiazione cosmica in superficie e sotto il mare, radiazione cosmica nello spazio, onde gravitazionali, fisica generale. Nel seguito è presentato un breve sommario del programma scientifico per il 2008-2010.

FISICA DEI NEUTRINI

Gli esperimenti sulla natura dei neutrini sono concentrati principalmente nel Laboratorio Nazionale del Gran Sasso.

BOREXINO, dedicato ai neutrini provenienti dal sole ed entrato in funzione nel 2007 ha mostrato prestazioni anche superiori al previsto. Nel 2008 Borexino continuerà la raccolta

dati dei neutrini solari per aumentare la statistica e per lo studio degli effetti giorno/notte e degli effetti stagionali.

Lo scopo dell'esperimento OPERA è la rivelazione dei neutrini del fascio proveniente dal CERN. Il programma scientifico prevede la rivelazione di neutrini tau originati dai neutrini muonici del fascio dal CERN per fenomeno delle oscillazioni. Tale rivelazione costituisce un passo importante per capire completamente questo fenomeno. OPERA è basato principalmente sulle emulsioni nucleari. Nel 2008 finirà l'assemblaggio dei pacchetti contenenti emulsione e piombo. La raccolta dati sistematica con il fascio dei neutrini dal CERN continuerà per 5 anni.

ICARUS 600 è un grande rivelatore di particelle con 600 tonnellate di argon liquido. A metà del 2008 ICARUS 600 inizierà a prendere i primi dati sui neutrini atmosferici, sul decadimento del protone e sui neutrini dal fascio. L'esperienza maturata con ICARUS 600 sarà alla base dello sviluppo di un modulo di argon liquido di dimensioni tali (circa 5000 tonnellate) da consentire un approccio modulare alla costruzione di un rivelatore di varie decine di migliaia di tonnellate necessario per la realizzazione di un osservatorio di grande sensibilità per la rivelazione di neutrini astrofisici e per ricerche sulla stabilità della materia e sulle oscillazioni dei neutrini.

Con lo studio delle oscillazioni di neutrino si misurano solo le differenze del quadrato delle masse tra i diversi tipi di neutrino. Altri metodi sperimentali devono essere usati per la misura diretta della massa del neutrino. In Italia è stata sviluppata una tecnica basata su calorimetri a bassissima temperatura per la misura della massa dei neutrini elettronici dai decadimenti beta del Renio-187. Nel 2008 continuerà l'attività di MARE R/D per migliorare le sensibilità dei rivelatori in modo da programmare un esperimento che possa raggiungere 0.2eV.

STUDIO DI FENOMENI RARI

Un altro metodo per la misura della massa del neutrino è collegato alla ricerca del decadimento beta doppio senza neutrini, permesso se il neutrino e l'antineutrino coincidono.

Nel Laboratorio del Gran Sasso nel 2008 continuerà a prendere dati CUORICINO, un rivelatore criogenico costituito da 72 cristalli di tellurite, con massa totale 40Kg. Inoltre continuerà la costruzione del rivelatore più grande chiamato CUORE, in collaborazione con gruppi degli Stati Uniti. CUORE sarà un grande rivelatore di 1000 cristalli di tellurite con massa totale 770Kg. L'obiettivo primario è la misura del decadimento beta doppio, con una sensibilità per la massa del neutrino dell'ordine del centesimo di eV. CUORE entrerà in funzione nel 2011.

Nella ricerca del decadimento beta doppio senza neutrini è importante verificare i risultati con materiali diversi. Nel 2008, sempre al Gran Sasso e in collaborazione con gruppi tedeschi, continuerà la costruzione dell'apparato GERDA, per la ricerca dei decadimenti beta doppio senza neutrini in cristalli di germanio.

Il tema della materia oscura dell'universo è uno dei più affascinanti della fisica e l'astrofisica, ma anche uno dei più difficili da studiare. L'esperimento DAMA ha evidenziato una modulazione stagionale di segnali di bassissima energia che potrebbe essere dovuta al movimento della terra rispetto alla materia oscura. Nel 2008 l'apparato DAMA/ LIBRA continuerà a prendere dati per verificare il segnale di DAMA e saranno resi pubblici i dati degli ultimi anni. Nel 2008 continuerà la costruzione di WARP, un esperimento per la ricerca della materia oscura che usa come rivelatore 100 litri di Argon liquido. WARP inizierà a prendere dati a fine 2008. Il prototipo di WARP con una camera da 2.5 litri continuerà le misure al Gran Sasso e potrà fornire risultati competitivi con gli altri esperimenti sulla materia oscura.

Da ricordare infine l'esperimento LVD, sempre al Gran Sasso, per la ricerca di fiotti di neutrini prodotti dai collassi di *supernoavae*. LVD continuerà regolarmente a prendere dati nel 2008. LVD è inserito in una rete mondiale di rivelatori dedicati alla rivelazione di questo fenomeno.

LA RADIAZIONE COSMICA IN SUPERFICIE E NELLE PROFONDITA' MARINE

Nell'astronomia con fotoni di alta energia l'INFN è impegnata con 4 esperimenti: AGILE e GLAST, su satellite, per le energie minori di 100GeV e ARGO e MAGIC, a terra, per energie maggiori.

Nel 2008 ARGO realizzato in collaborazione con la Cina a 4300 metri di quota nel Tibet, sarà dedicato principalmente alla raccolta dati. Per aumentare la sensibilità, durante l'estate sarà aggiunto uno strato di piombo. ARGO ha 6500m² coperti con i rivelatori RPC di costruzione italiana. ARGO si occuperà soprattutto dell'individuazione delle sorgenti di radiazione gamma e del fenomeno dei *gamma ray bursts*.

L'INFN ha partecipato alla costruzione di MAGIC, un grande telescopio Cerenkov alle Canarie, per il quale ha sviluppato e ha fornito le componenti del grande specchio da 17m di diametro ed ha sviluppato il trigger. Nel 2008 MAGIC I continuerà a prendere dati e sarà completata la costruzione di un secondo telescopio, MAGIC II, per aumentare la sensibilità.

I grandi sciami prodotti da raggi cosmici di altissima energia ($>10^{19}$ eV) sono misurati dall'apparato dell'esperimento AUGER, inaugurato alla fine del 2005. Nel 2008 AUGER

continuerà la raccolta dati. I risultati di AUGER sono fondamentali per la comprensione dell'origine dei raggi cosmici di altissima energia.

Nello studio della radiazione cosmica di alta energia i neutrini hanno un ruolo particolare: sono molto meno assorbiti dei raggi gamma e derivano principalmente da fenomeni adronici. Per essere rivelati richiedono la costruzione di apparati di grandi dimensioni. Nell'emisfero nord, il progetto NEMO si propone la costruzione di un rivelatore Cerenkov da 1km^3 alla profondità di 3500 metri nel mare al largo della costa sud-orientale della Sicilia. Nel 2008 continuerà l'installazione di prototipi sul sito di Capo Passero e continuerà l'integrazione di sottocomponenti del rivelatore. Tale attività è inquadrata nell'ambito del progetto europeo denominato Km^3Net .

Al largo di Tolone in Francia gruppi italiani partecipano alla costruzione di ANTARES, un rivelatore sottomarino analogo a NEMO di dimensioni ridotte ma di grande interesse per la realizzazione di quest'ultimo. ANTARES ha già iniziato la presa dati scientifica. Nel 2008 continuerà la presa dati e la messa in funzione delle 12 stringhe di fototubi che costituiscono il rivelatore in mare.

LA RADIAZIONE COSMICA NELLO SPAZIO

Le attività spaziali sono in collaborazione con ASI ed INAF.

Nel 2006 è stato lanciato dal Kazakistan l'apparato PAMELA. PAMELA è un grosso spettrometro magnetico ad alta risoluzione che permetterà di individuare il tipo di particella che lo attraversa, determinandone anche la carica e l'energia. L'INFN ricopre un ruolo guida in PAMELA, che vede la partecipazione di vari gruppi europei. PAMELA studia il problema della scomparsa dell'antimateria nell'universo dopo il Big Bang, la composizione dei raggi cosmici di bassa energia e la materia oscura. I primi dati di PAMELA sono stati mostrati durante le conferenze estive del 2007. Nel 2008 continuerà la raccolta dati di PAMELA.

Le stesse tematiche scientifiche saranno affrontate anche da AMS, un altro spettrometro magnetico, caratterizzato dalla grande accettazione angolare, previsto essere installato sulla stazione spaziale internazionale. Rispetto alle date originali c'è un ritardo dovuto al noto incidente della navetta spaziale Columbia della NASA. Essendo il piano dei futuri voli delle navette spaziali ancora in discussione, c'è incertezza sulla programmazione futura di questo esperimento. In attesa di queste decisioni l'attività di integrazione dell'apparato continuerà come programmato.

L'INFN partecipa con le collaborazioni AGILE, prevalentemente italiana, e GLAST a carattere internazionale, a due esperimenti su satelliti dedicati all'astronomia gamma. In entrambi i casi si fa un uso esteso delle tecnologie sviluppate entro l'INFN nel campo dei

rivelatori al silicio. C'è complementarità nei due esperimenti perché AGILE dispone anche di un rivelatore di raggi X. AGILE è stato lanciato con successo nel 2007 ed ha iniziato la raccolta dati scientifica. Il 2008 sarà dedicato all'analisi dei dati ed ad altre campagne di osservazione. L'assemblaggio e l'integrazione di GLAST è terminato. Il lancio di GLAST è previsto a maggio del 2008.

LA RICERCA SULLE ONDE GRAVITAZIONALI

L'INFN ha oggi la maggiore copertura al mondo di rivelatori per possibili segnali di Onde Gravitazionali, avendo tre barre risonanti (AURIGA, EXPLORER, NAUTILUS) e l'interferometro VIRGO, completato nel 2003. In questo momento le barre hanno sensibilità e stabilità mai raggiunte prima da tali tipi di rivelatori e sono in grado di garantire una presa dati continua, a differenza degli interferometri. La continuità della presa dati è necessaria per poter osservare fenomeni molto rari come l'esplosione di *supernovae* galattiche. Nel 2007 le barre continueranno a prendere dati. Continueranno anche e attività di ricerca e sviluppo per la realizzazione di un rivelatore duale.

VIRGO, frutto di una collaborazione italo-francese, è un esperimento innovativo basato sulla rivelazione di spostamenti relativi di masse sospese distanti 3 km, dovuti al passaggio di onde gravitazionali ed osservati tramite sofisticate tecniche interferometriche di raggi laser. L'apparato dispone di due grandi tunnel ortogonali che ospitano i bracci di un interferometro di Michelson. Dopo anni di sviluppo, esso costituisce, con i suoi due simili di LIGO negli Stati Uniti, lo strumento più avanzato per la ricerca di onde su una banda di frequenza che spazia da qualche Hertz a migliaia di Hertz. Nonostante il successo delle prime campagne di presa dati, il raggiungimento della sensibilità di progetto di VIRGO a basse frequenze richiede comunque ancora un attento lavoro di messa a punto dell'apparato. Il 2008 sarà dedicato a questo scopo con intervalli dovuti a campagne di presa dati, coordinate con quelle degli altri rivelatori. Sarà anche iniziato un miglioramento di VIRGO, denominato VIRGO+, che entrerà in funzione nel 2009.

VIRGO è gestito da EGO, il consorzio costituito dall'INFN e dal CNRS francese. EGO si propone anche per una attività di promozione della ricerca collegata allo sviluppo di nuovi rivelatori e di coordinamento della gestione dei fondi europei per le ricerche in Onde Gravitazionali.

Nel 2008 infine continuerà l'attività di ricerca e sviluppo per LISA, un rivelatore interferometrico con tre satelliti nello spazio disposti su un triangolo equilatero con lato di 5 milioni di chilometri. LISA sarà sensibile particolarmente alle bassissime frequenze (10^{-4} – 10^{-1} Hz). L'attività attuale, in collaborazione con ASI, ESA e NASA è rivolta al lancio di un

satellite dimostratore delle tecnologie usate in LISA. Il lancio di questo satellite avverrà nel 2010.

RICERCHE IN FISICA GENERALE FONDAMENTALE

Alcune attività sono relative ad esperimenti di fisica generale fondamentale. L'esperimento MAGIA si propone una misura precisa della costante di gravitazione usando atomi singoli. La misura si basa sulle tecniche di raffreddamento atomico recentemente sviluppate. Durante il 2008 saranno fatte le misure finali di precisione di G. Un nuovo esperimento, MICRA, si propone la misura di G a distanze molto più piccole (qualche micron). Continuerà l'attività per migliorare la sensibilità dell'esperimento GGG che si propone una misura precisa dell'equivalenza della massa inerziale e di quella gravitazionale nello spazio. L'attività attuale si riferisce allo sviluppo di prototipi a terra. Inizierà, con finanziamenti ASI uno studio per la fattibilità di un esperimento spaziale.

LARES sarà un nuovo esperimento spaziale dedicato a misure di relatività generale (effetto Lense-Thirring). Il lanciatore e la costruzione del satellite saranno a cura dell'ASI. L'INFN si occuperà delle misure per la caratterizzazione degli specchi e del satellite.

Nel 2008 continuerà inoltre l'attività sugli esperimenti per lo studio del vuoto quantistico. In particolare PVLAS avendo capito l'origine del un segnale anomalo rivelato nel passato completerà la ricerca della produzione diretta di assioni.

Un altro esperimento per lo studio delle proprietà del vuoto è MIR, che si propone lo studio dell'effetto Casimir su specchi in moto. L'apparato è molto vicino al completamento dell'apparato e nel 2008 inizieranno le prime misure.

Progetto CNGS

Il progetto CNGS, in collaborazione tra l'INFN e il CERN, consiste nella costruzione di una sorgente di neutrini agli acceleratori del CERN. Il fascio prodotto è indirizzato in direzione del Gran Sasso e raggiunge il laboratorio attraversando la Terra per una distanza di 732 km. Il fascio è entrato in funzione nel corso del 2006 e dovrà funzionare almeno fino al 2012 per produrre un numero di neutrini sufficiente per il completamento dell'esperimento OPERA.

EGO, L'OSSERVATORIO GRAVITAZIONALE EUROPEO

Il consorzio EGO tra Francia (CNRS) ed Italia (INFN) ha come compito principale quello di assicurare il funzionamento dell'interferometro Virgo, dei suoi sottosistemi e del sito in cui Virgo è installato, con tutte le sue infrastrutture. In tale funzione EGO partecipa all'operatività e allo sviluppo di Virgo con i suoi esperti e tecnici, fornendo, tra l'altro, la

squadra di operatori che ne assicurano il funzionamento continuo sia durante le operazioni di messa a punto dell'interferometro, in fase ormai avanzata, e sia nei periodi di presa dati, giorno e notte e per tutta la settimana.

In prospettiva EGO punta a rappresentare un polo di sviluppo dell'astronomia gravitazionale in Europa.

Per questo è necessario aggregare nuovi gruppi e sviluppare un intenso programma di ricerca e sviluppo che consenta di passare dalla fase di osservazione dei primi eventi, alla fase di rivelazione di fenomeni cosmici tramite le onde gravitazionali. La sensibilità degli apparati dovrà essere migliorata e nuove tecniche dovranno essere sviluppate.

EGO ha così lanciato un programma di ricerca e sviluppo dando luogo a risultati che hanno largamente contribuito a mettere a punto Virgo+, che è un primo programma di miglioramenti dell'interferometro, per il quale si stanno approntando le modifiche da completare nel 2009. E' in corso una seconda fase del programma di ricerca e sviluppo per arrivare a definire e realizzare un progetto di miglioramenti di Virgo che permettano di aumentarne la sensibilità di un ordine di grandezza rispetto a quella del progetto iniziale e che va sotto il nome di Advanced Virgo.

Tutte queste attività saranno strettamente coordinate con quelle della collaborazione americana LIGO, che gestisce negli USA due laboratori dotati di interferometri di sensibilità paragonabile a quella di VIRGO. L'accordo sottoscritto da entrambe le collaborazioni prevede lo scambio dati, la firma congiunta dei lavori scientifici ed uno stretto coordinamento per la presa dati.

Settore (%)	a	b	c	d	e	f	TOT
Ricercatori FTE	19,3	12,3	25,8	17,0	17,9	7,6	688
Finanziamento 2008	24,8	22,8	21,2	17,3	11,7	4,1	16 M€

a) Esperimenti sui neutrini (principalmente al Gran Sasso); **b)** Processi rari al Gran Sasso; **c)** Studio della radiazione cosmica al suolo e sottomarina; **d)** Studio della radiazione cosmica nello spazio; **e)** Onde gravitazionali; **f)** Esperimenti di fisica generale

La descrizione dettagliata dei singoli esperimenti è disponibile al sito web:

http://www.infn.it/csn2/schede_2008/index.htm

2.3 FISICA NUCLEARE

Negli anni futuri il programma di ricerca nell'ambito della fisica Nucleare seguirà in generale una linea di sviluppo delineata in parte dall'attività presente. Questa linea di sviluppo

si incentra sugli orientamenti discussi dal comitato europeo NuPECC (Nuclear Physics European Collaboration Committee) così che la ricerca dell'ente in fisica nucleare risulta essere ben integrata a livello internazionale. La ricerca in questo settore ha come obiettivo quello di ricostruire e comprendere le diverse fasi dell'evoluzione della materia dopo il Big Bang. In particolare la sperimentazione si concentrerà sullo studio dei molteplici aspetti e sulle caratteristiche di questa evoluzione che va dalla formazione del plasma di quark e gluoni nei primi istanti di vita dell'Universo fino alla nucleosintesi degli elementi più complessi nelle stelle.

Importanti sviluppi scientifici e tecnici resteranno alla base della realizzazione dei programmi sperimentali sia nel medio che nel lungo termine. La sperimentazione sarà condotta in collaborazioni internazionali sia per quanto riguarda le attività svolte presso i maggiori laboratori esteri del settore quali il CERN in Svizzera, il GSI e il JLAB negli USA che per quelle presso i laboratori Nazionali di Legnaro, Frascati, Sud e Gran Sasso. In questi anni i nostri laboratori Nazionali si sono inseriti sempre di più nella rete delle infrastrutture europee di maggior prestigio anche grazie alle iniziative europee in cui l'INFN è fortemente coinvolta e che sostengono parzialmente gli accessi degli sperimentatori.

Per alcuni progetti tecnici-scientifici di grosso impegno si arriverà a concludere la fase di costruzione e per altri si concluderà la presa dati e l'attività. Nel 2007 si è completata l'installazione di diverse parti dell'apparato di responsabilità italiana del rivelatore ALICE e la presa dati comincerà nel 2008 utilizzando le collisioni protoni protoni. Seguiranno poi le misure dei prodotti di collisione con i fasci di ione Pb a 5.5TeV. La realizzazione dell'importante programma internazionale per lo studio del plasma di quarks e gluoni da parte della collaborazione ALICE costituisce un passo fondamentale per la comprensione del primo universo. Ai laboratori nazionali di Frascati il buon funzionamento dell'anello di accumulazione e del rivelatore FINUDA consentirà di preparare una proposta per una nuova serie di misure per studiare la spettroscopia degli ipernuclei. Questi studi consentiranno di dedurre informazioni dettagliate sull'interazione nucleone-iperone e sul ruolo della struttura nucleare in presenza di stranezza. L'esperimento SIDDARTHA inizierà la sua presa dati relativa alla popolazione di atomi kaonici e al loro decadimento elettromagnetico. Determinare con alta precisione le proprietà degli atomi kaonici consentirà una verifica stringente della teoria di QCD in regime non perturbativo. Ai LNS il completamento del commissioning dei fasci di ioni radioattivi EXCYT e del nuovo spettrometro MAGNEX continuerà ed estenderà l'importante tradizione italiana nello studio delle reazioni astrofisiche a bassa energia già stabilita dall'attività della collaborazione LUNA ai LNGS.

Per quanto riguarda il lungo termine sono previsti importanti investimenti, in scala sia nazionale che internazionale, su nuove infrastrutture per ricerca e sviluppi tecnici di punta in

fisica nucleare. In Germania è stato recentemente approvato un nuovo acceleratore per antiprotoni e ioni di media energia (facility FAIR) al quale già fanno riferimento diverse collaborazioni INFN quali AGATA per quanto riguarda gli ioni e PANDA per quanto riguarda gli antiprotoni. Presso i laboratori INFN di LNL è partito il progetto per la costruzione di un nuovo acceleratore ad alta intensità per produrre fasci di ioni radioattivi e per realizzare una sorgente di neutroni per sviluppi applicativi (SPES).

IL PLASMA DI QUARKS E GLUONI

L'esperimento ALICE resterà anche nel prossimo triennio 2008-2010 il principale obiettivo dell'Istituto nel settore nucleare avendo come traguardo quello di trovare sperimentalmente il segnale che caratterizza il nuovo stato di materia costituito dal plasma di quarks e gluoni. Per arrivare ad avere le densità di energie e temperature necessarie saranno utilizzate le collisioni tra ioni pesanti prodotte dall'acceleratore LHC del CERN.

La programmazione del CERN prevede la disponibilità di fasci di protoni per il 2008: il rivelatore dovrà pertanto essere pronto, per le prime misure delle interazioni protone-protone, entro il 2008.

L'attività nel 2008, dopo la partenza di LHC, sarà pertanto dedicata alla messa a punto dei vari rivelatori. Inoltre all'apparato sarà aggiunto un calorimetro elettromagnetico per la rivelazione dei jet di alta energia che permetteranno di selezionare eventi d'interesse per misurare la perdita di energia partonica e la sua dipendenza dai diversi sapori dei quarks.

Nel triennio 2008-2010 continuerà inoltre con un impegno sempre più crescente lo sviluppo del complesso sistema di calcolo basato su strumenti GRID. Le attività di software e simulazioni per l'esperimento ALICE coinvolgeranno sempre più pesantemente i centri di diverso livello. In particolare nel 2008 inizierà l'analisi di dati reali ma continueranno anche le analisi di dati simulati. Entro il 2008 sarà raggiunta una potenza globale di calcolo pari al 50% di quella finale.

La complessità e l'interesse dei temi scientifici affrontati comporteranno una raccolta e analisi di dati che, a partire dal 2008 si svilupperà su un arco di parecchi anni, presumibilmente per tutta la durata di funzionamento dell'acceleratore LHC.

LA STRUTTURA DEL NUCLEONE E DEGLI IPERNUCLEI

La sperimentazione presso le strutture di ricerca che forniscono fasci di elettroni e di fotoni porterà nel prossimo triennio a degli avanzamenti di rilievo nell'ambito della comprensione della struttura del nucleone e degli ipernuclei. In particolare si analizzeranno gli ultimi dati riguardanti il problema dell'origine dello spin del nucleone, si realizzeranno nuove misure per fornire dati precisi sull'esistenza di nuove risonanze e di barioni esotici e

per verificare le previsioni della cromodinamica quantistica a bassa energia e quindi in condizioni non perturbative.

L'esperimento HERMES a DESY ha completato nel 2007 la presa dati e si trova nel prossimo triennio ad analizzare molti dati di misure molto esclusive e di alta precisione per dedurre informazioni sulle funzioni di struttura dei nucleoni e sul momento angolare orbitale dei quarks.

Presso il laboratorio JLAB(USA), dove si trova una facility di elettroni accelerati a 6 GeV, la collaborazione AIACE continuerà a partecipare attivamente alle misure con lo spettrometro CLAS, misure volte allo studio della struttura del nucleone in condizioni non perturbative. Presso lo stesso laboratorio JLAB, la collaborazione LEDA proseguirà esperimenti su due argomenti, la violazione di parità e l'elettroproduzione di ipernuclei nella shell p. Nel prossimo triennio queste due collaborazioni saranno anche impegnate in un importante aggiornamento degli apparati sperimentali per prepararsi alla sperimentazione con i nuovi fasci di elettroni da 12GeV che il laboratorio fornirà dal 2012. A Mainz con l'acceleratore MAMI-C verrà completata una serie di misure per determinare le proprietà delle risonanze barioniche e per verificare la regola di somma GDH utilizzando fotoni polarizzati fino a 1.5GeV.

Presso i Laboratori Nazionali di Frascati sono state programmate nel prossimo triennio delle presa dati per l'esperimento SIDDHARTA che eseguirà misure di raggi X di atomi kaonici di idrogeno e di deuterio utilizzando un nuovo sistema di rivelazione di camere a deriva al silicio.

L'esperimento FINUDA sarà impegnato in un intenso lavoro di analisi dati e alla preparazione di una nuova campagna di misura. FINUDA sarà in grado di fornire dati più precisi relativamente la problema degli stati kaoni-nucleoni profondamente legati argomento che sarà poi affrontato anche dalla nascente nuova iniziativa AMADEUS.

Utilizzando parte dell'apparato dell'esperimento DEAR (precursore di SIDDHARTA), ora montato presso i LNGS, il gruppo VIP completerà una serie di misure volte a verificare con alta precisione la validità del principio di Pauli.

Sul più lungo periodo, la recente approvazione in Germania del progetto di una nuova infrastruttura al GSI per la fisica nucleare alle medie energie, aprirà certamente nuove interessanti prospettive di ricerca alla frontiera nel campo della fisica adronica, degli ipernuclei e dello spin. Nel triennio sarà completata l'attività di ricerca e sviluppo per la progettazione del rivelatore PANDA con l'obiettivo di iniziare la sua costruzione del rivelatore alla fine del triennio.

Inoltre la collaborazione PAX ha in programma una serie di misure con l'acceleratore COSY in Germania e con l'acceleratore di antiprotoni AD al CERN. Queste misure sono volte a mettere a punto la tecnica di polarizzazione dello spin filtering per poterla poi applicare ad antiprotoni in un anello di accumulazione da utilizzare per la misura diretta della funzione di struttura trasversità.

ASTROFISICA NUCLEARE

Per il prossimo triennio il programma di ricerca in astrofisica nucleare è impostato sulla realizzazione di nuove misure che forniranno insieme a quelle recentemente fatte un quadro più completo dei processi di nucleosintesi primordiale e stellari. Quest'attività richiede una serie di misure di sezione d'urto nucleari a energie nella scala delle migliaia d'elettronvolt nella regione del picco di Gamow. Tali misure sono molto difficili a causa delle piccole sezioni d'urto che producono un numero di conteggi minori di quello del fondo ambientale. Le misure saranno condotte come in passato presso il Laboratori del Gran Sasso e sfrutteranno sempre maggiormente le nuove possibilità offerte dai Laboratori del Sud con i fasci stabili e radioattivi di EXCYT. Per quanto riguarda la misura di reazioni indotte dai neutroni la collaborazione N-Tof sta preparando la proposta per nuove misure presso il CERN e altri laboratori.

Presso i Laboratori del Gran Sasso, l'apparato sperimentale LUNA, sfruttando l'unicità nel mondo di questo laboratorio che è quella di avere il flusso di raggi cosmici nettamente soppresso, realizzerà delle misure di sezioni d'urto di reazioni dei cicli CNO, Ne-Na, Mg-Al o che sono connesse alla nucleosintesi primordiale. Come programma a più lungo termine e seguendo le raccomandazioni del NuPECC, la collaborazione sta preparando un progetto per l'installazione nel Laboratorio un acceleratore elettrostatico di 2-3MeV per lo studio di processi di combustione del carbonio e dell'ossigeno.

Interessanti e nuove prospettive saranno aperte in questo settore presso i LNS con l'uso di fasci di ioni radioattivi dell'infrastruttura EXCYT. Tra le reazioni di interesse astrofisico che potranno essere misurate ci sono quelle indotte dal nucleo radioattivo ^8Li . La reazione indotte da particella alpha su questo nucleo rappresenta un collo di bottiglia per la comprensione della nucleosintesi primordiale non omogenea e quindi una sua misura precisa è importante a questo scopo. Sul più lungo termine EXCYT potrà costituire, opportunamente potenziata per ottenere maggiori intensità di ioni, una facility di punta per studi di astrofisica nucleare a livello Europeo.

NUCLEI IN CONDIZIONI ESTREME

Lo studio delle proprietà della struttura dei nuclei prodotti in condizioni estreme di isospin, massa, spin e temperatura, assieme alla comprensione dei nuovi meccanismi che

agiscono in queste circostanze è attualmente un argomento di punta nel settore di fisica nucleare. Internazionalmente diversi laboratori di basse energie con acceleratori di ioni pesanti stanno potenziando la loro ricerca in questo settore. Per comprendere in dettaglio i diversi gradi di libertà di un sistema a multi corpi come il nucleo atomico è necessario ricorrere all'uso di reazioni a energia attorno alla barriera colombiana fino all'energia di Fermi indotte da ioni sia stabili che radioattivi. Questi ultimi sono quelli che permetteranno di creare in laboratorio nuclei che sono stati prodotti nel cosmo con esplosioni stellari.

Il programma di ricerca per i nuclei in condizioni estremi è molto ricco in quanto il nucleo rappresenta un laboratorio ideale per studiare interessanti fenomeni fisici come il rafforzamento degli effetti di isospin, la transizione da un sistema superfluido a normale e la transizione della materia nucleare da una fase di tipo liquido a una di tipo gassoso. Il contributo INFN in questo settore è molto rilevante e consiste nella sperimentazione, fatta nell'ambito di collaborazioni internazionali, con fasci di ioni stabili nei Laboratori italiani di Legnaro e del Sud e con fasci di ioni radioattivi prodotti ai Laboratori GSI (Germania), Ganil (Francia) e LNS (EXCYT).

La collaborazione ISOSPIN presso i LNS sarà fortemente impegnata nel prossimo triennio nello studio dell'equazione di stato e del diagramma di fase della materia nucleare.

La stessa collaborazione ha cambiato recentemente nome in EXO_CHIM per evidenziare lo sforzo che farà nel triennio di concentrarsi su misure che utilizzano i fasci di EXCYT per studiare i meccanismi di reazione dei fasci radioattivi che risentono degli effetti di struttura e per studiare i decadimenti protonici dei nuclei ricchi di protoni. Utilizzando l'apparato MEDEA ai LNS la collaborazione LNS_STRAM realizzerà misure complementari per i decadimenti gamma e di neutroni. Coi nuovi fasci radioattivi di EXCYT a partire dal 2008 si intende anche intraprendere un nuovo programma di studio di stati eccitati e risonanze di nuclei esotici leggeri debolmente legati grazie all'utilizzo dello spettrometro MAGNEX. Lo studio di particolari nuclei leggeri ricchi di protoni sarà invece fatto utilizzando la frammentazione di ioni a energie intermedie presso i LNS e a più basse energie presso i LNL con la linea di fascio EXOTIC.

L'evoluzione dei processi che portano alla transizione di fase liquido vapore e i meccanismi di termalizzazione, di emissioni di pre-equilibrio e di multiframmentazione alle energie di soglia, (quest'ultimo interessanti in quanto risentono molto degli effetti dovuti alle fluttuazioni) saranno i temi principali degli esperimenti NUCL-EX condotti ai LNL con il rivelatore GARFIELD.

Misure di spettri complessi di emissione gamma fino ad alti spin e per nuclei lontano dalla valle di stabilità saranno realizzate a LNL nel prossimo triennio con l'apparato che

rappresenta la prima fase dell'apparato AGATA (dimostratore). AGATA sarà accoppiato allo spettrometro PRISMA e permetterà di fare la correzione Doppler e la ricostruzione dell'energia di foto picco entrambe molto precise al fine di aumentare la sensibilità sperimentale a transizioni molto deboli che sono d'interesse per la verifica dei diversi modelli teorici.

Nel triennio si completerà anche una parte del programma centrato attorno a una serie di misure con i fasci radioattivi al GSI con l'apparato RISING. Questo programma scientifico, tutto condotto all'interno dell'esperimento GAMMA permetterà di seguire l'evoluzione della proprietà di struttura dei nuclei al variare dell'isospin.

Su tempi lunghi le prospettive nel settore della fisica dei fasci radioattivi sono molto interessanti e attraenti. A GSI è stata approvata una infrastruttura del tipo in-flight, mentre in Francia al laboratorio GANIL si sta avviando la costruzione di SPIRA2, infrastruttura di tipo ISOL di seconda generazione. Il laboratorio di Legnaro si impegnerà nel progetto e nella costruzione della prima fase del nuovo acceleratore SPES e ha attivato una stretta collaborazione con GANIL a questo proposito che si svolge nell'ambito degli sviluppi di EURISOL.

Nel settore dei rivelatori nell'ambito della spettroscopia gamma la collaborazione internazionale AGATA, a forte partecipazione italiana, si concentrerà nel prossimo triennio e oltre nella costruzione del primo settore che coprirà una buona frazione di angolo solido e che sarà accoppiato a rivelatori ancillari che potenzieranno la selettività dell'apparato per misure relative a nuclei lontano dalla stabilità. Questo rivelatore europeo di nuova generazione è uno strumento essenziale per i programmi scientifici nelle nuove facilities di fasci radioattivi.

Progetto speciale SPES

Continueranno i test costruttivi del convertitore in carbonio e della sua movimentazione come parte del lavoro di collaborazione LNL-GANIL all'interno di EURISOL a dell'accordo del LEA e saranno portati avanti gli studi ingegneristici per la costruzione di target sottili di uranio. Nel triennio una parte del lavoro riguarderà la costruzione dei nuovi edifici e dello studio delle sicurezze incluso quelle legate alla radioprotezione.

Settore	a	b	c	d	e	TOT
Ricercatori	26,0%	35,0%	24,0%	10,0%	5,0%	532 FTE
Finanziamento 2008	26,4%	39,3%	20,8%	8,7%	4,8%	12,6 M€

a) Dinamica dei *quark* e degli adroni; **b)** Transizioni di fase nella materia nucleare; **c)** Struttura nucleare e dinamica delle reazioni; **d)** Astrofisica nucleare e ricerche interdisciplinari; **e)** Progetti Speciali (SPES)

La descrizione dettagliata degli esperimenti è disponibile al sito WEB:

<http://www.infn.it/csn3/esperimenti2008.html>

2.4 FISICA TEORICA

La attività di ricerca continuerà a essere coordinata principalmente nelle Iniziative specifiche (IS) raggruppate nei seguenti sei settori tematici.

TEORIA DI CAMPO E TEORIA DI CORDA.

Gli argomenti principali saranno: relazione tra teorie di corda e teorie di gauge (corrispondenza AdS/CFT), stabilizzazione dei flussi, attrattori e buchi neri, gravità quantistica, confinamento del colore; vuoto e fasi di QCD. I principali obiettivi in questo settore sono mirati alla costruzione di una teoria per la unificazione delle forze che dovrà portare al superamento del modello standard. Inoltre essa dovrà includere le interazioni gravitazionali e spiegare il confinamento del colore in QCD. Molte delle ricerche in questa linea sono ispirate alla ricerca della consistenza interna, eleganza e semplicità della formulazione teorica. Questo è forse il motivo per cui molti giovani sono attratti da queste ricerche.

Ricercatori in questo settore hanno già organizzato due programmi al GGI negli scorsi due anni e sono tra gli organizzatori del workshop “Non-Perturbative Methods in Strongly Coupled Gauge Theories” che si svolgerà nella primavera 2008. Ne hanno proposto un altro nel 2009.

Gli sviluppi in questo settore hanno vari risvolti di interesse fenomenologico. Essi hanno ispirato sostanzialmente tutte le nuove idee su come superare il modello standard e sulla fisica delle collisioni di ioni pesanti a LHC (vedi linea 2 e 3 e CSN1 e CSN2). Inoltre essi contribuiscono alle ricerche in cosmologia e evoluzione dell'universo (vedi linea 5 e CSN2).

FENOMENOLOGIA DELLE PARTICELLE.

L'obiettivo principale su cui ci concentrerà l'attività sarà la fisica oltre il Modello Standard (ATLAS e CMS). Un importante strumento è dato dai codici di Monte Carlo. Per questo sarà necessario migliorare la affidabilità dal punto di vista teorico (QCD, risommazioni, calcoli a ordini elevati). Questo costituisce un utile strumento per la analisi dei dati ma anche per approfondire la modellizzazione teorica di eventi per processi oltre il modello standard. Per questo nella CSN4 continuerà la attività del MCWS, la serie di workshop su “Sviluppo e uso di codici di Monte Carlo per LHC e nuova fisica”. Un obiettivo su cui si focalizza questa serie di workshop è la formazione di giovani teorici e sperimentali per usare tutti gli strumenti fenomenologici disponibili e per parlare un linguaggio comune.

Il previsto progetto CNGS di neutrini tra CERN e Gran Sasso costituirà un importante argomento di studio comune con il settore di Astroparticelle e Cosmologia (vedi questo ultimo settore).

Continueranno gli studi sulla fisica del sapore (BABAR, BELLE, DAPHNE, TEVATRON e LHCb). Questi studi si potranno ulteriormente sviluppare se vi sarà la SuperB Factory. Essi vengono fatti anche con metodi numerici (lattice QCD), prevalentemente con apeNEXT. La potenza di tali macchine permette calcoli con fermioni dinamici per ottenere così risultati più attendibili. Si può prevedere che tale potenza di calcolo rimarrà competitiva ancora solo per due-tre anni.

Ricercatori in questa linea hanno partecipato alla organizzazione di tre programmi al GGI nel 2006 e 2007 e a varie scuole per dottorandi.

FISICA NUCLEARE E ADRONICA

La CSN4 potenzierà ancora di più la ricerca sulla fisica di LHC-ALICE coordinata da RM31. I temi principali sono: distribuzioni partoniche in regime di saturazione, jet quenching, produzione di stranezza, quark pesanti e quarkonio, modelli idrodinamici e di trasporto, QCD a temperatura e densità finita con simulazioni. Un recente sviluppo qui è dato da modellizzazioni ispirate alla corrispondenza AdS/CFT introdotta nelle teorie di stringa. Ricercatori in questo settore hanno partecipato alla organizzazione di un programma al GGI nel 2007 in collaborazione con la CSN3.

Gli studi nel settore della struttura e reazioni di nuclei leggeri (calcoli ab initio) o esotici (metodi a molti corpi o semiclassici) sono basati su dati ottenuti con fasci radioattivi. I ricercatori di questa linea forniscono un solido supporto teorico per future attività sperimentali presso il Laboratorio Nazionale del Sud (EXCYT e MAGNEX) e il Laboratorio Nazionale di Legnaro (progetto SPES) e, a livello europeo, la European Radioactive Beam Facility (EURISOL).

Nella fisica adronica sono attive le due nuove IS (AD31 e TO31) in cui si studia la struttura degli adroni attraverso la dinamica dei partoni in regime confinato. In particolare: polarizzazione (correlazioni spin-orbita), regola di somma di spin, fattori di forma elettromagnetici, distribuzioni di partoni (generalizzate e in kt), funzioni di struttura con spin. Si studierà anche la spettroscopia di stati esotici a molti quark e sistemi a pochi corpi. Continueranno i contatti con gli sperimentali di HERMES, COMPASS, PANDA, RHIC, JPARC, MAMI, JLAB, KEK e Sendai per l'analisi fenomenologica di asimmetrie azimutali e per attività di supporto.

METODI MATEMATICI

Alcuni temi sono comuni al settore Campi e Stringhe; sono: relatività generale, gruppi quantici e geometrie non commutative (derivate da teorie di stringa), modelli integrabili, equazioni di evoluzione nonlineari. Uno sviluppo importante riguarda lo studio di proprietà matematiche della Meccanica Quantistica per chiarire aspetti generali e per applicazioni quali la informatica quantistica.

ASTROPARTICELLE E COSMOLOGIA

Argomenti di indagine sono la connessione tra la fisica delle alte energie, l'astrofisica e la cosmologia.

Importante sarà lo studio delle segnature dei candidati di materia oscura (in connessione con esperimenti futuri PAMELA, AGILE e GLAST) e le sorgenti astrofisiche di radiazione come Ultra high energy cosmic rays e Gamma ray bursts.

La partenza del progetto CNGS con un fascio di neutrini dal CERN al GRAN SASSO (LVD e OPERA) farà crescere ulteriormente l'interesse nello studio della fisica dei neutrini. Di particolare interesse sono questioni come la massa e gli angoli di mescolamento tra famiglie di neutrini, neutrini di Majorana oltre il modello standard, stabilità della materia.

Una linea di sviluppo importante è lo studio di processi fisici legati alla emissione di onde gravitazionali. In questo settore è necessario usare calcolo numerico intenso (dinamica e evoluzione dei dischi di accrescimento, collassi gravitazionali, oscillazioni e instabilità di stelle di neutroni, campo magnetico e oscillazioni stellari).

Partecipanti a questa IS hanno proposto un nuovo programma al GGI a partire dal 2009.

FISICA STATISTICA E TEORIA DEI CAMPI APPLICATA.

Sistemi statistici vengono studiati per ottenere indicazioni su strutture generali in teorie quantistiche di campo. Tra questi: sistemi a bassa dimensionalità, sistemi fuori dall'equilibrio, sistemi complessi. Metodi della fisica teorica vengono usati per lo studio quantitativo in settori interdisciplinari quali: i fenomeni turbolenti in regime non perturbativo, la biologia quantitativa, radiazione di sincrotrone. Questi argomenti applicativi vengono sviluppati anche insieme a gruppi di biologi, medici, chimici, fisici della materia. In questo settore è spesso necessario calcolo numerico intenso su apeNEXT.

Le ricerche in biologia quantitativa (TO61) avvengono in collaborazione con gruppi di medici, chimici e biologi. Questi gruppi contribuiscono largamente a finanziare questa ricerca. Si soddisfa così una richiesta della CSN4 al momento della formazione di TO61, ovvero che i partecipanti dovessero collaborare con ricercatori di campi medico-biologici e

che dovessero trovare addizionali risorse finanziarie e di posti in queste aree scientifiche. Questa IS ha anche programmi di collaborazione con gruppi della CSN5. Simile indirizzo sta prendendo la IS TV62 sulla turbolenza i cui partecipanti collaborano con gruppi di ingegneri.

Partecipanti a questa IS sono tra gli organizzatori del programma al GGI su Low-dimensional Quantum Field Theories and Applications che si terrà per oltre due mesi nell'autunno del 2008.

ULTERIORI SVILUPPI (2008-2012)

a) Galileo Galilei Institute for Theoretical physics.

Il GGI, fondato con la "Inaugural Conference" alla fine del 2005 ed ha organizzato sinora sette workshop.

I programmi per il 2009 saranno presto scelti dai due comitati. Sarà un anno importante per la analisi dei dati di LHC, pertanto potrebbe essere utile tenere, come nel 2007, tre programmi invece dei due previsti. L'interesse internazionale per questi workshop è evidenziato dal grande numero di richieste di partecipazione (ben oltre la disponibilità).

La CSN4 continuerà a fornire la possibilità ai dottorandi di visitare il GGI per collaborare e discutere con i partecipanti e seguire lezioni introduttive. Questa iniziativa ha già trovato molto interesse tra gli organizzatori e i partecipanti dei precedenti WS che hanno preparato serie di lezioni generali.

Come già avvenuto la Scuola di Parma per dottorandi teorici contribuirà alla preparazioni di giovani su argomenti legati ai futuri WS del GGI.

b) Premio Sergio Fubini

Il Premio (istituito nel 2005 dalla CSN4 e nel 2007 dall'INFN) continuerà nel suo ruolo di segnalare le migliori tesi di dottorato. Il Premio quindi serve per valorizzare i migliori studenti, le migliori scuole e i temi di ricerca rilevanti. Ma soprattutto, segnalando i migliori, contribuisce a seguire la loro carriera che si svolge, soprattutto inizialmente, all'estero (la grande maggioranza dei vincitori è attualmente impegnato in prestigiose università straniere).

c) Iniziative specifiche e valutazione

Tutte le IS proposte per il 2008 sono state soggette alla valutazione triennale da parte di referee internazionali. Il risultato ha effetto sui finanziamenti alle IS. I referee hanno anche segnalato i lavori più rilevanti. Questo metodo di valutazione, anche se come naturale, non è perfetto, permette anche di razionalizzare e correggere la struttura delle IS e scoraggia le piccole IS mono-sede perché non facilita la circolazione dei dottorandi e dei giovani ricercatori e non fornisce un quadro ampio delle ricerche nel settore.

d) Sviluppo e uso di codici di Montecarlo per LHC

Un ruolo importante nella analisi degli eventi a LHC e nella interpretazione di eventuali segnali di nuova fisica sarà giocato dai codici Monte Carlo sempre più accurati, basati sulla fisica del Modello standard e di modelli di nuova fisica.

Per assicurare negli anni cruciali per la analisi dei dati di LHC una solida capacità teorico-sperimentale, continuerà la serie di workshop MCWS su “Sviluppo e uso di codici di Monte Carlo per LHC e nuova fisica”. Lo scopo del workshop è di riunire fisici teorici (esperti in Monte Carlo per collisioni adroniche, in fisica oltre il modello standard e in teorie di corda) e fisici sperimentali (di ATLAS e CMS e anche di LHCb e Alice per le aree di comune interesse). In questo modo si contribuisce a promuovere nelle rispettive comunità una maggiore comprensione delle problematiche relative alla fisica di LHC e a favorire una maggiore coesione tra le comunità suddette. Un obiettivo di questa serie di workshop è la formazione di giovani teorici e sperimentali per usare tutti gli strumenti fenomenologici disponibili e per parlare un linguaggio comune.

Il workshop si articolerà nei settori: a) shower Monte Carlo di QCD; b) elementi di matrice e loro interfacciamento; c) processi oltre il modello standard; d) simulazioni dei detector.

e) Mezzi di calcolo di alte prestazioni

La necessità di avere strumenti di calcolo di alta prestazione continuerà ad essere pressante nei prossimi anni. Questo perché per fare stime realistiche dei parametri della fisica del sapore in QCD sul reticolo è necessario a) usare quark dinamici; b) esplorare il limite di massa piccola dei quark (LHC); c) calcolare con grande accuratezza gli elementi di matrice elettrodeboli (BABAR, BELLE, DAPHNE, TEVATRON e LHCb oltre a una eventuale SuperB-Factory) e studiare lo stato della materia adronica a temperatura (ALICE) e densità finita (stelle ultradense). Gli strumenti principali per il calcolo intensivo sono:

i) Mezzi di calcolo dedicato

Si stima che entro due/tre anni la attuale installazione di macchine apeNEXT con una potenza di picco teorica di circa 10TFlops non sarà più competitiva su scala internazionale. Il prossimo passo nel campo del calcolo parallelo di grandi prestazioni dovrebbe raggiungere la scala del Petaflops.

Sarà necessario decidere se continuare il progetto APE e in che forma, con quali collaborazioni internazionali e con quali comunità scientifiche e industriali. Potrebbe essere necessario anche studiare un nuovo progetto con partner aggiuntivi. Su tutti questi punti ricercatori della CSN4 hanno accumulato grande esperienza per poter fare le scelte opportune.

Hanno collaborato con fisici di molti paesi europei (in particolare ORSAY e DESY). Hanno sperimentato la collaborazione con il mondo industriale (in particolare Eurotech). Hanno avviato attività in ambiti oltre la fisica delle particelle e nucleare come la biologia quantitativa (in particolare biologi, medici, chimici) e la turbolenza (con ingegneri).

ii) Cluster di PC

In diverse sezioni sono installati cluster di PC di piccole dimensioni. La potenza di calcolo limitata condiziona fortemente le possibilità di ottenere risultati significativi. Inoltre, la gestione di questi cluster impegna per una consistente percentuale di tempo alcuni ricercatori teorici. Per ovviare a questa limitazione la CSN4 ha deciso, da alcuni anni, di non finanziare nuovi piccoli cluster di singole sezioni ma di cercare di costruire uno o più grossi cluster a disposizione di tutti i ricercatori. La scarsità di fondi avvenuta ha fatto sì che la sola iniziativa presa è stata estremamente limitata (24 unità bi-processore, 3.2GHz, Network di interconnessione InfiniBand). Negli anni futuri sarà essenziale reperire finanziamenti per la costituzione di pochi cluster ma molto potenti che possano essere a disposizione per le ricerche di tutti i gruppi.

f) Scuole e workshop

La attività di scuole e congressi sarà, come al solito, molto intensa. Molte iniziative si ripetono nei prossimi anni. Tra quelle previste per il 2008 vi saranno:

- Scuola di Fisica Nucleare "Raimondo Anni" (Lecce)
- Parma International School of Theoretical Physics (Parma)
- Frascati Spring School "Bruno Touschek" (LNF)
- Problemi attuali di Fisica Teorica (Vieti)
- Convegno di fisica teorica (Cortona)
- Physics of LHC: theoretical tools and experimental challenges (Lecce)
- Workshop on Statistical Mechanics and Field Theory (Bari)
- Incontri di fisica delle alte energie (IFAE)
- Workshop sui Monte Carlo, la Fisica e le Simulazioni a LHC
- Third Graduate School in Physics at Colliders (Torino)
- ICTP (si prevede il solito finanziamento per 400 giornate/uomo)

Oltre a questa attività di formazione continuerà la possibilità per dottorandi di brevi visite al GGI per discutere con i partecipanti e partecipare ai seminari generali e lezioni.

g) Formazione dei giovani ricercatori

L'INFN, nei suoi oltre cinquant'anni di vita, ha fornito un contributo di grande importanza storica allo sviluppo culturale della scuola italiana di fisica, all'inizio rendendo possibile e successivamente facilitando e supportando la formazione di centri di ricerca di alto livello presso una trentina di Università distribuite sul territorio nazionale. L'importanza di questa particolare distribuzione è stata evidenziata in molte occasioni nel passato da parte della Presidenza dell'Ente che ha lasciato notevole libertà di programmazione alle sedi periferiche, evidentemente, con ottimi risultati.

Il ruolo dell'INFN nello sviluppo culturale della scuola di fisica italiana ora corre un pericolo. Negli ultimi 5 anni oltre 40 giovani teorici educati in ambito INFN hanno trovato posto permanente presso importanti istituzioni straniere. Nello stesso ultimo periodo il numero dei giovani teorici che hanno trovato posto presso le Università o Sezioni è prossimo alla ventina, non raggiungendo l'unità per sede.

Settore	a	b	c	d	e	f	TOT
Ricercatori FTE	30,7%	16,2%	12,75%	13,9%	11,25%	15,2%	977 FTE
Finanziamento 2008	29,5%	18,2%	12,7%	16,6%	10,4%	12,6%	3.0 M€

a) Teoria dei campi, **b)** Fenomenologia, **c)** Astroparticelle, **d)** Fisica dei nuclei, **e)** Metodi e fondamenti, **f)** Fisica statistica e teoria di campo applicata

La descrizione dettagliata degli esperimenti è disponibile al sito WEB:

<http://www.infn.it/csn4/summaries/2008-it.html>

2.5 RICERCHE TECNOLOGICHE E INTERDISCIPLINARI

Nel periodo fino al 2010 l'INFN promuoverà ricerche tecnologiche di dispositivi, materiali, tecniche e processi nuovi dedicati agli sviluppi della sua attività sperimentale. Le nuove frontiere della ricerca sui rivelatori ed elettronica associata riguarderanno l'evolvere delle strategie e dei grandi progetti sperimentali che impegnano l'INFN, per realizzare strumenti capaci di raggiungere nuove frontiere in termini di precisione, consumi di potenza, sensibilità ed efficienza. Si consolideranno le attività di ricerca e sviluppo per i futuri acceleratori: flavours factory, linear collider, radioactive beams facilities, X-FEL. Si svilupperanno le tecniche di quality assurance, space qualification, sviluppi di elettronica di bassa potenza resistente alle radiazioni e di sensori adatti allo spazio extraterrestre. La diffusione delle applicazioni interdisciplinari delle tecniche sviluppate dall'INFN si confermerà durante questo periodo con sviluppi nel campo dell'imaging medico e

diagnostico, dell'adroterapia, della dosimetria ed evoluzione cellulare, della modellistica neurologica, dell'analisi di reperti di interesse artistico, archeologico e storico e delle indagini ambientali.

RIVELATORI

In questo specifico ambito, nel periodo 2008-2010, il lavoro si svilupperà privilegiando le tecnologie, sui sistemi di rivelazione ed elettronica associata, di interesse per i futuri acceleratori, monitorando in particolar modo le loro possibilità di sviluppo nel futuro.

La realizzazione di strutture di rivelazione tridimensionali promette miglioramenti sia nella Fisica delle Alte Energie, estrema resistenza alla radiazione e riduzione dei tempi di risposta ($<ns$), che nelle applicazioni interdisciplinari con luce di sincrotrone, con la possibilità di sensori privi di zona morta ai bordi ed immagini in tempo reale di processi biologici.

Nella prospettiva di futuri esperimenti ad alta luminosità alle nuove macchine, si svilupperanno rivelatori di silicio sottili nella prospettiva di realizzare dei microvertici innovativi in termini di meccanica, cooling e capacità di trigger di primo livello.

ACCELERATORI

In questo specifico ambito, nel periodo 2008-2010, si svilupperanno ulteriormente, le iniziative di R&D connesse all'incremento della luminosità, allo sviluppo di tecniche per massimizzare l'emittanza dei fasci, migliorare l'accettanza delle strutture acceleranti e realizzare le tecniche di accelerazione a plasmi.

Si può ipotizzare uno sviluppo di iniziative legate alla "luce": IR, visibile, UV e raggi X. Utilizzando la radiazione infrarossa di SINBAD (LNF) è ipotizzabile la realizzazione di un magnetometro ultrasensibile per misure magneto-ottiche su materiali superconduttori e per l'analisi di materiali del mantello terrestre. Al contempo possiamo prevedere la realizzazione di un sistema per microscopia dinamica in vivo di popolazioni cellulare, mentre gli studi sulla produzione di fasci di raggi X monocromatici (ottenibili per scattering da pacchetti di elettroni e luce laser), da una parte promettono un innovativo imaging biomedico in vivo, mentre dall'altra fanno nascere studi teorici sulla possibilità di emissione di raggi X coerenti, mediante processo FEL, sia in regime quantistico, che classico.

Si realizzeranno, nell'ambito della adroterapia (CATANA, CNAO, Centro di Adroterapia della Regione Sicilia, ect..), gli sviluppi di sorgenti, magneti convenzionali e di scansione, sistemi di controllo e monitoraggio dei fasci.

APPLICAZIONI INTERDISCIPLINARI

Continuerà nel futuro l'attività interdisciplinare, partendo dall'esistenza di un ricco filone di strumenti di rivelazione, di accelerazione e di calcolo che sono avviati dalla ricerca di base all'applicazione con una particolare attenzione per il trasferimento delle informazioni verso il mondo medico-biologico e quello della conservazione dei beni culturali ed ambientali ed industriale. Sempre più attuali diverranno le tematiche della collaborazione con l'industria.

Nel campo dell'adroterapia, oltre alle già citate attività negli acceleratori, cresceranno gli studi di modellistica e radiobiologia, con ricadute sull'attività umana nello spazio. In particolar modo si prevedono sviluppi per la tomografia con protoni che promette un miglioramento di un ordine di grandezza nel posizionamento del paziente e per la PET in linea per una dosimetria online durante il trattamento adroterapico. Nel campo dell'adroterapia con ioni gli studi di modellistica radiobiologica, le misure di sezioni d'urto di frammentazione e le simulazioni connesse porteranno alla formulazione di piani di trattamento mirati. E' presumibile ipotizzare il concretizzarsi di iniziative riguardanti la BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) in conseguenza, sia della costruzione di macchine dedicate, che per la realizzazione di sorgenti di neutroni non tradizionali.

Nel periodo 2008-2010 vi sarà uno sviluppo di iniziative legate alla "luce": IR, visibile, UV e raggi X. Sono ipotizzabili applicazioni alla biomedicina ed all'analisi di materiali, spaziando dalla microscopia infrarossa per studi in vivo su linfociti, cellule ematiche, virus e biomasse, fino all'analisi di materiali in condizioni estreme (pressioni fino a 20 Gpa e temperature fino a 2°K). Studi sulla realizzazione di ottiche per UV di interesse astrofisico e litografico. Nello stesso periodo è ipotizzabile la realizzazione di una sorgente di raggi X monocromatici, utilizzabile in ambiente ospedaliero, partendo dai fotoni ottenibili per scattering da pacchetti di elettroni e luce laser. Tale sorgente permetterà imaging biomedico in vivo, utilizzando tutte le tecniche sviluppate con la radiazione di sincrotrone. In generale crescerà l'interesse per gli effetti biologici delle basse dosi e del basso rate della radiazione ionizzante sull'attività di cellule staminali, cellule differenziate e micro-organismi.

Le realizzazioni di strumenti di simulazione (con o senza elettronica dedicata) permetteranno lo sviluppo di studi sui farmaci virtuali, sulla possibilità di realizzare una popolazione cellulare virtuale come modello per gli studi cellulari sulle neoplasie ed infine sulla modellizzazione dell'attività nervosa.

Settori	<i>Rivelatori</i>	<i>Acceleratori</i>	<i>Interdisciplinare</i>
FTE	199	91	320
Finanziamento anno 2008 (k€)	1634,0	733,5	1571,0

La descrizione dettagliata degli esperimenti è disponibile al sito WEB:

<http://www.infn.it/csn5/pagine/activities.php>

2.6 ATTIVITA' DEI LABORATORI E DELLE INFRASTRUTTURE

LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI

Le principali attività interne previste per il 2008 riguardano l'utilizzo della macchina acceleratore DAΦNE, per la presa dati col rivelatore SIDDHARTA, volta allo studio della spettroscopia degli atomi kaonici.

SIDDHARTA dovrebbe entrare in presa dati a fine anno 2007, insieme con il completamento della modifica dell'acceleratore per la prova di nuovi schemi di interazione dei fasci. L'obiettivo del 2008 è di fornire 1fb^{-1} all'esperimento SIDDHARTA e lo studio delle nuove ottiche di fascio. Ci si aspetta di concludere questo programma di ricerca entro l'estate del 2008. L'obiettivo principale è costituito dal test del nuovo schema di funzionamento della macchina, basato sul concetto di "crabbed waist". Nel caso di un risultato positivo (aumento della luminosità a DAFNE di un fattore 2-3), si intensificheranno gli sforzi di progetto di una SuperB-factory, che già vedono all'opera una vasta collaborazione internazionale e si prevede che l'esperimento KLOE possa iniziare una nuova campagna di presa dati ed essere quindi installato di nuovo su DAFNE nell'autunno del 2008. Oltre a questo proseguirà la attività di analisi dei dati dell'esperimento KLOE sui dati già presi.

Come visto in precedenza, oltre alla sperimentazione su DAΦNE, l'attività di ricerca interna si sviluppa in fisica teorica, nella fisica delle onde gravitazionali (antenna NAUTILUS del gruppo ROG) e nelle tecniche di accelerazione per elettroni. Si prevede, nel 2007, di completare il montaggio dell'acceleratore lineare SPARC, per portare gli elettroni all'energia di 150MeV, di montare l'ondulatore, in collaborazione con l'ENEA. La sperimentazione con il FEL-SPARC per la produzione di luce laser con elettroni liberi (FEL) dovrebbe cominciare nel 2008. Nel corso del 2008 si prevede di provare l'emissione indotta di luce laser (seeding) e di produrre raggi x con scattering Thompson inverso con luce laser esterna.

Nel 2008 si prevede anche di mettere in funzione il laser di alta potenza FLAME per lo studio dell'accelerazione di pacchetti di elettroni in onde di plasma, generate dal laser in targhette gassose. La costruzione del laboratorio FLAME è iniziata nel 2007 e sarà completata nei primi mesi del 2008. La sperimentazione nel laboratorio FLAME (Frascati Laser for Acceleration and Multidisciplinary Experiment) continuerà negli anni successivi.

Nel 2008-9 dovranno inoltre entrare in presa dati gli esperimenti all'LHC e questa fase proseguirà per gli anni a venire. Per queste attività si devono costruire le infrastrutture di calcolo per l'analisi dei dati.

Continua infine l'attività di ricerca in fisica teorica, dalla fenomenologia all'astrofisica, alla fisica matematica.

L'insieme di queste linee di ricerca è oggetto di analoghe relazioni delle Commissioni Nazionali I, II, III, IV, V.

Le principali attività dei prossimi anni sono quindi le seguenti:

- Il completamento della sperimentazione già approvata a DAFNE;
- lo studio di un miglioramento di DAFNE in luminosità ed energia;
- il disegno e la costruzione di possibili miglioramenti dell'apparato KLOE per la realizzazione dei progetti di ricerca della seconda generazione a DAFNE;
- la continuazione dell'attività di Ricerca e Sviluppo nel campo delle macchine acceleratrici, e delle cavità a radiofrequenza;
- la fine della costruzione e messa in operazione di SPARC;
- la costruzione del laboratorio FLAME;
- la messa a punto del progetto definitivo e l'inizio della costruzione di una macchina compatta, per la quale è in corso un finanziamento su fondi FIRB del MIUR, con cui produrre fasci intensi di luce coerente nel campo dell'estremo ultravioletto e dei raggi X soffici, progetto SPARX;
- la continuazione della costruzione, e quindi l'inizio delle operazioni, della macchina del Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (CNAO) entro il 2007-2008;
- la continuazione del progetto CTF3 al CERN, finalizzato allo sviluppo di una sorgente RF basata sul concetto di "Two Beams Accelerator (CLIC)". Nel 2007 si prevede il completamento delle costruzioni di responsabilità dei LNF, la sperimentazione continuerà negli anni successivi;
- la partecipazione alle fasi di progettazione, di ricerca e sviluppo per l'International Linear Collider, con particolari responsabilità sul progetto dei Damping Rings e sui kickers veloci e studi su possibili Super-B factory;
- il proseguimento delle attività di ricerca già intraprese presso laboratori nazionali e internazionali e l'attenzione a nuove iniziative;
- lo svolgimento del programma europeo I3HP (Hadron Physics), CARE, EUROTEV ed EUROFEL del VI programma quadro;
- il potenziamento delle infrastrutture esistenti per migliorare le condizioni di lavoro dei ricercatori italiani e stranieri ospiti dei laboratori e per poter ospitare scuole,

seminari, giornate di studio e simili al fine di migliorare l'offerta di formazione sia interna che esterna;

- la continuazione dei corsi di Master, assieme alle università di Roma "La Sapienza" e Roma "Tor Vergata".

La descrizione dettagliata dell'attività dei laboratori è disponibile al sito WEB:

<http://www.lnf.infn.it>

LABORATORI NAZIONALI DI LEGNARO

Nel corso del 2008 dovrebbe essere installato a Legnaro il dimostratore di AGATA il nuovo rivelatore gamma ad alta risoluzione. Buona parte dell'anno sarà dedicata alla messa a punto dello strumento, che comincerà presumibilmente a fornire i primi dati di fisica per la fine dell'anno. AGATA successivamente rimarrà nel laboratorio ancora per un anno, per svolgere, associata allo spettrometro a larga accettazione PRISMA, un intenso programma di fisica.

Parallelamente all'installazione di AGATA è prevista un'attività di potenziamento dell'acceleratore lineare ALPI con nuove cavità basso beta e maggiore potenza accelerante. Nel corso del 2008 verrà installata anche la nuova sorgente ECR dell'iniettore PIAVE in modo da disporre di fasci più intensi per la sperimentazione. Particolare attenzione sarà posta nella manutenzione delle macchine acceleratrici (budget permettendo) in modo da assicurare un ottimo funzionamento di tutto il complesso degli acceleratori per il periodo di presenza di AGATA nei laboratori.

Come conseguenza dei lavori precedentemente descritti i programmi di sperimentazione fisica nei laboratori si svolgeranno per parte del tempo con una ridotta disponibilità di tempo macchina e di strumentazione, anche se la disponibilità di apparati rimane comunque molto varia e la strumentazione di primordine.

Il dopo AGATA per i laboratori significa uno sforzo per la realizzazione del complesso strumentale atto a produrre fasci radioattivi (RIB). I laboratori sono molto impegnati nello studio e sperimentazione dei bersagli, sia massivi che lamellari, per la produzione dei RIB; continueranno a farlo anche nell'ambito di una collaborazione con gli altri laboratori europei interessati al loro utilizzo.

Nel corso del 2008 si dovrebbe avere un notevole progresso nella realizzazione del RFQ del progetto SPES. La sorgente TRIPS, già disponibile, fornisce un fascio molto intenso di protoni di grande affidabilità e qualità in termini di emittanza trasversale. Nel 2008 si darà

avvio alla progettazione di dettaglio degli edifici che ospiteranno tutto il complesso degli apparati del progetto SPES, per poi passare alla fase costruttiva alla fine del 2009.

Per le attività interdisciplinari si assicurerà il funzionamento delle macchine cosiddette piccole: il CN e l'AN2000, per l'ottima attività che vi viene svolta da una comunità sperimentale proveniente anche da altre istituzioni di Ricerca ed Università. La strumentazione che si è sviluppata intorno a queste macchine è infatti di primordine, in particolare per la presenza in entrambe le macchine di linee di microfascio, competitivi a livello internazionale.

Il laboratorio di superconduttività giocherà un ruolo fondamentale nella ricerca delle migliori tecniche di pulizia per le varie parti dell'esperimento CUORE, nello sviluppo di cavità a radiofrequenza superconduttive e in svariate attività di trasferimento tecnologico. Continuerà l'attività di formazione e di gestione assieme all'Università di Padova del MASTER per il Trattamento delle Superfici per l'Industria.

L'antenna gravitazionale AURIGA continuerà la presa dati almeno fino a quando gli interferometri VIRGO e LIGO non avranno raggiunto sensibilità superiori ed un tempo di presa dati considerevole. L'attività di ricerca e sviluppo dei nuovi rivelatori criogenici continua ad essere perseguita con risultati lusinghieri.

L'esperimento PVLAS riprenderà l'attività di presa dati dopo le importanti modifiche effettuate e per svolgere i programmati test di rigenerazione del segnale.

In vista dell'entrata in funzione dell'acceleratore LHC al CERN sarà potenziata l'attività di sviluppo del centro di calcolo TIER2 presente nei laboratori.

Progetto ITER. L'Istituto è impegnato nel progetto ITER attraverso il Consorzio RFX che ha la responsabilità della realizzazione di una "Test facility" dedicata alla costruzione e ottimizzazione del Neutral Beam Injector (NBI). In particolare, i LNL sono impegnati con le proprie competenze nella definizione di alcune importanti parti critiche di NBI quali la dinamica del fascio, la realizzazione del sistema di raffreddamento basato su cryopanel e lo sviluppo delle alte tensioni in vuoto.

Progetto IFMIF-EVEDA. Il progetto IFMIF dedicato alla realizzazione di un grande laboratorio per l'analisi dei materiali irradiati, passo fondamentale per la realizzazione del progetto ITER, prevede la costruzione di un acceleratore di deutoni con intensità mai raggiunta in precedenza. Una parte importante del progetto EVEDA riguarda l'acceleratore, un LINAC, da realizzare in Europa e da installare in Giappone. L'Italia, attraverso l'INFN con i suoi Laboratori Nazionali di Legnaro e il contributo della Sezione di Padova, si è impegnata a progettare, costruire, e infine installare e mettere in funzione in Giappone una

cavità RFQ che trasporta il fascio di alta intensità da un'energia di 100keV fino a 5MeV. Questo tipo di cavità rappresenta uno sviluppo tecnologico alla frontiera della fisica degli acceleratori, alla portata di pochissimi laboratori al mondo, e sarà realizzata da un'industria Italiana in stretta collaborazione con i fisici e gli ingegneri dell'INFN.

Alla fine di EVEDA, per la realizzazione di IFMIF, si richiederà la costruzione di un secondo RFQ uguale al primo. L'industria italiana e l'INFN si troveranno pertanto ad essere i naturali candidati per la prosecuzione dell'impresa.

La descrizione dettagliata dell'attività dei laboratori è disponibile al sito WEB:

<http://www.lnl.infn.it>

LABORATORI NAZIONALI DEL SUD

Nel prossimo triennio l'attività sperimentale con i fasci stabili e instabili riprenderà con rinnovata efficienza, grazie ai vantaggi derivanti dalla manutenzione straordinaria di entrambi gli acceleratori. Oltre alla produzione di fasci per gli esperimenti, saranno effettuate alcune attività di sviluppo relative agli acceleratori.

Al CS, in particolare, continueranno le attività di upgrading mirate all'ottenimento di fasci dotati di elevata intensità, con l'obiettivo minimale di estrarre un fascio di potenza pari a 500 watt da inviare sul target di EXCYT. Studi e test saranno effettuati sul processo di iniezione per ottimizzare l'accoppiamento sorgente-CS.

Riguardo al Tandem si continuerà a perseguire l'obiettivo di accelerare un fascio di ^{14}C , per il quale alcune iniziative sono state già realizzate, e di attrezzare il preiniettore con una sorgente negativa per particelle α . Inoltre sarà realizzato un nuovo tratto di linea di fascio che consentirà di trasportare il fascio Tandem nella sala 40° senza interferire con il trasporto del fascio CS verso le altre sale sperimentali.

Per quanto riguarda EXCYT, si continuerà a lavorare per ottimizzare il front-end, e si studierà una soluzione di upgrading per l'iniezione al Tandem, per superare le difficoltà di trasmissione nel trasporto del fascio radioattivo dal separatore di massa all'entrata del Tandem, riscontrate durante le ultime sessioni di test. Inoltre la piattaforma ad alta attività sarà attrezzata con tutti i servizi necessari per il funzionamento di una sorgente Hot-Plasma, per la ionizzazione di specie diverse dal Li e alcalini, così da cominciare a programmare la produzione di nuovi fasci radioattivi. Sarà altresì realizzato un test bench al fine di ottimizzare i tempi e le rese di produzione per nuovi sistemi target-sorgente.

Resta desto nei LNS l'interesse per un futuro radicale upgrading di EXCYT con la realizzazione di un nuovo ciclotrone primario ad alta intensità (SCENT) che permetta in

prospettiva di utilizzare due distinte postazioni di produzione di fasci radioattivi da post-accelerare sia con il Tandem che con l'attuale CS. Il progetto SCENT verrà dunque ulteriormente dettagliato anche in vista di un possibile impiego alternativo di una macchina di questo tipo per scopi terapeutici, impiego che è al centro della recente convenzione stipulata dall'INFN con l'azienda IBA.

La sperimentazione nell'ambito della Fisica Nucleare ai LNS nel prossimo triennio vedrà l'impiego dello spettrometro MAGNEX in modalità inclusiva, caratteristica delle cinque linee di ricerca proposte con tale apparato. Tali linee riguardano il trasferimento di più neutroni con fasci di ^{16}O e ^{14}C , la fusione pionica con fasci di ^{12}C ad energie intermedie, nonché i processi di scambio carica (^7Li , ^7Be) estesi alle energie intermedie e quelli di pick-up di 2 neutroni per lo studio di stati omologhi.

Per quel che riguarda il multirivelatore CHIMERA, in coincidenza con il periodo di arresto del CS negli ultimi mesi del 2007, si è proceduto all'installazione dell'apparato nella nuova camera di scattering ad esso dedicata. Inoltre nei prossimi anni per la sperimentazione con CHIMERA si apriranno nuove prospettive grazie al recente "pulse-shape upgrade" (con l'abbassamento delle soglie di rivelazione in carica e massa).

Ulteriore impulso alla sperimentazione verrà dato dalla convergenza d'interessi e dalla proficua sinergia tra le diverse competenze presenti nei LNS, con un programma di misure sistematiche di frammentazione del ^{12}C , di grande interesse in applicazioni quali l'adroterapia, e la progettazione di schermature per veicoli spaziali.

Inoltre gli esperimenti con i fasci di più bassa energia del Tandem permetteranno di continuare gli studi su speciali strutture nucleari (clustering in nuclei ricchi di neutroni, nuclei halo etc..) e degli effetti della struttura sui meccanismi di reazione.

I gruppi che operano nel settore dell'astrofisica nucleare con i fasci Tandem dei LNS proseguiranno l'attività sperimentale con l'applicazione di metodi indiretti per l'estrazione di informazioni sulle sezioni d'urto dei processi di interesse astrofisico.

Per quel che riguarda la già ricca strumentazione dei LNS è in atto uno studio che, con la modifica dell'elettronica di front-end, potrà portare all'utilizzo del rivelatore MEDEA come filtro di molteplicità gamma e/o come rivelatore di neutroni. Verrà inoltre avviata una revisione del rivelatore di piano focale del solenoide SOLE, per una completa caratterizzazione dei residui in esperimenti in cinematica inversa.

In attuazione della convenzione stipulata dall'INFN con l'Azienda Policlinico dell'Università degli Studi di Catania, alcune settimane per anno saranno dedicate ancora alle sessioni di trattamento di patologie oculari con i fasci di protoni del CS.

Per quanto riguarda il progetto NEMO Fase-1, dopo il ripristino della Junction Box a fine 2007, si prevede di ricominciare la presa dati che si protrarrà per tutto il 2008 al fine di valutare le prestazioni a lungo termine dell'apparato.

Nell'ambito della Fase 2 del progetto, un importante sviluppo nel 2008 sarà il completamento della stazione sottomarina presso il sito di Capo Passero a 3500 metri di profondità, con l'installazione della terminazione del cavo elettro-ottico e del sistema di potenza e quella di una torre completa da 16 piani. Il completamento di questo progetto consentirà, oltre alla verifica delle tecnologie sviluppate per la costruzione del km³, di avviare il monitoraggio on-line in continua delle proprietà del sito. Ricordiamo che il sito di Capo Passero è stato lungamente studiato dalla collaborazione NEMO ed individuato, grazie alle sue caratteristiche oceanografiche e morfologiche ottimali, come sito italiano candidato per la collocazione finale del telescopio per neutrini.

La collaborazione NEMO, di cui i LNS rappresentano il polo di riferimento, è attualmente impegnata nel progetto Europeo KM3NeT Design Study che si propone di giungere nel 2009 alla stesura di un Technical Design Report in cui sarà individuata ed illustrata la tecnologia proposta per la costruzione del km³. Il progetto KM3NeT è stato inoltre inserito nella roadmap europea per le grandi infrastrutture di ricerca elaborata dell'European Strategy Forum on Research Infrastructures. Ad inizio 2008 sarà avviato un nuovo progetto finanziato dalla EU, denominato KM3NeT Preparatory Phase, che si propone di sviluppare e definire gli aspetti legali, di governance e finanziari necessari per avviare la costruzione dell'apparato. Questo progetto, della durata di tre anni, è coordinato dall'INFN con polo di riferimento nei LNS.

La descrizione dettagliata dell'attività dei laboratori è disponibile al sito WEB:

<http://www.lns.infn.it>

LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

I Laboratori Nazionali del Gran Sasso sono i maggiori laboratori al mondo dedicati a esperimenti di fisica astroparticellare, subnucleare e nucleare e di altre discipline (geologia e biologia) che richiedano un ambiente a bassa radiazione. Il Laboratorio ha già prodotto un risultato di grande rilievo per la fisica delle particelle elementari, avendo fornito forte evidenza del fenomeno delle "oscillazioni dei neutrini", fenomeno che può avvenire solo se i neutrini, a differenza di quanto previsto dalla teoria, hanno massa e si possono trasformare da un tipo all'altro. Nella prossima fase della ricerca si dovrà confermare definitivamente la scoperta della massa dei neutrini, stabilire tra quali specie avvengano i fenomeni di oscillazione, misurare accuratamente le masse e i parametri di mescolamento. Questi studi

hanno potenzialmente conseguenze assai rilevanti sia sulla fisica fondamentale sia sulle nostre concezioni sull'evoluzione dell'Universo.

Il programma del Laboratorio si incentra principalmente sulle seguenti attività:

- Il progetto CNGS, in collaborazione tra l'INFN e il CERN, è iniziato nel 2006. Il fascio di neutrini mu è indirizzato nella direzione del Gran Sasso e ha raggiunto il Laboratorio attraversando la Terra per una distanza di 730km.

L'esperimento principale previsto al Gran Sasso per rivelare i neutrini del fascio proveniente dal CERN è OPERA. Esso è basato principalmente sulla rivelazione di particelle tramite la tecnica delle emulsioni nucleari. Un punto molto importante dell'attività della prima parte del 2008 è il completamento della produzione dei 150.000 pacchetti di fogli alternati di emulsione e piombo che costituiscono il cuore dell'esperimento. Nel 2008, con il ritorno del fascio di neutrini previsto ad aprile, inizierà quindi la presa dati per la ricerca dell'apparizione del neutrino tau nel fascio di neutrini mu.

- L'esperimento ICARUS consiste in un grande rivelatore di particelle ad Argon liquido. Il modulo da 600 tonnellate di Argon, vedrà nel 2008 l'inizio della presa dati. È in studio la possibilità di realizzare un nuovo grande rivelatore, la cui tecnica è al centro dell'interesse anche di gruppi USA.

- Per lo studio dei neutrini solari, nel 2008 continuerà la presa dati dell'esperimento BOREXINO, iniziata a maggio 2007. BOREXINO è in grado di misurare la distribuzione energetica dei neutrini solari a bassa energia, in una regione di cui si conosce solo il flusso integrato.

C'è grande attesa per i risultati di quest'esperimento, che può fornire importanti informazioni sulle oscillazioni dei neutrini solari e anche sui neutrini prodotti all'interno della Terra.

- La misura della massa del neutrino è collegata alla ricerca del decadimento beta doppio, decadimento permesso se il neutrino e l'antineutrino coincidono. Nel laboratorio è in presa dati CUORICINO, un rivelatore criogenico costituito da 72 cristalli di tellurite, con massa totale 40Kg. L'obiettivo principale dell'esperimento è la misura del decadimento beta doppio senza neutrini del tellurio. Questi dati sono utili per la messa a punto del progetto CUORE, un grande rivelatore di 1000 cristalli di tellurite con massa totale 770Kg. L'obiettivo primario è la misura del decadimento beta doppio, con una sensibilità per la massa del neutrino dell'ordine del centesimo di elettronvolt. Un altro esperimento basato sull'uso di Germanio arricchito, GERDA, approvato nel 2005, proseguirà l'installazione in sala A per

tutto il 2008. Il suo primo scopo è quello di provare o smentire l'evidenza pubblicata dal gruppo di Klapdor usando cristalli dello stesso tipo.

- Il tema della materia oscura dell'Universo è uno dei più affascinanti della fisica e dell'astrofisica, ma anche uno dei più difficili da studiare. Nel 2008 l'esperimento LIBRA rilascerà i suoi risultati, dai quali si potrà verificare il segnale evidenziato dal precedente esperimento DAMA, una modulazione stagionale di segnali di bassissima energia che potrebbe essere dovuta al movimento della terra rispetto alla materia oscura. Altri esperimenti per la ricerca della materia oscura, WARP e XENON, basati rispettivamente sull'impiego di Argon e Xenon liquido, riscuotono notevole interesse nella comunità internazionale. Hanno iniziato a prendere dati con rivelatori di test. In particolare l'attività di WARP con il prototipo da 2,5 litri e quella di Xenon con il prototipo da 10 litri, hanno mostrato prestazioni eccellenti, accrescendo l'attesa per i risultati delle successive versioni di 100 litri. WARP proseguirà l'installazione ed inizierà la presa dati nel 2008.
- L'osservatorio LVD, dedicato alla ricerca di fiotti di neutrini prodotti dai collassi gravitazionali, continuerà ad essere in funzionamento continuo, inserito nella rete mondiale di rivelatori dedicati a questi fenomeni.
Continuerà pure l'attività di LUNA2 sulla misura di sezioni d'urto di reazioni di grande interesse per la fisica stellare e più in generale per la fisica nucleare.

La descrizione dettagliata dell'attività dei laboratori è disponibile al sito WEB:

<http://www.lngs.infn.it>

CNAF

L'attività nel 2008 e per il prossimo triennio continuerà ad articolarsi nelle tre linee principali descritte qui sotto.

Completamento e consolidamento del Progetto di upgrade del Centro Regionale Tier1 (compimento previsto per i primi mesi del 2009).

Questo è destinato a potenziare l'impianto frigorifero e gli impianti elettrici in modo da renderli adatti ad accogliere le enormi capacità di calcolo e storage previste gli esperimenti a LHC e tutti gli altri esperimenti fino al 2010 e oltre. Il progetto di upgrade permetterà al centro di disporre di una potenza frigorifera ridondata per il raffreddamento delle risorse informatiche dell'ordine di 1.4 MWatt e di una potenza elettrica complessiva fino a 4 MWatt. Il 2008 e l'inizio del 2009 saranno per il personale del Centro particolarmente impegnativi dovendo garantire sia la massima efficienza del livello di servizio per l'analisi dei primi dati raccolti da LHC nel 2008 con tutte le risorse ospitate nella Sala 1 e sia, in parallelo, il

completamento dei complessi lavori di upgrade svolti nelle Sale 2 e 3 adiacenti oltre che in altri locali destinati ad ospitare i gruppi elettrogeni, i nuovi gruppi frigo ed i trasformatori. Il Centro dovrà essere pronto nel 2009 a contribuire significativamente all'analisi del primo campione di dati di notevole consistenza raccolto a LHC. Con questo upgrade il Tier1 del CNAF sarà in grado di ospitare le risorse necessarie.

*L'Operazione dei servizi dell'infrastruttura GRID di produzione dell'INFN, Italiana ed Europea all'interno dei progetti Europei quali EGEE II(VI PQ), del suo successore EGEE III (VII PQ). degli altri progetti EU a questi collegati oltre che di WLCG. Per EGEE il CNAF ospita il *Regional Operation Centre* della Federazione Italiana che è uno dei Centri che opereranno l'infrastruttura Europea.*

*Lo sviluppo e consolidamento di nuovi servizi e architetture Grid legate a: web services, definizione e gestione di *Virtual Organizations*, sistemi di sicurezza e autenticazione all'interno di progetti Europei.*

Oltre a questo, il CNAF continuerà ad operare come centro di supporto ai gruppi sperimentali e alla Commissione Calcolo e Reti per la gestione di contratti d'interesse comune, hardware e software, e a fornire servizi d'interesse generale.

Per quel che riguarda la Rete, il CNAF continuerà ad ospitare il *Point of Presence* (PoP) della Rete GARR di Bologna che dal 2006 garantisce al Centro connessioni a 10 Gbps con il CERN ed i maggiori centri di calcolo della Fisica delle Alte Energie del mondo.

A partire dal 2008 e negli anni seguenti il CNAF dovrà diventare un punto di riferimento per la costituenda grid nazionale per la quale è stato creata nel 2006, come primo passo, la Joint Research Unit IGI che comprende tutte le maggiori istituzioni di ricerca e consorzi coinvolti in progetti grid e che costituirà un unico riferimento a livello nazionale per la partecipazione ai progetto Europei ed internazionali.

La descrizione dettagliata dell'attività del Centro è disponibile al sito WEB:

<http://www.cnaf.infn.it>

COMMISSIONE CALCOLO E RETI

Nei prossimi tre anni, avranno luogo sviluppi su entrambi i fronti, ma è soprattutto nell'ambito del calcolo scientifico che si concentreranno le attività di maggiore impegno per l'INFN. Infatti, oltre ai potenziamenti degli impianti tecnologici a cui sarà soggetto il centro Tier1, e, in misura minore, alcuni centri Tier2, la capacità di tutti i centri a servizio degli esperimenti al LHC dovrà essere incrementata considerevolmente e i servizi dovranno essere portati in condizioni di funzionamento a regime. Ciò dovrà avvenire garantendo vengano

messe a disposizione anche le risorse richieste da altre attività sperimentali e teoriche che, in alcuni casi, già ora dispongono di grandi moli di dati o li stanno velocemente accumulando. E sarà infine necessario definire dei criteri per la collocazione e la gestione delle risorse di calcolo per quelle attività scientifiche le cui richieste si situano su una scala più modesta, tali da poter essere soddisfatte in modo efficace anche in centri Tier2 o similari.

Piano di attività

Il contributo della CCR si svilupperà sulle linee di azione già seguite nel corso degli ultimi due anni. In particolare verranno perseguiti i seguenti obiettivi, suddivisi per ambito tematico in

- Calcolo scientifico
 - supporto alla crescita dei centri di calcolo scientifico, in particolar modo quelli dedicati agli esperimenti LHC, attraverso lo sviluppo, l'aggiornamento e il supporto di strumenti che facilitino la scelta e il dispiegamento delle tecnologie e delle apparecchiature più adatte per le funzioni svolte in particolare dai centri Tier2;
 - sviluppo, in collaborazione con gli esperimenti, di un modello per soddisfare le richieste derivanti dalle attività di analisi degli utenti finali (livello Tier3);
 - definizione di strategie per l'organizzazione del calcolo dei piccoli e medi esperimenti nell'ambito dell'infrastruttura di Grid Nazionale.
- Servizi offerti dai centri di Calcolo delle Sezioni e dei Laboratori
 - promozione di tecnologie per il consolidamento e la razionalizzazione delle attività dei Servizi, con particolare riguardo a:
 - gestione della posta elettronica;
 - supporto del sistema operativo Windows Vista e delle nuove modalità di gestione delle licenze d'uso;
 - diffusione di sistemi ad alta affidabilità per i servizi più critici;
 - miglioramento della qualità della sicurezza informatica attraverso un costante aggiornamento e lo sviluppo di nuove iniziative fra le quali:
 - introduzione di un sistema di autenticazione a "due fattori"
 - predisposizione e distribuzione in tutte le sedi dei più comuni server (DNS, front-end di accesso, ecc.) ospitati in specifiche macchine virtuali configurate per offrire le massime garanzie dal punto di vista della sicurezza;

- studio e implementazione di un servizio di auditing interno per la verifica periodica dell'implementazione e dell'efficacia delle misure di sicurezza nei centri di calcolo dell'INFN;
- conclusione della fase di progettazione e realizzazione di un sistema di Autenticazione e Autorizzazione nazionale che razionalizzi in un'unica infrastruttura (AAI) la gestione delle credenziali di accesso alle macchine e ai servizi che ora, in larga misura non è unificato nè a livello di sedi locali, nè, tanto meno, a livello nazionale; l'adozione graduale di tale infrastruttura consentirà un'interazione più efficiente degli utenti con i servizi, una semplificazione nella gestione degli stessi e benefici significativi sul fronte della sicurezza;
- completamento della suite di strumenti collaborativi di riferimento per l'INFN da rendere disponibile come servizio comune a livello nazionale.
- Servizi di rete
 - collaborazione con il GARR per la realizzazione della nuova rete ottica GARR-X in tempi e con modalità di implementazione rispondenti alle crescenti esigenze dell'INFN. Ciò in riferimento soprattutto dall'aumento della quantità di dati scientifici prevista nei prossimi anni, ma anche a possibili nuove modalità di distribuzione dei servizi dall'ambito locale a quello su scala geografica;
 - studio delle architetture di connessione delle sedi INFN alla nuova rete GARR-X e definizione del relativo piano di implementazione.

2.7 RISORSE DI PERSONALE

Il fabbisogno di personale dell'Ente sarà sostanzialmente determinato nel prossimo triennio da due distinti fattori:

- A. La necessità di portare a termine nei tempi previsti le nuove infrastrutture tecnico-scientifiche, in particolare presso i Laboratori Nazionali, e gli importanti impegni già presi per il completamento di progetti a livello internazionale. Fanno parte di queste attività finalizzate all'attuazione della programmazione scientifica dell'Istituto:
 - sperimentazione presso LHC al CERN: l'inizio della fase di presa dati per i quattro grandi esperimenti è confermata per il 2008. Il ricambio di tecnologie e professionalità del personale ricercatore e tecnologo coinvolto per tale fase di presa dati, è già stata avviato con successo nel 2007;

- Presso i Laboratori Nazionali di Frascati si prevede nei prossimi anni un intenso sforzo incentrato attorno allo sviluppo di un nuovo concetto di funzionamento dei collisori ("*crabbed waist*"), che è attualmente in test presso DAFNE con prime indicazioni molto promettenti. La conclusione positiva del test aprirebbe l'opportunità di costruire nuovi collisori con prestazioni fino a 100 volte più alte di quelle attuali, aprendo nuove finestre di studio dei fenomeni rari, un campo ove piccole deviazioni dalle predizioni del Modello Standard sarebbero un sicuro segno di nuova fisica. In particolare a LNF due imprese sarebbero immediatamente perseguibili: l'upgrade di luminosità di DAFNE e il progetto esecutivo di una *super flavor factory* (SuperB).
- presso i LNGS lo studio delle oscillazioni dei neutrini con il fascio CNGS proveniente dal CERN entrerà nella fase operativa. Infatti gli apparati OPERA e ICARUS saranno completati prima dell'estate e si prevede l'effettuazione di impegnative campagne di presa dati e analisi.
- il Progetto SPES presso i LNL, dedicato alla produzione e accelerazione di nuclei instabili di prossima generazione, sta entrando nella fase di realizzazione;
- il Progetto NEMO, dopo l'effettuazione di importanti tests alle profondità sottomarine di interesse, continuerà con il collaudo di un dimostratore e delle infrastrutture tecnologiche ad esso associate, in vista della realizzazione di un osservatorio europeo sottomarino di neutrini da realizzare in Sicilia al largo di Capo Passero (LNS);
- il Progetto Strategico NTA per Ricerca e Sviluppo nel campo di nuove tecniche di accelerazione di particelle è focalizzato su alcune linee di interesse prioritario fra cui la dimostrazione di fattibilità di dipoli magnetici a rampa super veloce, l'introduzione di nuovi schemi per collisori ad alta luminosità, un programma di R&S su futuri collisori e^+e^- ad altissima energia, l'uso di cristalli come ondulatori magnetici e come collimatori.

A dette attività si aggiungono progetti di carattere applicativo e di trasferimento tecnologico, quali ad esempio:

- adroterapia: è in fase di completamento la costruzione a Pavia della macchina per adroterapia del progetto CNAO e l'inizio della fase clinica è previsto per la fine del 2008. L'Ente sta inoltre avviando un importante Progetto nel campo dei cosiddetti "treatment planning systems" che allargherà il contributo

dell'Istituto ad uno dei problemi di maggiore criticità per l'applicazione clinica dell'adroterapia. L'Ente continua il suo impegno in attività di consulenza e supporto di progetti di macchine regionali per adroterapia con protoni;

- la realizzazione del Progetto SPARC per Ricerca e Sviluppo di un laser ad elettroni liberi di nuova concezione con lunghezza d'onda di 500Å (luce gialla) (LNF); la partenza del progetto SPARX per la costruzione di un Laser ad elettroni liberi alla frequenza dei raggi x molli.
- il progetto GRID per lo sviluppo e il coordinamento del “middleware” per il calcolo distribuito e la diffusione del paradigma di GRID ad altre discipline scientifiche (CNAF);
- la partecipazione al Progetto IFMIF-EVEDA con la realizzazione di una struttura accelerante di tipo RFQ ad altissima intensità. Tale progetto è finalizzato allo studio dei materiali da impiegare nei reattori di fusione.

B. Il problema posto dallo squilibrio fra posizioni a tempo indeterminato e tempo determinato venutosi a creare per le limitazioni ed i blocchi, intervenuti negli anni, a seguito di disposizioni di legge, è stato avviato a soluzione con l'applicazione dei commi 519 e 520 della legge finanziaria 2007. Duecentoquarantacinque (245) posizioni contrattuali, di cui 72 riguardano il profilo di Ricercatore, 69 il profilo di Tecnologo, 53 i profili di natura tecnica e 51 i profili amministrativi, soddisfano o matureranno i requisiti per la stabilizzazione che includono il superamento di una prova selettiva di natura concorsuale. Tale processo di stabilizzazione, pianificato in 3 anni, è stato avviato nel 2007 con le risorse messe a disposizione dalla finanziaria 2007 e continuerà nel 2008 entro il limite delle risorse relative alla cessazione dei rapporti di lavoro a tempo indeterminato complessivamente intervenute nel 2007, secondo quanto disposto dalla legge 296/2006 (finanziaria 2007). Si sono così potuti inserire a tempo indeterminato tutti i vincitori di concorso:

Ricercatori	8
Tecnologi	8
CTER	12
Operatori tec.	3
Funzionari di amm.ne	1
Collaboratori di amm.ne	2

e stabilizzare 32 posizioni:

Ricercatori	9
Tecnologi	8
CTER	12
Operatori tec.	3

Con le risorse assegnate in applicazione del comma 519 di cui sopra sarà possibile stabilizzare nei primi mesi del 2008 35 posizioni del profilo Collaboratore di Amministrazione ed una del profilo di Funzionario di Amministrazione. Sono state avviate le procedure previste dall'art. 5, comma 2 del CCNL 2002-2005 per l'assunzione a tempo indeterminato di 41 Ricercatori, la cui assunzione è avvenuta con le medesime modalità e procedure previste dalla legge per i concorsi a tempo indeterminato. In aggiunta è stato bandito un concorso per 28 posizioni a tempo indeterminato per il profilo di CTER, 2 Tecnologi e 2 Funzionari di Amministrazione. Le risorse finanziarie liberatesi con la cessazione dei rapporti di lavoro nel 2007 di cui sopra verranno così utilizzati nell'ordine:

- 1- Completamento delle stabilizzazioni relative alla categoria di personale che aveva maturato i requisiti dei tre anni di anzianità al 1 gennaio 2007 e che risultavano vincitori di prova selettiva di natura concorsuale. Tale categoria comprende i seguenti profili:

Ricercatori	3
Tecnologi	5
CTER	4
Operatori tec.	1
Collaboratori Amm.	4

- 2- Assunzione a tempo indeterminato di 41 Ricercatori di cui all'applicazione dell'art.5 (vedi sopra), previa verifica prevista dallo stesso articolo contrattuale.
- 3- Assunzione a tempo indeterminato di due funzionari amministrativi e due tecnologi per necessità di carattere organizzativo dell'Amministrazione Centrale.
- 4- Assunzione a tempo indeterminato dei vincitori del concorso per il profilo di CTER da espletarsi quanto prima, fino ad esaurimento delle risorse finanziarie utilizzabili nel 2008.
- 5- Avvio delle procedure per l'espletamento della prova selettiva prevista dalla normativa per le stabilizzazioni per i profili di ricercatore e tecnologo, nel mese di Aprile 2008 e analoga operazione per il profilo di CTER entro luglio 2008.
- 6- Avvio delle procedure concorsuali per l'assunzione a tempo indeterminato di 24 ricercatori.

Il personale di cui ai punti 5 (esaurimento della lista dei vincitori) e 6, oltre ai 25 vincitori della selezione nazionale per tecnologi avvenuta con le medesime modalità e procedure previste dalla legge per i concorsi a tempo determinato, verrà assunto a partire da gennaio 2009 con i fondi del turn-over 2008.

Il numero di posizioni a tempo indeterminato messe in gioco con la programmazione di cui sopra e con quanto previsto negli anni 2009 e 2010 per ogni profilo e la loro

temporizzazione tiene conto di un rapporto ottimale fra le varie figure professionali necessarie allo svolgimento dei programmi e progetti descritti nella Road Map dell'Istituto.

Il processo di stabilizzazione per garantire un ragionevole e duraturo equilibrio, anche sotto il profilo qualitativo, fra risorse umane e attività tecnico-scientifiche di sicura eccellenza e competitività a livello internazionale, sarà accompagnato da rigorosi processi di selezione su base nazionale. Tale processo sarà accelerato ed integrato dall'espletamento di concorsi nazionali per posizioni a tempo indeterminato che andranno a gravare o sui fondi Turn over dell'anno precedente (60% delle risorse disponibili totali) o su fondi aggiuntivi del Ministero per piani straordinari di assunzione di personale ricercatore così come previsto dalla finanziaria 2008. Il piano di assunzioni su descritto ha il vantaggio di permettere, da un lato l'inserimento di giovani brillanti e, dall'altro, di ottimizzare la ripartizione delle risorse umane nel territorio, (Sezioni, Laboratori Nazionali, CNAF) e fra le varie linee scientifiche dell'Istituto.

Le tabelle che seguono riportano la dinamica del personale in servizio negli anni 2008, 2009, 2010, utilizzando le risorse del turn-over secondo la normativa attualmente in vigore. Si fa notare che, al 31-12-2010, l'Istituto potrà contare su 1933 dipendenti a tempo indeterminato.

E' altresì da sottolineare che l'Istituto, negli ultimi anni, in virtù delle sue capacità organizzative e tecnico scientifiche, è stato coinvolto in un numero significativo di progetti strategici, finanziati con fondi dell'Unione Europea, delle Regioni, o con interventi governativi straordinari in ottemperanza di accordi internazionali. Tali progetti coprono attività di primario interesse nazionale e riguardano:

- 1- Lo sviluppo dell'infrastruttura GRID
- 2- Applicazioni mediche tra cui la costruzione del Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (CNAO)
- 3- Progetti nel campo dell'Energia con la partecipazione alla costruzione di ITER e di IFMIF-EVEDA.

Tali attività hanno richiesto e richiedono nel breve periodo l'attivazione di contratti a tempo determinato (a carico di fondi esterni) durante la fase di progettazione e costruzione e l'inserimento graduale di un numero ragionevole di personale a tempo indeterminato per il mantenimento di infrastrutture e del know-how tecnologico, che è quantificabile intorno a 20 unità a partire dai prossimi anni.

A partire dal 2009 per effetto della stabilizzazione di posizioni a tempo determinato, consentita dalla finanziaria 2008, la spesa per contratti a tempo determinato sul bilancio

ordinario sarà contenuta nei limiti fissati dalla stessa legge, pari al 35% di quella sostenuta per le stesse finalità nell'anno 2003 e riguarderà per il futuro contratti di natura trimestrale. Rimane aperta la possibilità di ricorrere a personale a tempo determinato su fondi esterni.

Saranno altresì attivate procedure concorsuali con cadenza biennale per il I e II livello dei profili di Ricercatore e Tecnologo, i livelli apicali di ciascun profilo, i passaggi a livello superiore nel profilo per il personale tecnico-amministrativo, secondo quanto riportato nelle tabelle seguenti (per il primo anno del piano saranno attivate le procedure per il I livello che non sono state effettuate nel 2006, per la mancata autorizzazione all'emissione del relativo bando):

Posizioni da ricoprire per i livelli I e II

Profilo	Livello	Posti a concorso		
		2008	2009*	2010
Dirigente di Ricerca	I	6	12	6
Dirigente tecnologo	I	4	7	4
Primo Ricercatore	II	12	28	12
Primo tecnologo	II	8	15	8

(*art. 15 CCNL)

Progressioni economiche nel livello apicale

Profilo	Livello	Posti a selezione		
		2008	2009	2010
Collaboratore tecnico enti ricerca	IV	35		138
Operatore tecnico	VI	2		43
Ausiliario tecnico	VIII			6
Funzionario di amministrazione	IV	8		39
Collaboratore di amministrazione	V			42
Operatore di amministrazione	VII	15		4
		60		272

Passaggi al livello superiore nel profilo

Profilo	Livello	Posti a selezione		
		2008	2009	2010
Collaboratore tecnico enti ricerca	IV		56	
Collaboratore tecnico enti ricerca	V		26	
Operatore tecnico	VI		2	
Operatore tecnico	VII		5	
Ausiliario tecnico	VIII		4	
Funzionario di amministrazione	IV		33	
Collaboratore di amministrazione	V		44	
			170	

In maggior dettaglio la consistenza numerica e i relativi costi sono indicati nei quadri B e C allegati:

- il quadro B riporta la programmazione del triennio 2008-2010 nelle varie tipologie;
- il quadro C riepiloga la spesa complessiva prevista nel triennio per le risorse umane.

QUADRO B - PROGRAMMAZIONE TRIENNALE DEL FABBISOGNO DI PERSONALE

B.1 - PERSONALE A TEMPO INDETERMINATO

Situazione al 31 dicembre 2007

Profilo	Dotazione organica	In servizio al 1° gennaio 2007	assunti nel corso dell'anno (1)	cessati nel corso dell'anno		In servizio al 31 dicembre 2007	Costo (in migl. di €)
				n.	costo (in migl. di €)		
Dirigente I fascia	3	3		2	160	1	123
Dirigente II fascia	2	1			0	1	104
Ricercatore	676	577		11	1.233	566	44.525
Tecnologo	263	209		8	579	201	15.932
CTER	639	577	5	17	740	565	24.772
Operatore Tecnico	142	130		1	36	129	4.790
Ausiliario Tecnico	7	7			0	7	242
Funzionario di amministrazione	73	67	1	8	371	60	2.865
Collaboratore di amministrazione	256	195	3		0	198	7.914
Operatore di amministrazione	9	9			0	9	317
	2.070	1.775	9	47	3.119	1.737	101.584

(1) - autorizzazione DPR 28 aprile 2006

ANNO 2008 (risorse relative alle cessazioni intervenute nell'anno precedente: K€ 3.119; 40% = K€ 1.248; risorse attribuite con DM 28 dicembre 2007: K€ 128,5)

Profilo	In servizio al 31 dicembre 2007	Assunzione vincitori di concorso (1)	Stabilizzazioni ex commi 519 e 520 L. 296/2006 (2)	Stabilizzazioni ex commi 526 e 644 L. 296/2006		Nuove assunzioni ex comma 643 L. 296/2006 e DM 28-12-2007		Totale costo stabilizzazioni e nuove assunzioni (3)	Cessazioni previste nel corso dell'anno		In servizio al 31 dicembre 2008	Costo (in migl. di €)
				n.	costo (in migl. di €)	n.	costo (in migl. di €)		n.	costo (in migl. di €)		
Dirigente I fascia	1										1	123
Dirigente II fascia	1										1	104
Ricercatore	566	8	9	3	131	41	1.792	1.923	22	2.017	605	44.875
Tecnologo	201	8	8	4	175	2	87	262	8	579	215	15.771
CTER	565	12	12	4	139	16	556	695	16	566	593	25.150
Operatore Tecnico	129	3		1	29			29	1		132	4.867
Ausiliario Tecnico	7										7	244
Funzionario di amministrazione	60	1	1			2	77	77	2		62	2.971
Collaboratore di amministrazione	198	2	35	3	94			94	2	69	236	8.018
Operatore di amministrazione	9										9	320
	1.737	34	65	15	568	61	2.512	3.080	51	3.231	1.861	102.443

(1) autorizzazione DPCM 16 novembre 2007 e DPR 29 novembre 2007 (2) autorizzazione DPCM 16 novembre 2007 e DPR 29 dicembre 2007 (3) entro le risorse relative alle cessazioni intervenute nell'anno precedente

segue B.1 - PERSONALE A TEMPO INDETERMINATO

ANNO 2009 (risorse relative alle cessazioni intervenute nell'anno precedente: K€ 3.231; 40% = K€ 1.292)

Profilo	In servizio al 31 dicembre 2008	Stabilizzazioni ex commi 526 e 644 L. 296/2006		Nuove assunzioni ex comma 643 L. 296/2006		Totale costo stabilizzazioni e nuove assunzioni (1)	Cessazioni previste nel corso dell'anno		In servizio al 31 dicembre 2009	Costo (in migl. di €)
		n.	costo (in migl. di €)	n.	costo (in migl. di €)		n.	costo (in migl. di €)		
Dirigente I fascia	1								1	124
Dirigente II fascia	1								1	105
Ricercatore	605	2	87	23	1.005	1.092	19	2.129	611	44.276
Tecnologo	215	10	437	25	1.092	1.529	9	652	241	16.814
CTER	593	5	174	8	278	452	6	261	600	25.594
Operatore Tecnico	132								132	4.916
Ausiliario Tecnico	7								7	246
Funzionario di amministrazione	62						1	371	61	2.626
Collaboratore di amministrazione	236	5	157			157			241	8.257
Operatore di amministrazione	9								9	323
	1.861	22	855	56	2.375	3.230	35	3.413	1.904	103.281

(1) entro le risorse relative alle cessazioni intervenute nell'anno precedente

ANNO 2010 (risorse relative alle cessazioni intervenute nell'anno precedente: K€ 3.413; 40% = K€ 1.365)

Profilo	In servizio al 31 dicembre 2009	Stabilizzazioni ex commi 526 e 644 L. 296/2006		Nuove assunzioni ex comma 643 L. 296/2006		Totale costo stabilizzazioni e nuove assunzioni (1)	Cessazioni previste nel corso dell'anno		In servizio al 31 dicembre 2010	Costo (in migl. di €)
		n.	costo	n.	costo		n.	costo		
Dirigente I fascia	1								1	125
Dirigente II fascia	1								1	106
Ricercatore	611	3	131	28	1.224	1.355	19	2.129	623	43.937
Tecnologo	241	22	961	8	350	1.311	8	579	263	17.721
CTER	600			8	278	278	25	1.088	583	25.032
Operatore Tecnico	132								132	4.965
Ausiliario Tecnico	7								7	248
Funzionario di amministrazione	61			5	192	192			66	2.846
Collaboratore di amministrazione	241			8	251	251			249	8.593
Operatore di amministrazione	9								9	326
	1.904	25	1.092	57	2.295	3.387	52	3.796	1.934	103.899

(1) entro le risorse relative alle cessazioni intervenute nell'anno precedente

QUADRO B.2 - PERSONALE A TEMPO DETERMINATO

Profilo	In servizio al 31 dicembre 2007		2008			2009			2010		
	n.	costo (in migl. di €)	variazioni	In servizio al 31 dicembre 2008	costo (in migl. di €)	variazioni	In servizio al 31 dicembre 2009	costo (in migl. di €)	variazioni	In servizio al 31 dicembre 2010	costo (in migl. di €)
Ricercatore	71	3.548	-20	51	2.561	-10	41	2.069	-8	33	1.674
Tecnologo	59	2.941	-12	47	2.355	-10	37	1.863	-22	15	759
CTER	45	1.704	-16	29	1.104	-8	21	803	-8	13	500
Operatore Tecnico	3	95	-1	2	64		2	64		2	64
Funzionario di amministrazione	1	41		1	41		1	41		1	41
Collaboratore di amministrazione	45	1.541	-38	7	241	-5	2	69		2	69
	224	9.870	-87	137	6.366	-33	104	4.909	-38	66	3.107

Profilo	In servizio al 31 dicembre 2007		2008			2009			2010		
	n.	costo (in migl. di €)	variazioni	In servizio al 31 dicembre 2008	costo (in migl. di €)	variazioni	In servizio al 31 dicembre 2009	costo (in migl. di €)	variazioni	In servizio al 31 dicembre 2010	costo (in migl. di €)
Assegni per la collaborazione all'attività di ricerca (art. 51 legge 449/1997)	80	2.100	15	95	2.506	10	105	2.784	10	115	3.064

QUADRO C - RIEPILOGO DELLE SPESE PER RISORSE UMANE

RISORSE UMANE	COSTO (migliaia di Euro)			
	2007	2008	2009	2010
PERSONALE DIPENDENTE				
Personale a tempo indeterminato	101.584	102.443	103.281	103.899
Personale a tempo determinato	9.870	6.366	4.909	3.107
Fondo liquidazione e previdenza	12.500	15.500	18.000	18.800
Benefici di natura assistenziale e sociale	1.300	1.400	1.450	1.500
Formazione del personale dipendente	1.500	1.600	1.700	1.800
Fondo rinnovi contrattuali	5.500	6.500	6.700	7.000
COLLABORATORI	2.100	2.506	2.784	3.064
BORSE DI STUDIO	3.200	4.000	4.200	4.300
CONTRIBUTI E COFINANZIAMENTI ALLE UNIVERSITA'				
Contributi alle università per borse di dottorato	2.500	2.500	2.600	2.600
Assegni di ricerca in cofinanziamento con le università	1.500	1.500	1.700	1.700
	141.554	144.315	147.324	147.770

2.8 IMPATTO SOCIO-ECONOMICO

L'alta formazione dei giovani in ambito Universitario rimarrà una delle alte priorità educative dell'INFN. Attraverso la preparazione di Tesi di Laurea e Dottorato, seguiti attentamente da dipendenti ed associati all'Istituto, i giovani entrano a stretto contatto con il mondo della ricerca e costruiscono la loro futura figura professionale. Le metodologie e la *forma mentis* necessarie ad elaborare una tesi di ricerca saranno utili anche a chi non proseguirà la sua attività in questo settore, per affrontare e risolvere i problemi che incontrerà nel campo del lavoro. Va notato che il numero totale di Laureati nell'Area 02 (Fisica) è in diminuzione nel triennio 2004-2006 rispetto al 2001-2003 (dati MIUR): questo influisce naturalmente anche sui numeri relativi all'INFN che mostrano tuttavia una decrescita inferiore. Inoltre, la percentuale di giovani che prosegue dopo la Laurea Magistralis con un Dottorato di Ricerca nell'ambito INFN (sempre rispetto al totale di Area) è in aumento, un dato che fa invece ben sperare anche per il prossimo triennio.

Al fine di mantenere alta l'attenzione dei giovani verso le attività dell'Istituto, l'INFN proseguirà nelle iniziative riservate ai laureati: accanto a numerose altre, aventi periodicità

diverse, verranno riproposti con cadenza annuale il *Seminario Nazionale di Fisica Nucleare e Subnucleare* e la *Scuola di Fisica Nucleare "R. Anni"* a Otranto, la *Spring School "Bruno Touschek"* a LNF, le *Giornate di Studio sui Rivelatori* a Torino e il *Seminario Nazionale sul Software della Fisica Nucleare, Subnucleare ed Applicata* ad Alghero. Una menzione particolare merita poi il *Seminario Nazionale di Fisica Teorica* a Parma, che si sta dimostrando utile ad una collaborazione più intensa tra teorici e sperimentali, collaborazione che nei prossimi anni sarà ad esempio fondamentale per un approccio coerente ai dati di LHC.

Da alcuni anni in Italia, oltre ai corsi di Dottorato, sono ormai presenti i *Master* (di primo e secondo livello), come proposta formativa successiva alla Laurea. L'INFN ha attivato alcuni corsi di *Master*, orientati a fornire agli studenti una istruzione dotata di un elevato potenziale applicativo, e quindi particolarmente importanti per l'inserimento nel mondo del lavoro. I corsi che saranno mantenuti nei prossimi anni sono *Tecniche nucleari per l'Industria, l'Ambiente e i Beni culturali* (La Sapienza e Tor Vergata), *Trattamenti di superficie applicati a Tecnologie Industriali* (LNL), *Complessità e sue applicazioni interdisciplinari* (Pavia): *Progettazione Microelettronica* (Padova): rimane allo studio l'apertura di un corso in *Oceanografia* (Trieste). Dal punto di vista istituzionale, questi corsi costituiscono un ponte importante tra la ricerca di base e le necessità professionali delle aziende, un processo di trasferimento tecnologico estremamente utile che l'Ente intende perseguire attivamente nel prossimo triennio.

Acquista anche sempre maggiore importanza il *follow-up* dei giovani laureati e dottorati che hanno svolto la loro attività di tesi presso le Unità dell'INFN. Il monitoraggio e l'analisi di queste informazioni verranno ulteriormente approfonditi mediante la creazione di uno *Scholar Program*, come suggerito dal CVI, che permetterà di conoscere in particolare il dettaglio degli esiti occupazionali dei giovani. Questo strumento si appoggerà ai database esistenti curati dal Servizio DataWeb, per consentire di tracciare i percorsi dall'attività formativa alla carriera professionale, e sarà utilizzato anche come fonte statistica per la valutazione della ricerca.

La disseminazione della cultura scientifica è poi una delle attività di comunicazione maggiori per l'INFN, che viene organizzata da un Ufficio apposito. Essa si esplica innanzitutto attraverso iniziative presso i Laboratori Nazionali, alcune dirette ai giovani, come le *Settimane di cultura scientifica*, altre agli insegnanti delle scuole medie superiori, come gli *Incontri di Fisica*. Più diffusa ancora in molte Sezioni è la partecipazione alle *European Masterclasses* (per studenti), e un particolare interesse rivestono due eventi a LNGS, strutturati come competizioni (*Science on Stage* per insegnanti e *Anch'io Scienziato* per studenti). È da notare che ci si attende che i Laboratori del Gran Sasso nei prossimi anni incrementino il numero di visitatori che era stato recentemente limitato per motivi di

sicurezza. Un intento fondamentale dell'avvicinare la Fisica a studenti e docenti dell'insegnamento superiore è naturalmente di evitare che ci sia un'ulteriore decrescita delle iscrizioni ai corrispondenti Corsi universitari, e questo fenomeno andrà monitorato con cura nei prossimi anni. È inoltre recente la partecipazione di LNF alla *European Researchers' Night*, sotto l'egida dell'Unione Europea, che vede un numero crescente di persone entrare in contatto con la realtà del Laboratorio ed il lavoro dei ricercatori. È importante menzionare infine che l'Istituto proseguirà anche nella sua attività di divulgazione scientifica attraverso le consolidate manifestazioni dirette al grande pubblico, come *La Fisica su Ruote* e *I Microscopi della Fisica*.

Anche i mondi politico ed imprenditoriale sono e saranno al centro di iniziative da parte dell'Istituto, tese a far conoscere meglio le proprie attività e a migliorare lo scambio culturale con le realtà produttive del Paese. In questo contesto nel 2008 si terrà ad Erice il consueto Workshop su Fisica e Industria, presso il Centro di Cultura Scientifica Ettore Majorana, che mette a confronto uomini di scienza con esponenti dell'industria e della politica sul problema del trasferimento di conoscenze tra ricerca fondamentale e mondo produttivo.

L'attenzione verso i problemi legati all'impatto della ricerca di base sulle economie nazionali sta crescendo anche nell'ambito dell'Unione Europea. A partire dalla Conferenza di Praga "*Peer Review. Its present and future state*" e di quella di Vienna "*Rethinking the Impact of Basic Research on Society and the Economy*", in particolare la European Science Foundation (ESF) ha promosso tra le sue Member Organization (MO) la costituzione di *Fora* per discutere questi temi. L'INFN sarà particolarmente attivo (una delle pochissime Istituzioni in Europa) in tutti e tre i *Fora* che si stanno costituendo, su "*Standardisation of Peer Review Process*", su "*Evaluation of funding schemes and research programmes*" e su "*Research Careers*". Il primo intende presentare in Marzo 2008, attraverso un Workshop cui saranno invitate tutte le Member Organization, i risultati dei gruppi di lavoro attualmente operativi, per fornire delle linee guida ("*good practises*") alla formazione e all'operato dei colleghi di *referee* nelle varie MO. Il secondo è una occasione per promuovere le metodologie usate all'interno dell'INFN per la valutazione economica e scientifica dei progetti nelle varie Commissioni Scientifiche: si porranno in evidenza le specificità del nostro Ente, che da decenni utilizza schemi associati di finanziamento degli esperimenti e di controllo delle loro risultanze: il lavoro proseguirà fino al 2009, e si concretizzerà in un rapporto alla ESF. Il terzo è un tema connesso alla creazione di uno spazio europeo della ricerca e alla mobilità dei ricercatori all'interno dell'Unione. Dal confronto tra i diversi meccanismi di avanzamento e a partire dalla formazione nei Dottorati si cercherà di stabilire un approccio comune ai problemi legati alle risorse umane che sono alla base del futuro per la ricerca e l'innovazione. Le

relazioni con il neonato European Research Council saranno poi prese in esame per tutti e tre i temi di discussione.

2.9 PROGETTI UNIONE EUROPEA

Come sottolineato più volte, il settore di maggior interesse per l'INFN è quello delle infrastrutture di ricerca. Nel futuro prossimo l'INFN parteciperà ai call for proposal sulle IA (Integrating Activity) per le infrastrutture. Lo scopo di questo schema è quello di collegare le infrastrutture Europee leader nei vari settori al fine di migliorare le loro operazioni e prestazioni, oltre a integrare e coordinare le comunità scientifiche che le utilizzano.

E' infatti opportuno ricordare che, nel VI PQ, nell'ambito delle Iniziative Integrate per le Infrastrutture di ricerca (I3), l'INFN ha partecipato e/o coordinato diversi progetti per la fisica nucleare, particellare, astroparticellare e per le nuove tecniche di accelerazione. Questi progetti, nati all'interno di organismi Europei quali APEC, NuPECC e ESGARD (European Steering Group on Accelerator R&D), prevedono la creazione di vere e proprie reti di infrastrutture di ricerca di valenza Europea. Attualmente queste comunità si stanno organizzando per presentare nuovi progetti alla corrispondente call del 7PQ. Anche nel settore delle infrastrutture e ICT l'INFN ha molti progetti in preparazione soprattutto nel campo GRID che verranno presentati nel prossimo futuro

Inoltre l'INFN prevede di partecipare ai nuovi schemi delle azioni Marie Curie per il cofinanziamento di programmi regionali, nazionali ed internazionali relativi alla mobilità dei ricercatori e di continuare a partecipare ai programmi di training per i giovani ricercatori. Anche i prossimi bandi IDEAS, sia per giovani che per ricercatori esperti, vedranno una partecipazione dei ricercatori INFN numerosa e di qualità.

Infine i ricercatori dell'INFN resteranno attenti a cogliere le opportunità offerte dal programma *Cooperation* in tutti quei casi in cui le tecniche nucleari e con acceleratori sono rilevanti.

Appare dunque chiaro come l'INFN nel suo insieme stia partecipando e parteciperà con notevole impegno al VII PQ fin dalle prime call for proposal, con l'intento di cogliere tutte le opportunità di finanziamento offerte, non solo presentando progetti di alto contenuto scientifico, ma anche garantendo dietro di essi la presenza di una struttura di supporto logistico-amministrativo solida e competente.

2.10 DISPONIBILITA' FINANZIARIE

Per il 2008, la situazione continua a presentarsi difficile a causa degli effetti negativi dei provvedimenti governativi adottati negli ultimi anni riguardanti limitazioni di alcune

tipologie di spesa comprese quelle riferite al personale, ed anche a causa delle riduzioni dei contributi dello Stato e delle seguenti restrizioni:

- a) con D.M. 6 dicembre 2007, n. 1967 Ric, il MUR ha definito il piano di riparto del fondo ordinario per gli Enti e le Istituzioni di ricerca per l'anno 2007 e ha dato indicazioni per gli esercizi 2008 e 2009. L'INFN può disporre per il 2007 di un contributo erariale di 276,3 milioni di euro, comprensivo dell'importo di 3,0 milioni di euro vincolato alla partecipazione, per l'anno 2007, ai programmi internazionali ITER e BROADER APPROACH. Relativamente agli anni 2008 e 2009, ai fini dell'elaborazione dei rispettivi bilanci di previsione, è da considerare il 98% dell'assegnazione 2007 con esclusione dell'importo di 3,0 milioni di euro destinati ai citati programmi internazionali. In pratica, per il 2008 si deve considerare un'assegnazione iniziale di 267,8 milioni di euro;
- b) la legge finanziaria 2008, approvata dal Parlamento nello stesso mese di dicembre, oltre a fissare limitazioni e riduzioni di alcune tipologie di spese, in parte già in vigore da qualche anno, contiene un incremento di circa 80 milioni di euro del fondo ordinario per gli Enti e le Istituzioni di ricerca. E' da rilevare comunque che restano in vigore gli accantonamenti disposti per gli anni 2007-2009 dalla legge finanziaria 2007, per cui una parte del fondo citato resta momentaneamente indisponibile.

L'effetto dei vari provvedimenti suddetti ha costituito un risparmio per la finanza pubblica, con la conseguenza di non garantire il funzionamento dei grandi impianti di ricerca dei Laboratori Nazionali, di un forzato rallentamento delle attività scientifiche programmate e di non far partire nuove iniziative di ricerca. Il rischio di perdita di competitività internazionale, che finora ha visto l'INFN tra i primi in Europa e nel mondo, è serio e merita una diversa considerazione.

Infine si segnala che, l'INFN – con l'avvio delle rilevazioni SIOPE – a decorrere dal luglio 2007, ha già adottato, in via sperimentale per il corrente esercizio, nuove procedure informatiche al fine di realizzare il sistema di contabilità economico-patrimoniale previsto dal DPR n. 97/2003.

Nel seguito viene riportato il profilo di spesa previsto per il triennio 2008-2010.

PROFILO DI SPESA 2008-2010

(in milioni di Euro)

	2008	2009	2010
ATTIVITÀ DI RICERCA			
Fisica Subnucleare	24,4	27,2	30,3
ELN	0,2	0,2	0,2
Nuove Tecniche di Accelerazione	2,1	2,3	2,6
SPARC	0,7	0,8	0,8
Fisica Astroparticellare	16,0	17,8	19,9
Fisica Nucleare	12,1	13,5	15,1
GGI	0,3	0,3	0,3
Fisica Teorica	3,0	3,3	3,8
APE	0,3	0,5	0,8
Ricerche Tecnologiche	4,5	5,1	5,7
GRID	1,0	1,0	1,0
Commissione Calcolo e Reti	1,5	1,6	1,6
Diffusione cultura e innovazione	0,5	0,5	0,5
<i>Totale Ricerca</i>	66,6	74,1	82,6
FUNZIONAMENTO STRUTTURE			
LNF	10,6	11,8	13,4
LNGS	8,0	8,9	10,0
LNL	7,2	8,0	9,0
LNS	6,8	7,6	8,5
Sezioni e Gruppi Collegati	12,0	13,0	14,0
CNAF	1,5	1,7	1,8
Organi Direttivi e Strutture Centrali	2,2	2,5	2,5
Fondi Centrali	6,4	8,2	8,5
Partecipazioni a Consorzi	6,2	12,3	12,3
<i>Totale Funzionamento Strutture</i>	60,9	74,0	80,0
PERSONALE	144,3	147,3	147,8
TOTALE GENERALE	271,8	295,4	310,4

APPENDICE

A1. L'ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

A1.1 LA MISSIONE

Promuovere, coordinare ed effettuare la ricerca sui costituenti fondamentali della materia dell'Universo, ovvero la ricerca in fisica nucleare, subnucleare e astroparticellare, sviluppando la ricerca tecnologica necessaria, in stretta connessione con l'Università e nel contesto della collaborazione e del confronto internazionali.

- *Collaborare con le istituzioni di ricerca scientifica e tecnologica, italiane e straniere, contribuendo al processo di rafforzamento dell'area europea della ricerca.*
- *Operare con efficacia organizzativa nel rispetto della libertà di ricerca e della Carta europea dei Ricercatori.*
- *Perseguire l'eccellenza scientifica sviluppando strumentazione avanzata, con il coinvolgimento dell'industria nazionale.*
- *Curare la diffusione della cultura scientifica, innanzitutto tra i giovani.*
- *Promuovere la formazione dei giovani nel campo della ricerca fondamentale e applicata.*
- *Intensificare l'interazione delle attività di ricerca con quelle di trasferimento di conoscenza per rendere più competitive le imprese italiane.*
- *Sviluppare l'applicazione delle tecniche nucleari e subnucleari alla medicina, ai beni culturali e all'ambiente.*
- *Promuovere l'immagine della scienza e della tecnologia italiana nel mondo.*

A1.2 STRUTTURA E ORGANIZZAZIONE

L'attività dell'INFN si basa su due tipi di strutture di ricerca complementari: le Sezioni universitarie e i Laboratori nazionali.

Le prime hanno sede in dipartimenti universitari e realizzano la stretta connessione tra l'Istituto e l'Università; i secondi sono sedi di grandi infrastrutture a disposizione della comunità scientifica nazionale e internazionale.

Il quadro complessivo attuale è il seguente:

- 20 Sezioni, presso i dipartimenti di fisica d'altrettante università
- 4 Laboratori nazionali: a Catania, Frascati, Gran Sasso e Legnaro
- 11 Gruppi collegati a Sezioni o Laboratori, presso i dipartimenti di fisica di altrettante università
- Consorzio EGO, *European Gravitational Observatory*, a Cascina (Pi)
- Centro nazionale CNAF per il calcolo, a Bologna
- Amministrazione centrale, a Frascati
- Presidenza, a Roma.

Nella figura a pagina 8 sono rappresentate le connessioni tra i diversi organi dell'Ente.

Il massimo organo decisionale dell'Istituto è il Consiglio Direttivo, costituito dal Presidente e dalla Giunta esecutiva (5 membri, incluso il Presidente), dai Direttori dei Laboratori Nazionali e delle Sezioni, da rappresentanti del MIUR, del Ministero delle attività produttive, del CNR, dell'ENEA e del personale dell'Istituto.

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, astroparticellare, nucleare, teorica, ricerche tecnologiche e interdisciplinari.

Le Commissioni sono formate da coordinatori eletti, in ciascuna Sezione e Laboratorio Nazionale, dai ricercatori dell'Ente; i coordinatori eleggono il Presidente di ciascuna di esse. Le Commissioni ricevono le proposte di nuovi esperimenti o le richieste di risorse da parte di quelli già approvati. Avvalendosi del lavoro di referee interni ed esterni alle CSN stesse, queste ultime discutono i meriti dei vari Progetti presentati e raccomandano al Consiglio Direttivo l'attribuzione delle necessarie risorse.

Il Consiglio direttivo si riunisce, di norma, mensilmente e prende le sue decisioni su tematiche proposte dal Presidente e dalla Giunta Esecutiva, elaborate a partire a loro volta dalle richieste degli stessi Direttori, nonché dalle raccomandazioni delle Commissioni

Scientifiche Nazionali e degli altri comitati consultivi di programmazione e valutazione dell'attività, il tutto con l'ausilio dei Dirigenti dell'Amministrazione centrale.

L'attuazione delle decisioni del Consiglio compete, secondo i casi, al Presidente, alla Giunta, ai Direttori di Laboratorio o Sezione per l'organizzazione e la gestione locale dell'attività, ai Dirigenti dell'Amministrazione Centrale.

Questa organizzazione si è gradualmente affermata nell'Istituto. La sua funzionalità è frutto anche di buone esperienze consolidate nel tempo, che ne hanno fissato dettagli operativi essenziali. Essa rappresenta un efficace equilibrio tra organizzazione centralizzata e decentrata, tra vertice e base, frutto dell'esperienza. Nel contempo è dotata della flessibilità necessaria per adattarsi alle nuove esigenze che emergono dall'evoluzione del mondo della ricerca e di quello esterno.



A1.3 PERSONALE: TIPOLOGIA

Per lo svolgimento dei propri compiti istituzionali l'INFN si avvale di personale dipendente e di personale associato alle attività dell'Istituto, in massima parte dipendente dalle Università, mediante associazione scientifica o tecnologica per collaborazione con coinvolgimenti non prevalenti e di incarico di ricerca o di collaborazione tecnica per collaborazioni con coinvolgimento preponderante. In tal modo si realizza quello stretto collegamento con l'Università che è caratteristica tradizionale dell'Istituto.

A1.3.1 IL PERSONALE DIPENDENTE

Le posizioni di personale con contratto a tempo indeterminato sono suddivise tra vari profili professionali: personale ricercatore e tecnologo (livelli I-III) e personale tecnico-amministrativo (livelli IV-IX).

La distribuzione tra le diverse strutture dell'Istituto dei posti disponibili e di quelli che si rendono disponibili per cessazione dal servizio, è oggetto di attenta valutazione da parte del Consiglio Direttivo, con riferimento sia a un equilibrato sviluppo delle strutture stesse che ne assicuri il corretto funzionamento, sia alle esigenze dei programmi di ricerca che di volta in volta richiedono un maggiore impiego di risorse umane.

Accanto alle posizioni a tempo indeterminato, e a complemento di esse, i contratti a termine costituiscono uno strumento essenziale di flessibilità che consente, da un lato, di fronteggiare nella maniera più efficace l'evoluzione temporale dei programmi e, dall'altro, di avvalersi di personale, anche straniero, di alta qualificazione scientifica e tecnica.

A1.3.2 IL PERSONALE ASSOCIATO

La formazione scientifica e tecnologica è uno degli obiettivi istituzionali dell'Istituto, che prepara in modo approfondito e rigoroso, attraverso l'inserimento nelle proprie attività di ricerca, un bacino di giovani dal quale attingere, per una parte, i ricercatori di domani dell'INFN e dell'Università, e per l'altra un nucleo di professionisti in grado di inserirsi in molteplici campi del mondo delle attività industriali di alta tecnologia. A tal fine l'Istituto associa i laureandi alle proprie attività.

Inoltre l'Istituto partecipa ai dottorati di ricerca delle varie sedi universitarie dove sono presenti attività nei campi di interesse dell'ente, finanziando borse di studio e collaborando con proprio personale allo svolgimento di corsi di alta qualificazione. Tale personale è altresì associato.

Uno strumento normativo ha consentito di attivare assegni per la collaborazione all'attività di ricerca per giovani ricercatori in possesso del dottorato di ricerca. È prevista infatti ogni anno la stipula, previa apposita selezione, di assegni di collaborazione biennali presso le strutture dell'INFN, e il cofinanziamento di analoghi contratti tramite apposite convenzioni con le Università. Gli assegnisti possono essere associati alle attività dell'Ente.

L'INFN cura anche un proprio programma annuale di borse di studio.

Tra gli associati vi sono, infine, professori e tecnici universitari associati che collaborano con l'Istituto solo per una frazione della loro attività di ricerca.

A1.3.3 IL PERSONALE INCARICATO

Il personale associato con incarico svolge in modo prevalente e a pieno titolo la propria attività di ricerca scientifica e tecnologica nell'ambito dei programmi dell'Istituto. Esso partecipa alla vita dell'Istituto senza alcuna sostanziale differenza rispetto al personale dipendente.

Il personale associato alle attività dell'INFN mediante incarico di ricerca è formato da professori e ricercatori universitari che svolgono la loro attività di ricerca nell'ambito dei programmi dell'Istituto.

Tecnici e amministrativi dell'Università, che collaborano a tempo pieno con l'INFN, sono associati mediante incarico di collaborazione tecnica.

A1.4 ATTIVITA' SCIENTIFICA

A1.4.1 IL QUADRO DELLE RICERCHE DELLA FISICA SUBNUCLEARE, NUCLEARE E ASTROPARTICELLARE

Il tema di ricerca dell'INFN – i costituenti elementari della materia e le loro interazioni – nasce, in senso moderno, alla fine dell'Ottocento, quando si affermò l'idea della materia fatta di atomi. Lo studio di fenomeni naturali (radioattività, raggi cosmici) portò, nella prima metà del Novecento, a svelare la struttura dell'atomo e dunque alla nascita della fisica del nucleo atomico.

La seconda metà del Novecento, corrispondente all'arco di vita dell'Istituto, ha visto il successivo incessante progresso – tuttora in atto – nella conoscenza dei costituenti fondamentali della materia e dell'origine dell'Universo, basato sul costante sviluppo degli acceleratori e degli apparati rivelatori di particelle. Il corpo di conoscenze così prodotto ha portato alla sintesi teorica del Modello Standard, che inquadra i costituenti della materia e le loro interazioni in uno schema coerente, semplice ed elegante.

Negli ultimi venti anni è nato un nuovo interesse per lo studio della radiazione naturale, inclusa quella gravitazionale, accompagnato da un rapporto più stretto tra fisica delle particelle, astrofisica e cosmologia.

I principali obiettivi delle attuali ricerche, sperimentali e teoriche, sulle interazioni fondamentali sono da una parte il completamento del Modello Standard, dall'altra la sua estensione e, infine, il suo inevitabile superamento. Particolare interesse rivestono gli esperimenti, non necessariamente alla frontiera dell'energia, capaci di offrire indicazioni di nuova fisica, oltre il quadro attuale.

LA FISICA SUBNUCLEARE

I costituenti elementari della materia si dividono in due classi (si veda la relativa figura):

- I leptoni, che hanno solo interazioni elettromagnetiche e deboli, queste ultime identificate, negli anni '30 da Enrico Fermi, come responsabili dei decadimenti beta dei nuclei;
- I quark, che sono sensibili anche alle interazioni forti, le forze che legano i protoni e i neutroni nei nuclei atomici.

Gli elementi delle due categorie sono classificati in tre generazioni, ciascuna costituita da una coppia, con massa progressivamente crescente. I quark più leggeri (i quark u e d) sono i costituenti dei protoni e dei neutroni, a loro volta costituenti dei nuclei atomici. I quark delle famiglie più pesanti (s, c, b, t) sono i costituenti di particelle instabili che, oltre a essere presenti nella radiazione cosmica secondaria, sono normalmente generate nelle collisioni ad alta energia prodotte con macchine acceleratrici.



Le particelle elementari secondo il Modello Standard. Le particelle nucleari, protone e neutrone, costituenti base della materia ordinaria, sono composte di due tipi di particelle elementari, i quark u e d . Oltre a questi due tipi di quark, le particelle elementari della prima famiglia comprendono: l'elettrone (che risiede nelle parti esterne degli atomi) e il corrispondente neutrino (la particella neutra emessa nel decadimento beta che causa l'instabilità del neutrone). La prima famiglia di particelle è seguita da altre due, ciascuna delle quali è composta di un doppietto di quark e di un doppietto di leptoni, particelle con proprietà analoghe a quelle dell'elettrone e del corrispondente neutrino.

Ciascuna delle tre generazioni di leptoni è costituita da un leptone carico e da uno neutro, detto neutrino. Un ruolo particolare è riservato ai neutrini, particelle elettricamente neutre e sensibili esclusivamente alle interazioni deboli. In corrispondenza ai tre leptoni carichi – l'elettrone, il muone e il tau – si conoscono tre tipi di neutrini. Esperimenti recenti, inclusi GALLEX e MACRO nei Laboratori del Gran Sasso, hanno definitivamente confermato l'esistenza del fenomeno delle oscillazioni tra neutrini, ovvero la trasformazione di un neutrino di un dato tipo in un neutrino di tipo diverso, con una probabilità che oscilla

con la distanza percorsa. Tale fenomeno, ipotizzato da Bruno Pontecorvo negli anni '60, implica che i neutrini posseggano massa e possano mutare l'uno nell'altro per effetto delle interazioni deboli. La loro massa è così piccola da rendere difficile la sua misura diretta.

Lo studio approfondito del fenomeno delle oscillazioni di neutrino è uno dei grandi temi della ricerca contemporanea. Esso è effettuato mediante neutrini provenienti da sorgenti di natura molto diversa: i reattori nucleari, i fasci d'alta energia prodotti alle macchine acceleratrici, le reazioni di fusione all'interno del Sole, le collisioni dei raggi cosmici nell'atmosfera.

La questione della massa del neutrino riveste un particolare interesse cosmologico, dovuto alla massiccia presenza di queste particelle nell'Universo attuale, residuo del Big-Bang iniziale. Questi neutrini *fossili* non sono mai stati osservati direttamente, ma possiamo stimare che, possedendo una massa, essi renderebbero conto, seppure solo in piccola parte, della cosiddetta *materia oscura* dell'Universo. Tale materia è di natura per ora largamente ignota, ma la sua presenza è rivelata attraverso i suoi effetti gravitazionali. Studi recenti hanno individuato anche l'esistenza di un'*energia oscura* dell'Universo. In definitiva la materia a noi nota dovrebbe costituire non più del 5% della massa-energia totale presente oggi nell'Universo.

Il mondo microscopico è popolato, oltre che da quark e leptoni (che sono fermioni), dai quanti d'energia caratteristici dei diversi tipi d'interazione (che sono bosoni): il fotone per le interazioni elettromagnetiche, i bosoni Z^0 e W per le interazioni deboli, i gluoni per le interazioni forti. A questi vanno aggiunti i gravitoni per le forze gravitazionali, anche se la gravità non è integrata nel Modello Standard.

Analoga ai quanti associati alle interazioni è la particella denominata bosone di Higgs, prevista dalla teoria riguardo al meccanismo di generazione della massa delle particelle fondamentali. Il valore della massa del bosone di Higgs non è prevedibile, ma potrebbe essere poco superiore a 100 volte la massa del protone, secondo le indicazioni risultanti dagli esperimenti attuali.

La consistenza della teoria ne richiede l'estensione a teorie che prevedono l'esistenza di nuovi fenomeni alla scala d'energia pari a circa 1000 volte la massa del protone. Il modello al momento più popolare, il *Minimal Supersymmetric Standard Model*, prevede che, per ciascuna particella conosciuta, esista una corrispondente particella con proprietà simili, ma con momento angolare intrinseco, lo spin, differente di mezza unità. In tali teorie lo spettro di particelle di Higgs è più ricco che nel Modello Standard. La ricerca dei bosoni di Higgs e delle nuove particelle previste dalle teorie supersimmetriche – in breve, le particelle supersimmetriche – sono tra gli obiettivi primari dell'attuale fisica subnucleare.

Tema di paragonabile rilievo è lo studio della simmetria materia-antimateria, tecnicamente indicata con la sigla CP. Tale simmetria era data per scontata all'inizio della moderna fisica delle particelle, ma esperimenti di gran rilievo concettuale hanno invece mostrato l'esistenza di una piccola asimmetria nel comportamento delle particelle che noi classifichiamo come materia (elettroni, protoni, neutroni, etc.) rispetto a quello delle corrispondenti particelle classificate come antimateria (positroni, antiprotoni, antineutroni, etc.). Il Modello Standard permette una violazione della simmetria CP. Esperimenti recenti hanno esteso la conoscenza di tale violazione. La sperimentazione alle attuali intense sorgenti di mesoni K e B renderà disponibili ulteriori cruciali informazioni.

Collegata alla violazione della simmetria CP è la fondamentale questione legata all'osservazione che l'Universo visibile sembra essere costituito esclusivamente di materia e non, come ci si potrebbe aspettare dalla teoria del Big Bang, d'isole di materia e isole d'antimateria.

LA FISICA NUCLEARE

Le ricerche in fisica nucleare oggi riguardano la struttura e la dinamica di sistemi a molti corpi, alla luce della teoria delle interazioni fondamentali. In quest'ottica, le tematiche tradizionali della fisica nucleare sono spesso estese a prospettive più vaste, che includono temi di fisica subnucleare. Esempi di estensioni di questo tipo sono lo studio delle funzioni di struttura dei nucleoni, le ricerche sulla spettroscopia degli iperoni o la ricerca di nuovi stati in cui può esistere la materia nucleare.

Le ricerche tradizionali della fisica nucleare hanno portato alla formulazione di modelli che descrivono con successo le proprietà dei nuclei atomici, come sistemi legati di protoni e neutroni. Questi modelli sono sottoposti a verifiche sempre più stringenti, grazie allo sviluppo di tecniche sperimentali che consentono lo studio di nuclei in condizioni estreme, prossime ai limiti di stabilità: nuclei notevolmente deformati con valori elevati del momento angolare, oppure nuclei con valori estremi del rapporto tra protoni e neutroni. Questi temi sono affrontati in esperimenti che utilizzano fasci di ioni accelerati fino a energie comprese nell'intervallo tra la barriera coulombiana e 100MeV/nucleone.

La descrizione del nucleo in termini di nucleoni (i protoni o i neutroni) che interagiscono attraverso lo scambio di mesoni è un'approssimazione, valida alle basse energie, per riassumere gli effetti dei costituenti elementari (i quark e i gluoni) che compongono i nucleoni stessi. Con il progredire delle conoscenze sul comportamento dei costituenti subnucleari, sarà possibile spiegare i modelli nucleari a partire dalla teoria fondamentale delle interazioni forti, la cromo-dinamica quantistica (QCD).

A tal fine è interessante studiare, in collisioni a più alta energia, il modo in cui le distribuzioni dei costituenti elementari dei nucleoni sono alterate quando questi ultimi formano a loro volta la materia nucleare. Le ricerche in questo campo sono condotte con fasci incidenti d'elettroni d'alta energia, o di protoni o antiprotoni.

La teoria della QCD prevede che la materia nucleare, in condizioni estreme di densità e temperatura, subisca una transizione di fase, passando in un nuovo stato, il plasma di quark e gluoni, in cui i costituenti elementari non sono più confinati all'interno dei singoli nucleoni. Le prime indicazioni sperimentali di questa transizione di fase sono state ottenute nello studio delle collisioni tra nuclei di piombo.

LA FISICA ASTROPARTICELLARE

Un metodo complementare alla ricerca di nuove particelle con le macchine acceleratrici è quello di ricercare ad esempio la particella supersimmetrica più leggera (il neutralino) nella radiazione cosmica. Secondo le teorie attuali, il neutralino potrebbe essere stabile, su tempi cosmologici, ed essere quindi presente nell'Universo attuale come residuo delle fasi iniziali del Big Bang (insieme ai neutrini fossili) e contribuire anch'esso alla materia oscura.

Gli esperimenti dedicati a questa ricerca sono basati sull'osservazione di eventi rari o segnali deboli e richiedono condizioni particolari, come quelle che si possono ottenere nelle sale sperimentali sotterranee dei Laboratori del Gran Sasso dell'INFN, al riparo del disturbo dei raggi cosmici, oppure nello spazio potendo misurare con estrema precisione il fondo dovuto alla radiazione cosmica primaria.

Nel Modello Standard, ivi compresa la sua estensione supersimmetrica, le interazioni elettrodeboli e forti sono indipendenti tra loro. Esistono teorie che prevedono una completa unificazione delle forze: le Teorie della Grande Unificazione. La verifica diretta di queste teorie richiederebbe lo studio di fenomeni a energie di gran lunga superiori a quelle disponibili, o anche solo ipotizzabili, con le macchine acceleratrici. Queste energie, tuttavia, corrispondono a quelle prevalenti nei primi istanti di vita dell'Universo, secondo la teoria del Big Bang. Un possibile metodo di verifica delle teorie di Grande Unificazione consiste nella ricerca dei residui di queste interazioni nella radiazione cosmica (le particelle fossili). Un altro metodo consiste nel cercarne l'effetto in decadimenti rari della materia, quali il decadimento del nucleone, cui si è già accennato, o il decadimento nucleare doppio-beta senza emissione di neutrini.

La ricerca di fenomeni rari collegati alle Teorie di Grande Unificazione è stata, storicamente, la ragione dello sviluppo dei laboratori sotterranei, in particolare dei Laboratori del Gran Sasso, che costituiscono il più grande complesso di questo tipo oggi esistente al

mondo. L'impiego d'apparati rivelatori di particelle nell'ambiente sotterraneo ha poi esteso il campo delle ricerche al settore astrofisico, con lo studio dei neutrini solari e dei neutrini da collasso gravitazionale. Una volta consolidata, la fisica astroparticellare ha poi trovato nuovi sbocchi in ambienti con caratteristiche complementari a quello sotterraneo, come lo spazio, dove la radiazione cosmica primaria è direttamente accessibile, i laboratori d'alta quota, per la gamma-astronomia d'alta energia, o i laboratori sottomarini, per la neutrino-astronomia d'alta energia.

Infine, un settore di ricerca che pure si colloca al confine tra lo studio delle interazioni fondamentali e l'astrofisica, nel quale i fisici italiani hanno svolto e svolgono un ruolo d'avanguardia, è la ricerca delle onde gravitazionali sia mediante antenne criogeniche a barra risonante, già ampiamente sviluppate, sia con lo sviluppo dei grandi rivelatori interferometrici, appena entrati in funzione, tra cui spiccano l'italo-francese VIRGO a Cascina (Pisa), e gli statunitensi LIGO, in Louisiana e a Seattle.

SVILUPPI FUTURI IN FISICA TEORICA

I prossimi anni saranno particolarmente importanti per la fisica teorica. Infatti i) stanno maturando nuovi sviluppi teorici; ii) vi è un grosso flusso di dati da DAFNE, BaBar e Belle, e di dati astrofisici e cosmologici; iii) LHC sta già stimolando gli sviluppi teorici; iv) macchine apeNEXT aumenteranno molto la potenza di calcolo disponibile.

Alla base di molti di questi sviluppi vi è la teoria delle corde. Una delle caratteristiche principali di questa teoria è il suo potenziale interdisciplinare. Infatti, i suoi sviluppi (in particolare la comprensione del vuoto) saranno importanti non solo per la comprensione della teoria in senso stretto ma anche per ispirare molti settori cruciali quali: i) superamento della teoria quantistica dei campi verso una teoria quantistica di oggetti estesi; ii) maggiore comprensione del confinamento del colore (le teorie di stringa vengono usate come descrizione duale per la QCD in regime di accoppiamento forte); iii) fenomenologia delle dimensioni extra che sono alla base di molti sviluppi oltre il modello standard; iv) cosmologia dove modelli di compattificazione con flussi sono già stati usati. In questo ambito si sviluppano modelli cosmologici primordiali. La estensione del Modello Standard, a parte questioni di bellezza e semplicità, è richiesta dai dati sulle masse dei neutrini e la matrice di mixing dei leptoni. Questa estensione sarà cruciale anche per definire le aspettative per LHC. Settori cruciali saranno: i) differenza fra la massa del mesone di Higgs e la minima scala compatibile con il Modello Standard (come indicato dai test di precisione della fisica elettrodebole); ii) modelli del sapore nel contesto delle teorie di Grande Unificazione e/o di simmetrie orizzontali (con extra dimensioni spaziali); iii) implicazioni fenomenologiche della

rottura della supersimmetria nel contesto di teorie di supergravità in extra dimensioni e di supercorde.

La installazione di macchine aNEXT permetterà un grosso passo avanti nei seguenti settori: i) calcoli di precisione della matrice CKM e analisi dei dati a BaBar, Belle e DAFNE; ii) studi del vuoto della QCD (deconfinamento, rottura della simmetria chirale) rilevanti sia per una comprensione del confinamento sia per lo studio di urti di ioni pesanti a Rich e LHC-ALICE; iii) studi sulla QCD a alta densità barionica e sviluppi sulla comprensione della materia stellare.

Gli studi di QCD perturbativa saranno importanti per: i) fenomenologia di precisione a LHC per la produzione di mesoni di Higgs, quark pesanti; ii) analisi dati a Rich e, in futuro, a LHC-Alice per studio della materia adronica a alta temperatura e in regime di saturazione.

Il settore astro-particellare sarà in grande sviluppo. La presenza di recenti dati di fotoni e particelle cariche di altissima energia permetterà importanti sviluppi nello studio dei nuclei galattici, dei meccanismi di accelerazione cosmica di particelle e possibili modelli di nuova fisica (tra cui violazione della simmetria di Lorentz).

In cosmologia vi saranno importanti sviluppi nello studio delle i) componenti dominanti l'universo (materia ed energia oscure); ii) storia termica dell'universo; iii) teorie inflazionarie; iv) rilevazione del fondo di onde gravitazionali generato nella fase inflattiva. Onde gravitazionali emesse in regime altamente non lineare (nella cattura di stelle da parte di buchi neri o nel merging di sistemi binari) saranno studiate insieme all'emissione da parte di stelle di neutroni.

Vi saranno importanti sviluppi nella fisica dei fasci radioattivi per lo studio delle strutture nucleari di nuclei esotici. Questi sviluppi porteranno nuove conoscenze sia nel settore tradizionale della fisica nucleare sia nello studio delle reazioni di interesse per la astrofisica come quelle che governano la nucleosintesi primordiale.

A1.4.2 I LUOGHI DELLA RICERCA

L'attività di ricerca si svolge presso le Sezioni e i Laboratori nazionali, e presso i più importanti laboratori stranieri o internazionali sedi d'attività analoghe.

L'attività sperimentale nelle Sezioni normalmente riguarda la preparazione e la conduzione degli esperimenti presso i laboratori, nazionali o esteri, con particolare riguardo all'analisi dei dati. Le Sezioni possono essere sede di esperimenti, normalmente basati su apparati di piccola mole, con un'importante eccezione: il caso dell'interferometro gravitazionale italo-francese VIRGO, inaugurato nell'estate 2003, a Cascina presso Pisa. Nel 2000 l'INFN e il CNRS francese hanno costituito il consorzio EGO – *European Gravitational*

Observatory – con sede a Cascina, quale struttura per ospitare VIRGO e future attività nel campo della gravitazione.

I LABORATORI NAZIONALI

I Laboratori Nazionali di Frascati, sin dalla loro istituzione nel 1959, sono dedicati principalmente alla fisica subnucleare, studiata in particolar modo mediante anelli d'annichilazione elettrone-positrone. AdA, la prima macchina al mondo di questo tipo, è stata concepita e sviluppata proprio a Frascati. Ad essa succedette ADONE, che per molti anni ha rappresentato la frontiera dell'energia per quel tipo di macchine, consentendo di ottenere le prime indicazioni dell'esistenza della carica di colore dei quark. ADONE è stata anche per diverso tempo l'unica sorgente di luce di sincrotrone in Italia. Il funzionamento di ADONE è terminato nel 1993. Nel 1997, al suo posto, è entrato in funzione l'anello d'annichilazione elettrone-positrone DAFNE, intensa sorgente di coppie di mesoni K, con energia totale di 1GeV. Gli apparati sperimentali KLOE, FINUDA e DEAR vi studiano rispettivamente la violazione della simmetria materia-antimateria, gli ipernuclei e gli atomi mesici. Dal 2000 DAFNE opera a una luminosità senza precedenti alla sua energia di collisione. La macchina è anche un'interessante sorgente di luce di sincrotrone, in particolare nell'infrarosso. La divisione acceleratori del laboratorio è impegnata in due progetti internazionali di sviluppo di nuovi collisori lineari elettrone-positrone: l'ILC, l'International Linear Collider e CLIC al CERN di Ginevra. In tale ambito di ricerche si situa il progetto SPARC, finanziato dal MIUR, che costituisce anche un importante passo verso lo sviluppo di tecniche innovative per la produzione di radiazione X, mediante *Free Electron Laser* (FEL). Il laboratorio ospita anche NAUTILUS, un rivelatore ultracriogenico di onde gravitazionali. Una consistente parte dei ricercatori del laboratorio conduce esperimenti in altri laboratori, in Italia e all'estero.

I Laboratori Nazionali di Legnaro, presso Padova, furono istituiti nel 1968 per lo studio della struttura e della dinamica dei nuclei atomici. Essi sono dotati di un acceleratore Tandem e, dal 1994, di un acceleratore lineare di ioni, ALPI, basato su tecnologie superconduttive. Tali acceleratori attraggono una vasta comunità nazionale ed europea di ricercatori che vi conducono studi sulle collisioni fra ioni. Nel corso dell'ultimo decennio, i Laboratori hanno registrato importanti sviluppi tecnologici, ad esempio nella costruzione di cavità superconduttive, nella radiobiologia, nella scienza dei materiali. Da alcuni anni il laboratorio, in collaborazione con altre istituzioni italiane e straniere, è impegnato nello sviluppo di tecniche di produzione di fasci intensi di protoni, mirati non solo alla realizzazione di una futura infrastruttura per esperimenti di fisica nucleare, ma anche d'applicazioni in altri campi. Tali sviluppi hanno portato all'approvazione, da parte dell'Istituto nel 2003, del progetto SPES, un acceleratore di protoni ad alta intensità, con energia di 40MeV. Il laboratorio di

Legnaro, assieme a quelli di Frascati e del Sud, partecipa alla realizzazione del progetto CNAO, il Centro Nazionale d'Adroterapia Oncologica di Pavia. Il laboratorio è anche sede per la preparazione d'esperimenti di fisica subnucleare e nucleare, condotti da gruppi INFN presso altri centri. Inoltre, esso ospita AURIGA, un rivelatore ultracriogenico di onde gravitazionali, che opera in coincidenza con analoghi rivelatori.

I Laboratori Nazionali del Sud, istituiti a Catania nel 1975, sono dedicati alla fisica nucleare con fasci di ioni leggeri e pesanti. Essi sono dotati di un acceleratore Tandem e di un Ciclotrone superconduttore, in funzione dal 1994, in grado di accelerare ioni pesanti sino a energie di 100MeV per nucleone. Il funzionamento del Ciclotrone è stato potenziato con la recente entrata in funzione di una sorgente di ioni, SERSE, con caratteristiche avanzate. L'attività sperimentale è rivolta allo studio delle collisioni tra ioni pesanti e si avvale di strumentazione d'avanguardia a livello internazionale, come quella costruita per gli esperimenti OUVERTURE e CHIMERA. È notevole la presenza di ricercatori stranieri. Nel 2002, il primo centro italiano di proton-terapia per la cura dei tumori oculari, CATANA, basato sull'uso del fascio di protoni da 60MeV del ciclotrone superconduttore, ha iniziato con successo il trattamento di pazienti, in collaborazione con i medici dell'Università di Catania. L'esperienza di CATANA costituisce la base per la futura costruzione di un centro dedicato, promosso dalla Regione Sicilia, e per la collaborazione dei laboratori alla costruzione del CNAO di Pavia. I laboratori hanno anche dato vita a un'importante attività applicativa delle tecniche nucleari ai Beni Culturali. Infine, da alcuni anni, i laboratori sono impegnati nel progetto NEMO, in vista della possibile realizzazione dell'osservatorio sottomarino europeo di neutrino-astronomia d'alta energia, nel sito a sud-est di Capo Passero. Il progetto NEMO è d'interesse anche per altre discipline e vede in particolare la partecipazione dell'INGV.

I Laboratori Nazionali del Gran Sasso (L'Aquila), costituiti da tre grandi sale sotterranee accessibili dall'omonimo tunnel autostradale, sono operativi dal 1988. L'assorbimento della radiazione cosmica dovuto alla spessa copertura di roccia, le grandi dimensioni e le notevoli infrastrutture di base ne fanno il più importante laboratorio al mondo per la rivelazione di segnali deboli o rari, d'interesse per la fisica astroparticellare, subnucleare e nucleare. Il tema scientifico di maggior rilievo nel futuro del laboratorio, frequentato da molte centinaia di ricercatori da tutto il mondo, è lo studio dei neutrini d'origine naturale o artificiale, in tutti i suoi aspetti: fisici, astrofisici e cosmologici. In tale ambito spicca il progetto CNGS (*Cern Neutrinos to Gran Sasso*), il cui primo fascio di neutrini muonici è arrivato ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso nell'agosto 2006. Altri temi d'elevato interesse riguardano lo studio di processi rari di trasformazione di particelle e la ricerca dei costituenti della materia oscura. È notevole anche l'interesse d'altre discipline per l'infrastruttura sotterranea.

I PRINCIPALI CENTRI D'ATTIVITÀ ALL'ESTERO

La naturale e sistematica tendenza verso la concentrazione delle ricerche di fisica subnucleare e nucleare presso grandi centri internazionali, dotati d'acceleratori d'energia e intensità sempre più elevate, ha gradualmente intensificato l'attività dei ricercatori italiani all'estero, a fronte della quale va considerata la notevole presenza di ricercatori stranieri nei laboratori nazionali. Ambedue gli aspetti sono inquadrati nell'ambito d'iniziative multilaterali di collaborazione scientifica tra enti di ricerca di Paesi diversi.

Il CERN, l'Organizzazione europea di fisica subnucleare e nucleare di Ginevra, fondato nel 1954, è oggi il più importante laboratorio al mondo di fisica delle particelle con acceleratori. L'Italia è tra i suoi maggiori Paesi membri e i gruppi INFN sono tra i partecipanti di spicco all'attività scientifica. Il 2000 ha visto la conclusione dell'attività del LEP, il *Large Electron-Positron collider*, che ha operato, fino all'energia massima di 209GeV, quale sorgente di dati per i quattro esperimenti ALEPH, DELPHI, L3, OPAL. Sono in fase avanzata di costruzione LHC, il *Large Hadron Collider*, che prenderà il posto di LEP nel tunnel di 27Km, e i suoi esperimenti ALICE, ATLAS, CMS, LHCb. Proseguendo nella tendenza già manifestata nelle ricerche a LEP, il progetto LHC del CERN ha assunto caratteri marcatamente mondiali, in particolare per la forte presenza e il rimarchevole contributo di risorse di Stati Uniti e Giappone. Di gran rilievo è anche il progetto CNGS, il cui fascio di neutrini illuminerà, a partire dal 2006, le sale sotterranee dei laboratori del Gran Sasso. Infine, in una prospettiva di lungo termine, il laboratorio è impegnato nello sviluppo di una tecnica innovativa per la realizzazione di CLIC, il *Compact Linear Collider* di fasci d'elettroni e positroni d'altissima energia.

Il laboratorio DESY di Amburgo è tra i maggiori centri mondiali dotati di acceleratori di particelle. Il collisore positrone-protone HERA, cui l'INFN ha contribuito con la costruzione di magneti superconduttori realizzati dall'industria italiana, dopo anni di funzionamento ha terminato il funzionamento a metà 2007. L'Istituto è impegnato su HERA in una rilevante partecipazione a esperimenti di fisica subnucleare e nucleare. Nel 2001, DESY ha terminato la progettazione di TESLA, un collisore lineare elettrone-positrone d'energia fino a 1000GeV, frutto del lavoro di una collaborazione internazionale, con il decisivo contributo dell'INFN. Lo sviluppo della tecnologia di TESLA ha portato a quello di una nuova tecnica FEL, *Free Electron Laser*, per la produzione di fasci di luce coerente caratterizzati da estrema brillantezza e definizione temporale.

Il FERMILAB di Chicago, il più importante laboratorio statunitense, è sede del TEVATRON, il collisore protone-antiprotone di 2000GeV. La collaborazione CDF, con un'importante partecipazione italiana, ha colto nel 1994 un successo di rilevanza mondiale con la scoperta del quark t , la particella necessaria per completare la terza generazione di

quark e leptoni, come previsto dal Modello Standard. Il TEVATRON costituirà la frontiera dell'energia della fisica subnucleare fino all'entrata in funzione di LHC.

Presso il laboratorio SLAC in California è in funzione il collisore elettrone-positrone PEP 2, copiosa sorgente di mesoni B, presso cui è entrato in funzione l'apparato dell'esperimento BABAR per lo studio della simmetria materia-antimateria nei decadimenti dei mesoni B⁰. Nel 2001, BABAR ha osservato per la prima volta la violazione di tale simmetria.

Il Laboratorio TJNAF in Virginia vede l'INFN impegnato in diversi esperimenti dedicati allo studio delle collisioni su nuclei, d'elettroni e fotoni di alta energia.

Il Laboratorio ESRF a Grenoble (*European Synchrotron Radiation Facility*) è dotato di un fascio sviluppato dall'INFN dove sono studiate reazioni fotone-nucleo di alta energia.

A1.5 IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

GENERALITÀ

L'Istituto, persona giuridica pubblica, è ente nazionale di ricerca, con autonomia scientifica, ordinamentale, organizzativa, patrimoniale e contabile in conformità alla legge 168 del 1989, al decreto legislativo 204 del 1998 e al decreto legislativo 127 del 2003.

L'adeguamento dell'INFN al rinnovato sistema della ricerca pubblica è avvenuto attraverso i provvedimenti normativi generali senza che sia stata necessaria una specifica disposizione per il suo riassetto.

Com'è noto, la legge 137 del 2002 ha delegato il Governo a riordinare ed aggregare gli enti pubblici di ricerca. In sua applicazione sono stati emanati decreti concernenti il CNR, l'ASI, l'ENEA e l'INAF. In particolare l'atto riguardante il CNR contiene, all'art. 22, comma 8, un elenco di norme che trovano applicazione verso tutti gli enti di ricerca vigilati dal MIUR, quindi anche presso l'INFN.

Gli ambiti, per i quali i principi normativi sono i medesimi, sono: la promozione a fini produttivi e di trasferimento tecnologico dei risultati della ricerca; la formazione dei ricercatori italiani; le attività di consulenza tecnico-scientifica alle PP.AA.; la fornitura di servizi a terzi; l'operare sulla base di piani triennali di attività, aggiornati per scorrimento annuale e comprendenti la determinazione del fabbisogno di personale; gli strumenti operativi (accordi e convenzioni); le partecipazioni anche in imprese; costituzione di centri di ricerca internazionali; il commissionare attività di ricerca all'esterno; il dotarsi di propri regolamenti in coerenza con le procedure e le modalità di cui all'art. 8 della citata legge 168; le norme sul personale (ivi compresa la chiamata diretta del 3% dei ricercatori, riservata a soggetti di

altissima qualificazione); la reciproca mobilità del personale dell'università e degli enti pubblici di ricerca; la trasmissione al MIUR dei preventivi e consuntivi annuali.

IL REGOLAMENTO GENERALE E I REGOLAMENTI INTERNI

Il regolamento generale dell'INFN, a valenza statutaria, attualmente vigente è quello pubblicato nella Gazzetta Ufficiale, serie generale, n. 48 del 27 febbraio 2001, suppl. ordinario.

L'atto individua i principi generali che disciplinano l'Istituto (natura giuridica, funzioni, personale, programmazione, fonti di finanziamento, bilancio, controlli interni) e dispone in ordine agli Organi e alle Strutture.

Di seguito al richiamato Regolamento Generale sono stati emanati i seguenti regolamenti di settore:

1. *regolamento generale delle Strutture;*
2. *regolamento di amministrazione, finanza e contabilità;*
3. *regolamento per l'attribuzione degli incarichi di ricerca e di collaborazione;*
4. *regolamento recante le norme sui concorsi per l'assunzione di personale;*
5. *regolamento per le associazioni alle attività scientifiche dell'Istituto.*
6. *regolamento del trattamento dei dati sensibili e giudiziari;*
7. *regolamento per la valorizzazione, lo sviluppo e l'applicazione delle conoscenze dell'Istituto.*

IL FINANZIAMENTO PUBBLICO

Dal 2002 il MIUR ha assunto un ruolo strategico centrale in tema di risorse finanziarie, non solo per l'INFN, ma per tutti gli enti di ricerca afferenti allo stesso Ministero. Tale ruolo viene svolto attraverso l'annuale ripartizione del fondo ordinario per le istituzioni di ricerca, iscritto nel bilancio del Dicastero nell'ammontare complessivo che deriva dalle decisioni assunte dal Governo e dal Parlamento in sede di definizione della legge finanziaria annuale.

Le procedure per la ripartizione del fondo sono contenute nel decreto legislativo 204 del 1998.

Va anche ricordato in questa sede che, nel periodo più recente, sono state emanate disposizioni legislative e direttive governative che incidono sull'utilizzo dei fondi disponibili per scopi particolari o in sede di pagamenti. Oltre ai limiti alle erogazioni per cassa, vanno segnalati i vincoli ed i tetti alle spese per il personale, specialmente per quello a tempo determinato e per gli acquisti di beni e servizi.

LE DISPOSIZIONI LEGISLATIVE GENERALI

La natura pubblica dell'Istituto, l'impiego di risorse umane e in generale il fatto di essere inseriti nella realtà giuridica del Paese, comportano l'obbligo di attenersi: ai principi sulla trasparenza e sui tempi certi dei procedimenti amministrativi (legge 241 del 1990); all'ordinamento del lavoro alle dipendenze delle amministrazioni pubbliche (decreto legislativo 165 del 2001); alla tutela dei dati personali (decreto legislativo 196 del 2003); alla cura della sicurezza dei luoghi di lavoro (decreto legislativo 626 del 1994); al controllo della Corte dei Conti (legge 20 del 1994); alle speciali regole in materia di lavori pubblici (legge 109 del 1994); nonché a tutte quelle altre disposizioni generali che riguardano i singoli settori interessati dalle attività dell'Ente.

VALUTAZIONE CVI

All'inizio del 2007, il CIVR (Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca) ha reso pubblica la relazione finale dell'esercizio 2001-2003 di valutazione del sistema nazionale della Ricerca. Il CIVR intende con essa anche suggerire, attraverso le graduatorie associate ad ogni Area disciplinare, una possibile ripartizione dei fondi di ricerca tra le Istituzioni che hanno preso parte all'esercizio. All'interno dell'Area 02 (Fisica), l'INFN si colloca al primo posto con il 32,26% del totale.

Questo risultato è stato esaminato in dettaglio dal Gruppo di Valutazione (GLV) dell'Ente, per comprendere i punti di forza e di debolezza e permettere di migliorare ulteriormente la presentazione dell'INFN al prossimo esercizio. Sono anche stati messi in evidenza alcuni elementi di inadeguatezza legati agli indicatori utilizzati dal CIVR nel processo di valutazione. L'esito di questa analisi è stato utilizzato per fornire al MUR alcuni commenti utili alla strutturazione della costituenda Agenzia Nazionale per la Valutazione dell'Università e della Ricerca (ANVUR).

Il lavoro del GLV si è poi concentrato sulla preparazione della relazione annuale al Comitato di Valutazione internazionale che come di consueto stila il Rapporto di Valutazione dell'Ente. In preparazione del futuro esercizio sul triennio 2004-2006, che dovrebbe prendere forma nel 2008, la scelta è stata quella di presentare i risultati sulla produttività scientifica e sull'impatto socio-economico e interdisciplinare, basandosi sui dati di questo triennio (si vedano le Sezioni corrispondenti di questo Piano Triennale per una parziale rassegna di questo Rapporto). Questo approccio ha permesso di iniziare anche il lavoro di selezione dei prodotti della ricerca da sottoporre a valutazione e ha consentito di mostrare la stabilità dei risultati ottenuti dall'INFN, confrontando il periodo 2001-2003 con i dati 2004-2006. Il lavoro è stato facilitato dalla possibilità di utilizzare database strutturati che contengono i

consuntivi degli esperimenti e le informazioni bibliografiche sulle pubblicazioni, a cura del Servizio DataWeb dell'INFN.

Nel triennio 2008-2010 il GLV dapprima porterà a termine il secondo esercizio triennale secondo il nuovo bando CIVR ed in seguito si attrezzerà per fornire adeguata risposta alle nuove esigenze che potranno derivare dalle richieste che l'ANVUR porrà agli Enti sorvegliati dal MIUR.

**A.2 INFN INTERNAL REVIEW COMMITTEE
(CVI) REPORT, 2007**

INFN CVI Report 2007

Conclusions of the CVI Meeting on 9-10 July 2007

Members of the CVI Panel:

U. Bassler, LNPHE, France;

E. Fernandez, IFAE, Spain;

B. Ferrario, SAES Getters S.p.A., Italy;

F. Iachello, Yale University, USA;

J. Iliopoulos, EPTENS, France;

R. Paladini, University Roma La Sapienza, Italy;

A. Wagner, DESY, Germany (Chair)

26 September 2007

Executive Summary

The CVI met on 9-10 July 2007 to evaluate the INFN activities in 2006, focusing on the scientific and technical activities as well as their socio-economical impact. It heard presentations covering the entire range of activities of INFN and the situation with respect to resources. Before the meeting the report 'INFN Scientific Productivity and its socio-economic and inter-disciplinary impact' for the year 2006 was distributed to the committee, providing a broad and valuable overview.

The CVI came to the conclusion that in terms of international visibility and impact the scientific program of INFN continues to be outstanding on a world scale. A new generation of very important experiments is coming on line while the role of INFN in the European context remains strong. Furthermore, INFN is pursuing successfully a more systematic approach to the technology transfer process.

Compared to 2005 the CVI was pleased to learn that the government has formally approved the INFN plan and that a program is being put in place to provide permanent positions for researchers and technicians. This will ease a critical development which has endangered the career options for young researchers. In spite of a stronger support by the regions and increasing funds from European programs, the CVI remains concerned about the budget development which could endanger the outstanding position of INFN.

Concerning the different research areas the CVI concluded:

Sub-nuclear Physics with Accelerators (CSN 1): The present program continues to be extremely strong and very productive. The activities are well balanced, the contributions to the flagship project of the field, the LHC, are highly visible and successful. The important role of INFN is internationally fully recognized. Before the LHC startup, important results are still expected from the ongoing experiments in which INFN actively participates, BaBar at the PEP-II B-Factory at SLAC, CDF at the Tevatron at Fermilab and ZEUS at HERA, DESY. By contributing actively to the planning and R&D for future projects in accelerator based high-energy physics, INFN preserves and further develops successfully a variety of competences and activities.

Astroparticle and Neutrino Physics (CSN 2): The program of CSN2 is very broadly positioned and of high scientific value, with some experiments which are at the forefront of the field in the world. In particular the existence of the Gran Sasso National Laboratory (LNGS) is a major asset for this field of research. Quite a few new results are expected soon. The INFN has maintained a very competitive program despite a significant budget reduction. INFN is also participating actively in several European initiatives promoted by ApPEC, which will result in a road map for the field. Based on this roadmap, the consolidation process of the CSN 2 program should continue.

Nuclear Physics (CSN 3): The INFN research program in experimental nuclear physics continues to be of very high standard and comparable to that of other European countries (notably France and Germany). Progress has been made at the National Laboratories LNL and LNS to increase the intensities of the beams and to make more beams available. The ALICE program is on the verge of being completed and will soon enter the measurement phase. Establishing an Italian role in FAIR at GSI has proceeded. Excellence in nuclear astrophysics has been maintained. The goal of developing the National Laboratories LNL, LNS and LNF has however received a drawback due to budgetary problems. The CVI feels that the development of the National Laboratories is of utmost importance to maintain the role that Italy has in experimental nuclear physics in Europe.

Theoretical Physics (CSN 4): INFN plays a particular role for Theoretical Physics in Italy. It covers areas such as Theoretical Particle Physics, Theoretical Nuclear Physics, Mathematical Physics and Statistical Physics. Among the groups supported by INFN several are of world class. In Theoretical Particle Physics Italy has a leading role in Europe and many Italian theorists are holding senior positions at major institutions around the world. In Statistical Physics, and especially the Physics of disordered systems, the Italian School is probably the best worldwide. The Galileo Galilei Institute has been a success and the programmes run so far were of very high scientific level. The Institute seems to stand very well the competition of similar institutions in Europe and the United States.

Technological and Interdisciplinary Research (CSN 5): The excellent INFN contributions keep proving their great impact on basic science progress and on training of high level researchers. These contributions are also beneficial in promoting the enhancement of the technological level of the Italian companies involved in collaborations with INFN and capable of creating concrete technology transfer to industry. The CVI recommends developing a more systematic policy to strengthen the links of CSN 5 projects to industry further. It is recommended to make INFN activities even more visible in terms of their impact on social and industrial domains.

The CVI received a report on the socio-economic and interdisciplinary impact of the 2006 INFN activities and was impressed by the strong position of INFN in all these areas. The CVI commends the strong role of INFN in education. INFN is very successful in its programmes to bring science to the public, dedicates significant resources to developing frontier technologies and making them available for interdisciplinary research. The impact of INFN research on the Italian economy shows the impressive effect of training of industrial companies by providing them with INFN expertise in high technology products.

Concerning the financial resources, INFN did not receive any increase in budget to cover the wage increase and therefore had to continue to strongly decrease its project funds, therefore being unable to start new projects and forced to even cut existing ones. As in its report of last year the CVI wants to point out that the flat (or even decreasing) trend of total financial resources, in nominal terms, leads to an almost general cut for new projects. This weakens the ability of INFN of maintaining the high standard which it has obtained so far.

The CVI therefore encourages the INFN President to take all possible steps to recover its research budget.

The CVI recommends that the INFN Executive Board and the Scientific Committees take steps:

- To further develop the road maps for INFN as a whole, the National Laboratories and the Scientific programmes,
- To continue developing the long-term role of national labs and the relative balance between national and international projects,

The CVI expresses its appreciation of the excellent leadership of the President and the Executive Board.

Status and achievements of the INFN

The 2006 INFN Status and Perspectives

In his presentation the President focused on a number of developments during the past year which have led to an increased optimism concerning the future programs and developments. A new generation of key experiments are forthcoming, the results of which, notably from the Large Hadron Collider, will be of key importance for the development of the field. Also in the area of astroparticle physics an impressive number of programs will soon provide data. In short, INFN has an exciting scientific future ahead.

The CVI learned with great interest that the critical situation in the personnel sector (no promotion, lack of permanent positions) will soon be eased by new measures. The funding situation remains critical, but has been improved slightly by bidding successfully for funds from the European Union and the regions.

INFN has strengthened its transfer in technology in a number of areas, notably in computing (Grid) and hadron therapy.

INFN is in the process of aligning its programs with input from the road maps for astroparticle physics (ApPEC), nuclear physics (NUPECC), particle physics (European Strategy group).

Experimental sub-nuclear physics with accelerators-CSN 1

More than half of the CSN 1 manpower and budget is currently focused on the preparation of the Large Hadron Collider (LHC) at CERN, where major new discoveries are expected in the coming years. INFN is contributing to the Atlas, CMS and LHCb experiments with outstanding technical contributions, and in the commissioning of the detectors. Recently major milestones in the installation of the LHC detectors have been achieved. The CNAF Computing Center in Bologna is among the 11 Tier 1 processing sites for the LHC data and contributes successfully to the GRID development. The CVI underlines that it is now important to find the right balance of physicists and means necessary to get the experiments running and to be involved at a corresponding level in the preparation of the data analysis.

Even though first collisions at the LHC are expected in 2008, INFN is already engaged in the preparation of possible future upgrades of the LHC towards higher luminosity, such as a Crystal Collimator study and a replacement of the Atlas and CMS pixel and tracking detectors which may become necessary after 5 to 10 years of operations.

In parallel, the experiments from the previous generation at HERA (DESY), PEP-II (SLAC) and the TeVatron (FNAL) are heading towards their final results, producing a steady flow of publications with increasing precision. The observation of D^0 mixing and the measurement of $\sin 2\beta$ by the BaBar experiment illustrate the accuracy reached by running experiments. CSN 1 is one of the major contributors in both areas and should be congratulated for its contributions to these achievements. BaBar at PEP-II is ending its operation in 2008.

At the end of June 2007, the HERA accelerator concluded its operation after 15 years. INFN participated predominantly in the ZEUS collaboration, representing about 17% of the 320 ZEUS physicists. The final data analysis during the next years will yield further constraints of the parton density functions through measurement of the longitudinal structure function F_L and the heavy flavor contributions to the proton structure function. INFN is contributing in both areas to the final HERA publications, while ensuring at the same time the transition towards future experiments.

The expected results from the TeVatron collaborations constraining the standard model Higgs boson by high precision mass measurement of the W boson and the top quark, or by its direct search, fully justify a further strong contribution from INFN in the CDF experiment. Besides the fundamental physics results at the high energy frontier, achieved with the high luminosity running of the TeVatron, the participation of Italian physicists in the CDF data analysis allows to maintain and acquire valuable competences for the LHC data analysis and the training of young physicists on running experiments. The CDF experiment at the TeVatron is foreseen to come to an end in 2009, depending on the start-up of the LHC.

CSN1 contributes also to a few small to medium size experiments: COMPASS measuring the spin structure of nucleons at CERN, MEG at PSI searching for the μ to $e\gamma$ decay, and P326 in preparation to follow up NA48 in the charged kaon program of CERN. The final results from KLOE at DAPHNE (LNF), which ended data taking in 2005, allow for tests of standard model unitarity at the 0.1% level, of lepton universality at the 1% level and of quantum mechanics in the kaon system. These are among the highlights presented by CSN 1 and complete the knowledge on the CKM matrix from the B-factories.

The development of accelerators for e^+e^- physics is traditionally a domain where INFN contributes with outstanding and innovative ideas. A new proposal for a SuperB Factory has been initiated by INFN, which, if successful, would be producing e^+e^- interactions with an instantaneous luminosity of 10^{36} $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, about 2 orders of magnitude above the PEP-II luminosity achieved for the BaBar experiment. This increase is based on a new concept initiated by an INFN physicist and has received worldwide attention. The roadmap towards

such a facility proposed by INFN includes a feasibility study of the new beam crossing technique with the Daphne Collider at LNF during the next 2 years. Detailed studies to evaluate the physics potential will be pursued at the same time. This is crucial in order to fully evaluate the impact of such a facility and to form an international collaboration for this project. The possibility of using parts of PEP-II and of the current BaBar detector has been investigated and would allow reducing the cost. The INFN management has initiated an international review process of the proposal in order to reach a decision within the next two years.

INFN participates in the R&D program for ILC. Within CSN 1 contributions are part of the EUDET program, funded by the 6th framework program. The developments are focusing on pixel detectors, where INFN is one of the world leaders. The importance to continue with R&D in this area cannot be enough underlined.

In summary, the activities of CSN 1 are well balanced, the contributions to the flagship project of the field, the LHC, are highly visible and successful. The important role of INFN is internationally fully recognized. The technical realization for the LHC and its experiments were helped by a close collaboration with the Italian industry. Before the LHC startup, important results are still expected from the ongoing experiments in which INFN continues to participate. By contributing actively to the planning and R&D for future projects in accelerator based high-energy physics, INFN preserves and further develops successfully a variety of competences and activities.

Experimental Astroparticle and Neutrino Physics-CSN 2

The area of Neutrino and Astroparticle Physics is one in which INFN has traditionally maintained a strong presence, in particular with the existence of the Gran Sasso National Laboratory (LNGS), the largest in the world devoted to this field. In terms of personnel it is also one of the largest inside the INFN, with over 650 FTE. This figure has not changed significantly with respect to last year; however the budget for CSN 2 has been reduced considerably. The scientific productivity, as measured by the number of publications and their impact, has slightly increased and is highly visible in the international context, with INFN leading some significant experiments.

The INFN has taken steps towards implementing the recommendations of the CVI of last year to consolidate the activities in this area. Some experiments have come to an end in 2006 and there has been some consolidation of smaller experiments. INFN has a strong presence in a number of European activities promoted by ApPEC (Astroparticle Physics European Coordination

Committee), in particular in the ongoing preparation of the European Roadmap in Astroparticle Physics.

The activities of CSN 2 are grouped in 6 areas: Neutrino physics; search for rare processes; cosmic rays on earth; cosmic rays in space; gravitational waves; and general physics.

Neutrino Physics: Neutrino physics, with 26% of the budget, is the largest area of CSN2. A major effort is in the CNGS (CERN to Gran Sasso) neutrino project, aiming at the explicit detection of the oscillation of muon to tau neutrinos in a neutrino beam produced at CERN and studied by the OPERA and ICARUS detectors located at the Gran Sasso.

The first beam was sent to Gran Sasso in the summer of 2006 and neutrino interactions were seen in several detectors. ICARUS is pioneering the use of the Liquid Argon TPC technique which could be the basis of future large experiments. Data taking is expected to start next year. OPERA is being installed and will be completed by the spring of 2008.

Also at the Gran Sasso the BOREXINO experiment has started data taking in May of 2007. This is a solar neutrino experiment intended for the study of the particularly interesting Beryllium-7 neutrinos, but that can also detect other solar neutrinos and neutrinos of geophysical origin.

The MARE experiment, which has resulted from the merger of MINIBETA and MANU2, has as its objective the direct measurement of the electron neutrino mass with sensitivity below 1 eV. The first of the two phases of the experiment is ready to start.

Outside the Gran Sasso Laboratory INFN has participated in the K2K experiment in Japan, which has effectively finished in 2006 and confirmed the atmospheric neutrino oscillations with accelerator produced neutrinos. A decision to participate in some of the major neutrino experiments being planned or constructed elsewhere, such as T2K in Japan and NOVA in the US, has not been taken for the moment.

Search for Rare Processes: Three main areas of research are being pursued:

(a) Neutrinoless Double Beta Decay. One of the major future experiments in neutrinoless double-beta decay is CUORE at the LNGS. It is a collaboration between the INFN (50%), the US and China. Its predecessor, COURICINO, has been taking data since 2003 and has already given a strong limit in the half life of the process.

Another major future experiment, GERDA, is also prepared for the LNGS. It consists of enriched Germanium crystals inside a Liquid Argon bath. The phase-I of the experiment will start in 2008. In a second phase it is proposed to double the mass of Germanium, thus being able to check the claimed positive

detection in the Heidelberg-Moscow experiment. The INFN share of the experiment is 10%.

(b) Direct Dark Matter Searches. These experiments try to observe nuclear recoils induced by the interaction of dark matter particles with the target material. An experiment at the LNGS, DAMA, lead by INFN scientists, has claimed a positive observation. The experiment detects an annual modulation of the signal, which is a distinctive feature of interactions with dark matter particles present in the galactic halo as the Earth rotates around the Sun. The evidence was obtained in the first phase of the experiment. DAMA is now running with a six-fold increase in the same material and the first data will be released in 2008.

An innovative technique for searching for dark matter, based in a double phase (liquid and gas) Argon TPC, is that of the WARP experiment, a collaboration between the INFN (80% share) and the US. A 2.3 liter prototype of WARP has been successfully operated and has already produced competitive results. The 100 liter detector will be completed in 2007.

(c) Supernovae (SN) neutrinos. Searching for SN neutrinos is the objective of the LVD detector, also at the Gran Sasso, which has been in operation since 1992. LVD can also monitor the CNGS beam and it is a member of the SNEWS (Supernova alert system) network.

Cosmic Rays on Earth: This is the second largest line in CSN 2, with 21% of the budget. The ANTARES and NEMO underwater experiments aim at the detection of very high energy neutrinos of cosmic origin. ANTARES, when completed, will cover an area of 0.2 km² with 12 strings. At present 5 strings are already taking data and two more have been deployed. Some candidate neutrino events have already been seen. The INFN share of the experiment is 10%. NEMO is a demonstrator experiment for a future 1 km³ neutrino telescope. A 4-storey tower has been deployed and is now taking data. The INFN is also participating in the EU funded KM3Net design study.

The ARGO experiment is a INFN-China collaboration. It consists of a 10000 m² detector array at high altitude in Tibet. It aims at the study of gamma-rays (300 GeV to 10 TEV), CR (1 to 10⁴ TeV) and other physics. More than half of the array has been deployed.

Another ground based experiment with an INFN participation of 10% is AUGER, which studies the highest energy cosmic rays. All the 24 fluorescence telescopes and 75% of the surface detectors (water tanks) are operational. Many results are being obtained and they seem to confirm the GZK cut-off.

MAGIC is an experiment for the study of gamma rays at the lower end of the spectrum measurable from the ground. It consists of a single Air Cherenkov telescope of 17m diameter. A second telescope of the same size is under

construction. MAGIC has already produced many results, including the discovery of some sources. Its threshold energy is about 50 GeV.

Cosmic Rays in Space: CREAM is a balloon experiment in collaboration with NASA, to study the chemical composition and spectrum of CR in the 1 to 1000 TeV region. Analysis of the data from 2 flights is in progress and INFN will end its participation.

AMS2 is a magnetic spectrometer planned for the Space Station, to search for antimatter and dark matter and for CR studies. The satellite is being integrated to be ready in 2009, although there is not yet a guaranteed available flight in the Space Shuttle.

WIZARD is also a small magnetic spectrometer satellite to look for antimatter and dark matter, and to study CR. It was launched in 2006 and the first data will be presented soon.

AGILE is a small satellite for gamma-ray astronomy. It was launched in April of 2007 and the commissioning phase is now ending, with all the detectors working.

GLAST is a major satellite for gamma-ray astronomy with an area 100 times that of the very successful EGRET satellite. The launch by NASA is expected early next year.

Gravitational Waves: Italy hosts one of the major experiments in the world in this area, the VIRGO interferometer located near Pisa. It is now working in coincidence with the LIGO interferometers in the US. An upgrade of VIRGO (VIRGO+) is foreseen, which will bring the sensitivity at the level of LIGO.

There are also several resonant antennas, namely AURIGA and ROG, taking data, and DUAL, in R&D phase. AURIGA and ROG will continue monitoring our galaxy until VIRGO+ starts. DUAL is a new concept and aims for a demonstrator in 2009.

INFN is also involved in the LISA Pathfinder mission of ESA, a demonstrator for LISA, a giant interferometer in space, and R&D on the thermo-acoustic detection of cosmic rays in a superconducting bar (RAP), motivated by some anomalous signals seen in the Nautilus detector.

General physics: A number of experiments focus on fundamental physics such as the test of the equivalent principle (GGG, running), the measurement of G and of Newton's law at short distances (MAGIA, running), the dynamical Casimir effect (MIR, in R&D phase) and the study of QED vacuum polarization (PVLAS). PVLAS aims at measuring the change in polarization when linearly polarized light from a laser passes through a magnetic field. A rotation had been reported but with an upgraded hardware no signal is

detected for fields below 5.5T, excluding the physical origin of the previous result.

In conclusion, the program of CSN 2 is clearly very broadly positioned and of high scientific value, with some experiments which are at the forefront of the field in the world. Quite a few new results are expected soon. The INFN has maintained a very competitive program despite a significant budget reduction. It is also participating actively in several European initiatives promoted by ApPEC, which will result in a road map for the field. Based on this roadmap, the consolidation process of the program should continue.

Experimental nuclear physics-CSN 3

INFN has a broad research program in experimental nuclear physics covering all four areas considered by NuPECC as the main areas of nuclear physics research: Structure and dynamics of hadrons; Matter at high-density and temperature; Structure and dynamics of nuclei; and Nuclear astrophysics.

Structure and dynamics of hadrons: INFN research in this area combines participation in international collaborations (HERMES at DESY, AIACE at JLAB, CTT at MAINZ, LEDA at JLAB) with experimental programs at LNF (FINUDA at LNF, SIDDHARTA at LNF). The experimental programs at LNF are devoted to the study of strangeness nuclear physics (hypernuclei and kaonic atoms) with the purpose of extracting properties of the interaction of strange particles, Λ 's and K 's, with the nucleon. The external program is in part also devoted to hypernuclei (LEDA), but includes the study of baryon resonances in the nuclear medium (CTT), the study of the contribution of orbital angular momentum to the nucleon spin (HERMES) and of the structure functions of the nucleon (AIACE). An interesting proposal was presented to the Committee for the short range plans of LNF, namely the exploitation of the Raimondi-Shatilov-Zobov idea to increase luminosity at DAΦNE. If successful, it will allow continuation of the research programs at LNF for the upcoming years (FINUDA and AMADEUS). The long term plans in this area, namely the participation in PANDA and PAX, both at FAIR, are well developed, focusing on the new opportunities which will be provided in Europe by the construction of the FAIR facility at GSI.

Matter at high-density and temperature: The INFN effort in this area is almost exclusively devoted to the development of ALICE at CERN-LHC. There is a participation in IPER at CERN which has produced the interesting result that the mass of vector mesons, in particular the ρ meson, is not changed in high-density matter, while its width is. The detector development at LHC-ALICE appears to proceed well. Data taking for ALICE is expected to start in the spring 2008 for pp collision and presumably in 2009 for heavy ion collisions. In

view of the major contribution of INFN in ALICE (ITS, HMPID, TOF, Muon Arm and ZDC), the CVI found it rewarding to see that some of these projects are becoming a reality. Since calculation power is of utmost importance for LHC, the CVI noted with interest the development of ALICE-GRID, with the construction of two Tier2 centers and two more in planning. An evaluation of research for this area must await 2009-2010 when the first results will become available. The intention is to measure heavy flavor production, jet production and quarkonia production, all of which may be indicators of the transition to a de-confined phase of quarks and gluons.

Structure and dynamics of nuclei: This part of the research program is almost exclusively carried out at the two National Laboratories, LNL and LNS, except for GAMMA running also at GANIL and GSI. The cryogenic problems at LNL have been solved and the PIAVE-ALPI complex delivers beams with good intensity. Experiments are GAMMA at LNL, PRISMACLARA at LNL and EXOTIC at LNL. Results on the spectroscopy of light and medium mass nuclei are interesting, especially the study of the proton halo structure in ^{17}F , and the study of the shell structure of the neutron rich nuclei ^{36}Si , ^{40}S . GAMMA at GSI has also produced very interesting results on the dipolar vibrations of the neutron skin in ^{68}Ni .

The future of LNL relies on the development of the project SPES. A new idea was presented to the CVI for an ISOL-NEW target with a lamellar structure. If successful, this target will allow production of radioactive beams in a single step, rather than the two-step process of GANIL-SPIRAL2. It is of utmost importance however to complete the SPES project before 2012-2013, which is the projected completion date of GANIL-SPIRAL2. LNL will also have the opportunity of doing very interesting physics in the short-range by exploiting the AGATA detector that will be stationed there in 2008-2009.

The research program at LNS is oriented to the study of the equation of state of nuclear matter, especially its isospin dependence (ISOSPIN at LNS). The CHIMERA detector has been extremely useful in this study. Another interesting result presented to the CVI related to the di-proton decay from $^{18}\text{Ne}^*$. This result needs to be confirmed but could potentially be of great importance. The future of this area at LNS is linked to the development of the project EXCYT. In 2006 a beam of ^8Li was extracted with intensity of $\sim 10^3$ particles per second. This intensity has been improved ($\sim 10^4$) and experiments for 2007 are planned (BIGBANG, RCS, RSM, MAGNEX-RIB). The plans for the future of EXCYT, beyond 2007, need to be developed.

Nuclear Astrophysics. The INFN research program in this area is carried out at the two National Laboratories LNGS and LNS. LUNA at LNGS has produced some interesting results on reactions of astrophysical interest, primarily $^3\text{He}(\alpha, \gamma)^7\text{Be}$. The future for this research line at LNGS is the R&D for a 4MV

tandem. At LNS the experiment ASFIN is studying light elements nucleosynthesis. However, this part of the INFN research program could be further expanded at LNS with the improvement of EXCYT. A future plan for astrophysics at LNS can be developed only after the running of the experiment BIGBANG.

In conclusion, the INFN research program in experimental nuclear physics continues to be of very high standard and comparable to that of other European countries (France and Germany). Progress has been made at the National Laboratories LNL and LNS to increase the intensities of the beams and to make more beams available. The ALICE program is on the verge of being completed and it will soon enter the measurement phase. Establishing an Italian role in FAIR at GSI has proceeded. Excellence in nuclear astrophysics has been maintained. The goal of developing the National Laboratories LNL, LNS and LNF has however received a drawback due to budgetary problems. The CVI feels that the development of a long term program for the National Laboratories is of utmost importance to maintain the role that Italy has in experimental nuclear physics in Europe.

Theoretical physics-CSN 4

INFN plays a particular role for Theoretical Physics in Italy. It covers areas such as Theoretical Particle Physics, Theoretical Nuclear Physics, Mathematical Physics and Statistical Physics. In these areas essentially all groups with a significant scientific activity are financed by INFN.

The large majority of Theoretical Physics groups supported by INFN belong to the Universities and the senior researchers are University Professors. INFN has very few senior theorists on its own payroll. INFN support covers running expenses, computing facilities, travel money, organisation of Schools, Workshops and Conferences, as well as student and postdoctoral fellowships and some junior positions. Without INFN support Theoretical Physics in Italy will simply stop functioning. Due to recent budget cuts many projects for medium scale computing facilities had to be abandoned or postponed.

Among the groups supported by INFN several are of world class. In Theoretical Particle Physics Italy has a leading role in Europe and many Italian theorists are holding senior positions at CERN as well as many European and American Universities. In Statistical Physics, and especially the Physics of disordered systems, the Italian School is probably the best worldwide.

The Galileo Galilei Institute has been a success. The programmes run so far were of very high scientific level. The CVI congratulates the Scientific Committee of the Institute. For the moment the Institute seems to stand very well the competition of similar institutions in Europe and the United States

such as the Newton Institute, the Henri Poincaré Institute, and the Santa Barbara Institute. The attractiveness of the City of Florence is a very good asset.

The APE project started many years ago and aimed at the design, construction and configuration of large computers dedicated to particle physics calculations, most prominently, but not uniquely, lattice simulations of QCD. These calculations are particularly demanding in both speed and memory, both of which were, and are still to a certain extent, putting severe limits to practical calculations. The project has evolved over the years, has been extremely successful and has established Italy in the forefront of scientific research in this field. The physicists involved have developed novel techniques in every aspect of it, starting from the hardware of the computer itself and going to new fast algorithms as well as more theoretical problems, such as that of chiral fermions on the lattice, or the reformulation of the renormalisation programme. In all these problems the Italian physicists took often the leading role in international collaborations. A rich harvest of results was obtained which includes the standard questions on the spectrum of light hadrons, but also the computation of the hadronic matrix elements appearing in weak decays, as well as problems outside high energy physics, such as the numerical study of various disordered systems, or the application of statistical mechanical methods to problems of complexity. All efforts should be deployed to guarantee the continuation of the project.

Technological and interdisciplinary research-CSN 5

The activities in this area are well in line with the mission and tasks assigned to this Committee. They cover three areas: accelerators; detectors; and applications of cutting-edge technologies in interdisciplinary and life science fields.

The projects are carried out in typical timeframes of 2-3 years and are based on several collaborations. These collaborations are not only confined to INFN and academic frame, but are also open to industrial entities.

The collaborations with certain industrial sectors have been aiming both at jointly developing the most appropriate technologies and equipments to meet the specific needs of the INFN activities and also at transferring to industries some technologies originally developed and mastered by the CSN 5, with a clearly positive social and economical impact.

The proposals for the projects are submitted to an evaluation process for their selection which appears to be appropriate. Out of 127 projects which were evaluated, 106 have been approved, 5 experiments being funded 100% and 8 funded over 80%. The evaluation process has taken into account a variety of

elements such as: acquisition of leadership in cutting-edge technologies, interdisciplinary context, technical and scientific collaborations with industries in view also of a potential technology transfer and training.

The total allocated budget of 3.4 ME, however, has been only 47% of the original request: this is a somewhat penalizing budget in view of the broad technological targets foreseen for this Committee and the relevance also in term of potential social and economic impact of some of them.

The available budget has been split into the three areas of activities in the following way: 31.5% for interdisciplinary projects, 29.3% for detector projects, and 21.7% for accelerator projects.

The number of projects for the year 2007 compared to 2006 increased about 10% in the fields of detectors (44) and interdisciplinary research (41) and decreased some 20% for accelerator related activities (21).

To keep managing projects effectively and efficiently it will be important to actually maintain a constant monitoring of the project evolution, as foreseen by the evaluation process. As to the R&D interdisciplinary and application driven experiments it is also important that the end-users be possibly involved already at the proposal stage.

Detectors: The main projects are GINT, MATRIX and SLIM-5. The GINT radiation detector has required and led to the successful development of carbon nanotubes patterned structures based on nanolithography and the achievement of their good growth control. This outcome might be prone to spin off in other application areas.

MATRIX is an integrated project for the development of a large area silicon sensor array with a large dynamic range and low noise front-end electronics for the charge identification of relativistic cosmic rays. A 64 pads, 6", prototype has been developed as a building block for the array.

SLIM-5 is a silicon detector having low interactions with material, based on the development of thin silicon tracker systems which is crucial to reduce multiple scattering effects for future collider experiments; 6 APSEL chips based on deep Nwell CMOS MAPS design have been produced.

Accelerators: The main projects are HCCC, ARCO, and SPARC:

HCCC (Halo Collimation through Crystal Channelling) which has allowed studies concerning channelling and volume reflections in strip silicon crystals;

ARCO, an international collaboration project, where CSN5 has the task of developing the internal coating of RF cavities with the best performing superconducting Nb or Nb-Cu films deposited by the UHV arc technique; for this purpose a new version of the cavity coating device has been studied and some specific plasma parameters have been analysed.

SPARC, in whose frame a special movable emittance-meter for the FEL project has been developed and SALAF, a project aimed at producing accelerating sections at 11 GHz, wherein a copper prototype has allowed showing a good agreement between numerical and experimental results of relevant RF parameters.

Interdisciplinary Research: The main projects are MAMBO and MAGIC-V, related to life science and NUTELLA, PESA, DANTE related to environmental or material sciences.

The MAMBO project is aimed at investigating possible advantages in using Thomson Backscattering based X-ray source in mammography. The practical implication should be the possibility to observe a phase contrast when absorption contrast is undetectable and distinguish between different kinds of soft tissues.

MAGIC-V (Medical (Imaging) Application on a GRID Infrastructure Connection)) is finding application in mammography (it is now in use at several Italian hospitals and in a hospital in Alexandria-Egypt), lung CT analysis, neuro-images to facilitate Alzheimer's disease diagnosis (started in 2007). The application to mammography related technology appears to be ready to technology transfer.

NUTELLA (Nuclear Techniques for Environmental Pollution Analysis) can have practical applications as, for example, to atmospheric particulate analysis (underway, in collaboration with the Tuscany region). It might be interesting to investigate its potential application in the analysis of PM pollution particularly from diesel cars.

PESA (Proton Elastic Scattering Analysis) is aimed at a non destructive detection of H, C, N, O in matter with fast response and very high sensitivity in a multielemental analysis;

DANTE (Development of Analytical Nuclear Techniques) is addressed at innovative set-ups and methodologies for material analysis with ion beams, applicable to fields such as cultural heritage, geology, material science.

The scientific and social/economical impact of the above mentioned projects is clearly visible and fully justifies the allocation of adequate resources for these projects.

Some of the achievements of the CSN5 activities have led to a concrete technology transfer. The most recent examples, mentioned during the meeting, are:

- "Cubo Magico", a dosimeter based on strip and pixel ionization chambers, originally proposed for hadron therapy, now a conventional radiotherapy dosimeter manufactured by a company,

- SC(EN)T a new superconducting cyclotron for exotic nuclei therapy. The project has been approved in 2003 with the support of the Sicily region to be set it up in Catania; in July 2006 a cooperation agreement has been finalized between the Belgian company IBA and INFN for the construction and marketing of this cyclotron which is now being implemented.

The excellent world class INFN contributions keep proving their great impact on basic science progress and on training of high level researchers. These contributions prove also to be beneficial in promoting the enhancement of the technological level of the Italian companies involved in collaborations with INFN and capable to create concrete technology transfer to industry.

CVI recommends developing a more systematic policy to further favour linking CSN5 projects to industry, capitalizing on CSN 5 and more generally INFN knowledge stock. This implies the setting up an appropriate IP policy, desirably based on few basic patents rather than on an excessive and redundant patent portfolio which may turn out to be a barrier to industrial interests.

CVI also recommends making INFN activities and particularly CSN 5 activities even more visible and appreciated not only for science but also for their impact on social and industrial domains. Further efforts should be made to disseminate information about INFN activities on a regional basis. This could also help increasing funding from regional governments, particularly for the projects related to health care and prevention and cultural heritage to which regions are usually more sensible.

Socio-Economic Impact

The 2007 report on the INFN scientific productivity and its socio-economic and interdisciplinary impact, prepared by dedicated INFN Working Group (GLV), provided the CVI with an impressive overview of the scientific highlights, the student and graduate training, the technological highlights, the economic impact and the scientific productivity in an international comparison. The report analyses the impact of INFN research in training, dissemination of scientific culture, the development of frontier technologies and their interdisciplinary implications, including a quantitative analysis of the impact of INFN research on the national economy. In a second part the scientific productivity is analysed in the international context.

Based on the report the CVI came to the conclusion that INFN is performing very well on an international scale in all the areas mentioned above: INFN plays a key role in Italy in physics education at all levels, is very successful in its programmes to bring science to the public, dedicates significant resources to developing frontier technologies and making them available for

interdisciplinary research. The impact of INFN research on the Italian economy was analysed and showed the impressive effect of training of industrial companies by providing them with INFN expertise in high technology products. In short, the data underline very clearly the importance of fundamental science for society.

Concerning the evaluation of scientific productivity the CVI would like to point out, however, that the monitoring of scientific productivity through bibliometric analysis can only partially reflect the true scientific impact and should mainly be used to complement peer reviews.

Resource and Financial Management

Since 1997 INFN, like all the other Institutes of the Public Sector, is constrained by various limits, beginning with cash limits in 1997 and ending with staff limits; the main aspects of legislation which applies to the over all research field are:

- the budget authorisation of the Institute is constrained by a cash limit so that a forced saving is imposed; the cash limits apply bimonthly (with possible exceptions);
- operational expenses and temporary staff are limited and procurements are centralised by a public corporation;
- an increase in permanent staff is forbidden.

As the CVI noted in its 2006 report past cash-flow limits to budget authorisation led to an increasing forced saving, which reached a peak in 2002. Since then the budget assignment is decreasing. Resources from external funds and special projects represent, at best, 2-3% of the total resources. Moreover in 2006 the cushion of the forced saving, which has been used to finance some large projects producing payment on a multi-annual basis, has disappeared, so that the budget assignment will be binding.

The change in total expenditures from 2004 to expected 2007 is described in the following table

	Operation %	Personnel %	Research %	Budget M€
2004	24.9	41.7	33.4	280.3
2005	24.8	44.8	30.4	274.7
2006	24.0	46.7	29.3	269.2
2007	21.7	54.2	24.1	258.4

There is a clear trend: Personnel expenses have increased, in three years, from 117 M€ to 140 M€ (+20%), due to contractual renewals; operation expenses have decreased by the same percentage (from 69.9 M€ to 56.1 M€), but research expenses suffered a strong decrease, - 33%, from 93.6 M€ to 62.3 M€.

INFN has a special characteristic with respect to other Institutes of the research sector; until few years ago the personnel expenses were around 40% of total budget, while in general they are the greater share, and in some Institutes they represent the largest fraction of the budget (up to 90%). When there is a contractual renewal, Institutes with a big share of personnel expenses *must* receive an increase in budget in order to be able to pay wages, and at least a minimum amount of operational expenses. INFN, on the contrary, did not receive any increase in budget in order to cover the wage increase, and therefore had to strongly decrease its project funds. As a consequence INFN was unable to start new projects and forced to even cut existing ones.

The CVI would like to point out that in the research field (in part even in the case of the theoretical research), physical and human capital is mainly complementary and can not substitute each other.

The CVI was informed that there is hope for an increase of resources in 2007 and following years which may help in avoiding the cut of further research projects; the Ministry decree would be probably issued in November.

In its report of last year the CVI wrote that “we have to point out that the flat (or even decreasing) trend of total financial resources in nominal terms, leads to an almost general cut for new projects, since they imply new and more expensive machinery; this throw a shade on the ability of INFN of maintaining the high standard which rightly INFN has obtained so far”. The statement remains unfortunately true since the three year plan, which was formally approved by MUR, depends on the availability of funds which are uncertain.

Acknowledgment

The CVI would like to thank the President of INFN, the Executive Board, the chairs of the scientific sections and the speakers for the information and material provided for the review.