



RAPPORTO D'ATTIVITA' 2008
E
PIANO TRIENNALE
2009-2011

INDICE

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

- **1. RAPPORTO D'ATTIVITA' 2008**
 - 1.1 FISICA SUBNUCLEARE 9
 - 1.2 FISICA ASTROPARTICELLARE 22
 - 1.3 FISICA NUCLEARE..... 30
 - 1.4 FISICA TEORICA 37
 - 1.5 RICERCHE TECNOLOGICHE E INTERDISCIPLINARI 46
 - 1.6 ATTIVITA' DEI LABORATORI E DELLE INFRASTRUTTURE 51
 - 1.7 RISORSE DI PERSONALE 69
 - 1.8 ATTIVITA' DI COMUNICAZIONE E IMPATTO SOCIO-ECONOMICO ... 73
 - 1.9 PROGETTI UNIONE EUROPEA 81
 - 1.10 DISPONIBILITA' FINANZIARIE. 85

- **2. PIANO D'ATTIVITA' 2009-2011**
 - 2.1 FISICA SUBNUCLEARE 89
 - 2.2 FISICA ASTROPARTICELLARE 99
 - 2.3 FISICA NUCLEARE..... 106
 - 2.4 FISICA TEORICA 115
 - 2.5 RICERCHE TECNOLOGICHE E INTERDISCIPLINARI 121
 - 2.6 ATTIVITA' DEI LABORATORI E DELLE INFRASTRUTTURE 125
 - 2.7 RISORSE DI PERSONALE 135
 - 2.8 ATTIVITA' DI COMUNICAZIONE E IMPATTO SOCIO-ECONOMICO. 144
 - 2.9 PROGETTI UNIONE EUROPEA 148
 - 2.10 DISPONIBILITA' FINANZIARIE. 148

- **APPENDICE**

- **A1. L'ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**
 - A1.1 LA MISSIONE 153
 - A1.2 STRUTTURA E ORGANIZZAZIONE 154
 - A1.3 PERSONALE: TIPOLOGIA..... 156
 - A1.4 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 2008 DEL COMITATO DI VALUTAZIONE 173
 - A.3 PIANO TRIENNALE DI AZIONI POSITIVE PARI OPPORTUNITA'

HIGHLIGHTS

- La prova di funzionamento dei rivelatori LHC nel giorno in cui il fascio di protoni è circolato per la prima volta il 10 Settembre.
- Il limite sulla massa del bosone di Higgs da parte del Tevatron che per la prima volta ha raggiunto il valore del Modello Standard.
- La scoperta del mesone η_b da parte di BaBar.
- Ai LNF il successo del nuovo progetto della zona di interazione con il “crab waist”, che ha portato a un sensibile aumento della luminosità di Dafne. Questo riapre la competitività dell’acceleratore di Frascati e le prospettive di fattibilità di una “flavour factory” ad altissima luminosità; il Consiglio Direttivo su queste basi ha approvato il progetto “Super TDR” prossimo passo verso questa “flavour factory”.
- Il completamento, lancio e primi risultati dell’apparato GLAST/FERMI dedicato alla gamma astronomia nello spazio.
- La misura del flusso di antiprotoni e positroni dell’esperimento PAMELA nello spazio e le implicazioni sulla materia oscura.
- La misura per la prima volta al mondo con lo stesso rivelatore dello spettro dei neutrini solari del Berillio 7 e del Boro 8. Tale misura, eseguita con il rivelatore Borexino nei laboratori del Gran Sasso, conferma la transizione da oscillazioni nel vuoto a oscillazioni con effetto materia dei neutrini solari.
- La conferma di una modulazione annuale, possibile evidenza di materia oscura, dell’esperimento DAMA/LIBRA.
- Il raggiungimento delle sensibilità di progetto a media e alte frequenze dell’interferometro VIRGO per la ricerca delle Onde Gravitazionali.
- Completamento di ALICE, rivelazione di raggi cosmici e rivelazione nel tracciatore a pixel di muoni prodotti dal “dump” del fascio di LHC nel test di iniezione.
- Prima misura del decadimento a due protoni del nucleo ^{18}Ne alla proton drip line, in grado di separare le componenti dirette e sequenziali e quindi di evidenziare gli effetti della forza di pairing al debole legame nucleare di questo nucleo (LNS-FRIBS).

- Evidenza di effetti di attenuazione adronica e determinazione della loro dipendenza dalla massa nucleare nelle misure semi-inclusive di diffusione di elettroni profondamente inelastica (HERMES).
- L'esperimento PLATONE ha completato la caratterizzazione di un plasma generato da un laser a 1064nm con 1010W/cm² di potenza incidente, misurandone la temperatura, la densità e la distribuzione dell'energia e degli stati di carica degli ioni prodotti, nonché determinando il campo elettrico accelerante prodotto nel plasma e la temperatura equivalente nel "plasma core".
- L'esperimento TRAPRAD2 ha raggiunto l'obiettivo della prima produzione di radioisotopi di Francio all'interno di trappole magneto ottiche. I risultati ottenuti hanno permesso la definizione di un nuovo programma sperimentale finalizzato alla misura della violazione di parità atomica.
- L'esperimento GINT ha realizzato un rivelatore di radiazione basato sui nanotubi di carbonio dimostrando che essi sono sensibili alla radiazione secondo uno spettro che presenta il massimo della sensibilità nell'ultravioletto, laddove i rivelatori a silicio presentano invece una bassissima efficienza. Ha dimostrato la fattibilità di fotocatodi con pixel micrometrici ed ha realizzato il primo rivelatore al mondo fatto di nanotubi di carbonio depositati su un substrato di zaffiro.

PREFAZIONE

Il Piano Triennale 2009-2011 è organizzato in due sezioni: il rapporto di attività del triennio 2006-2008 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 prima di questa introduzione, ripercorrono alcune delle mete più significative raggiunte.

Molte sono le attese degli esperimenti internazionali ai quali l'Istituto partecipa. Innanzitutto quelli dell'acceleratore LHC del Cern: dopo una prima "messa in moto" seguita da un danneggiamento di lieve portata dovuto ad alcune saldature imperfette, il suo funzionamento, dopo un rigoroso programma di revisione e di ulteriore protezione da eventi dannosi, è atteso per il prossimo autunno. Un programma ininterrotto di misure per circa un anno porterà la macchina ai primi risultati mandando in pensione l'acceleratore ad oggi più competitivo, quello americano di Fermilab presso Chicago. L'INFN partecipa a tutti gli esperimenti, con contributi oltre che finanziari soprattutto di idee e di originalità, riconosciuti dalle popolose collaborazioni internazionali che li costituiscono, migliaia di fisici provenienti da decine di Paesi. A testimonianza del riconoscimento dell'eccellenza italiana, la scelta per i due maggiori esperimenti di un responsabile italiano, e del vice responsabile per il terzo esperimento.

Questioni come la natura dei costituenti più abbondanti dell'Universo, diversi da quelli che costituiscono il mondo che vediamo ai telescopi, ma responsabili di quella materia oscura che domina l'evoluzione del Cosmo, l'asimmetria materia antimateria, quasi impercettibile, ma fondamentale per la nostra esistenza, l'origine delle masse differenti che hanno i diversi mattoni cosmici collegata all'esistenza del mitico "bosone di Higgs", il vero numero di dimensioni dello spazio-tempo in cui siamo immersi potrebbero trovare risposta dai risultati dell'LHC, il più potente microscopio mai costruito capace di indagare la struttura della materia e le fluttuazioni del vuoto quantistico a distanze di decimi di miliardesimi di miliardesimi di metro. Se il triennio precedente è stato caratterizzato dai preparativi, il prossimo sarà quello dei risultati.

Nel settore delle astro-particelle, l'Istituto scruta le proprietà dei raggi cosmici e la natura dei nuovi messaggeri dell'universo, quali i neutrini o le onde gravitazionali, da una molteplicità di osservatori. Quelli dello spazio, con l'inizio delle missioni di Fermi, un satellite dalle prestazioni che molto devono al tracciatore italiano, di Pamela, una piccola missione dai grandi risultati che potrebbero confermare l'esistenza della materia oscura ad AMS, capace rivelare l'antimateria con sensibilità mai raggiunte, in volo per la fine del triennio prossimo. I grandi osservatori a terra, distese di rivelatori capaci di raccogliere gli enormi sciami di particelle generati da acceleratori cosmici alle più alte energie mai misurate sia nelle distese argentine, Auger, che sugli altopiani del Tibet, Argo, entrambi ora pienamente funzionanti. Gli osservatori sottomarini che cercano i neutrini di altissima energia con torri di osservazione alte 700 metri ancorate nelle profondità marine, come il progetto "Nemo" al largo della Sicilia, la cui costruzione potrebbe iniziare già tra un anno nel quadro di una collaborazione europea. E ancora il laboratorio Europeo per le onde gravitazionali a Cascina, vicino Pisa, con la partecipazione francese e prossimamente anche olandese, che ha raggiunto la sensibilità di progetto e si avvia alla campagna di misure, Infine, fiore all'occhiello delle ricerche italiane in questo settore è il laboratorio del Gran Sasso, il più grande per estensione e per ricchezza dei programmi di fisica dei laboratori mondiali sotterranei. Dai successi di Borexino sulla natura dei neutrini solari ai risultati intriganti di Dama sulla materia oscura, dalle imponenti realizzazioni di Opera e Icarus, entrambi al loro debutto sui neutrini provenienti dal Cern di Ginevra, ai futuri esperimenti Warp per la materia oscura e Cuore per determinare l'esistenza di un tipo di neutrini ipotizzati per la prima volta da Ettore Majorana, i laboratori del Gran Sasso sono alla frontiera, in alcuni casi senza competizione, in alcune delle ricerche più affascinanti delle astro-particelle.

La fisica nucleare partecipa della trepidazione per il funzionamento dell'LHC, dove l'esperimento Alice tenterà di produrre un nuovo stato della materia nucleare. Sempre a nuove forme di aggregazione di protoni e neutroni, ancorché instabili, si rivolge la sperimentazione con fasci di ioni radioattivi che alla fine del 2008 ha mosso i suoi primi passi con la decisione del Consiglio Direttivo dell'Istituto di finanziare un ciclotrone capace di alimentare la produzione di fasci radioattivi a Legnaro. Lo stesso ciclotrone potrebbe contemporaneamente alimentare un piccolo reattore di quarta generazione raffreddato al piombo rilanciando la ricerca nel settore dell'energia nucleare. La nascita di un progetto strategico chiamato INFN-E, ovvero dedicato all'energia nucleare, segna la volontà di fornire supporto e innovazione in questo settore: in esso sono convogliati gli sforzi nel campo della fusione con la partecipazione al progetto europeo ITER e al programma "broader approach" come pure le attività in tema di monitoraggio del materiale fissile, lo sviluppo di dispositivi di sicurezza e la formazione del futuro personale che potrebbe un domani gestire impianti

nucleari in Italia. Infine, il nucleare per la medicina, al quale l'Istituto sta dedicando molti sforzi, in particolare attraverso lo sviluppo di acceleratori per la cura dei tumori; nel 2009 verrà inaugurato a Pavia un centro oncologico che ha visto l'INFN protagonista della fase di costruzione del sincrotrone, e attraverso lo studio di piani di trattamento per i pazienti sempre più accurati, basati sui processi nucleari di base nelle interazioni dei fasci con le cellule umane.

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. Il test di un nuovo disegno della zona di interazione dei fasci è stato sperimentato con successo nel 2008 aprendo la porta al 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 straniera, 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 una notevole economia di investimento globale. Inoltre, il Consiglio dei Paesi membri del Cern, che da poco ha assunto la responsabilità di coordinamento della fisica delle particelle in Europa, sta procedendo nella fase di valutazione per arrivare già nel 2009 a definire il progetto come portante per la strategia europea. 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 scientifica dell'INFN rinnovata negli anni da un'attenta politica di formazione sono necessari finanziamenti specifici che, avvalendosi anche dei fondi messi a disposizione dal crescente impegno in infrastrutture di ricerca delle Regioni, prevedano piani di sviluppo su base pluriennale per progetti come la superB, il rivelatore sottomarino al largo della Sicilia, l'inserimento di Legnaro in un nuovo piano di ricerca sull'energia nucleare o eventuali sviluppi ulteriori del laboratorio sotterraneo del Gran Sasso.

Tutti questi progetti, oltre a varcare i limiti attuali della conoscenza, costituiscono motori di innovazione tecnologica che l'Istituto vuole mettere a disposizione del mondo produttivo per cooperare allo sviluppo dell'alta tecnologia.

Le leggi finanziarie susseguitesesi negli ultimi anni stanno allontanando sempre di più il livello dei finanziamenti del 2001, preso come riferimento, da quello oggi disponibile, con un bilancio assestato per il 2008 di circa 275 milioni di Euro contro un valore 2001 rivalutato per l'inflazione che ammonterebbe oggi a circa 340 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 roadmap di due anni fa resi oggi ancor più realistici dalle innovazioni apportate dai propri ricercatori.

Ad una politica di infrastrutture, va accompagnata una politica di reclutamento basata su criteri di merito e con regole trasparenti di accesso. Il processo di stabilizzazione si avvia a compimento per lasciare di nuovo il passo ad un periodo di concorsi che, preceduti da varie forme di selezione successiva nelle fasi di tempo determinato, dovrebbe portare a rinnovare e ringiovanire l'insieme dei ricercatori.

Il processo di selezione nella ricerca non porta al precariato solo se sostenuto da misure concrete atte a valorizzare il patrimonio delle conoscenze acquisite in settori esterni alla ricerca di base e su questo punto l'Istituto sta concependo programmi specifici.

1. RAPPORTO D'ATTIVITA' 2008

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

- Fisica subnucleare
- Fisica astroparticellare
- Fisica nucleare
- 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

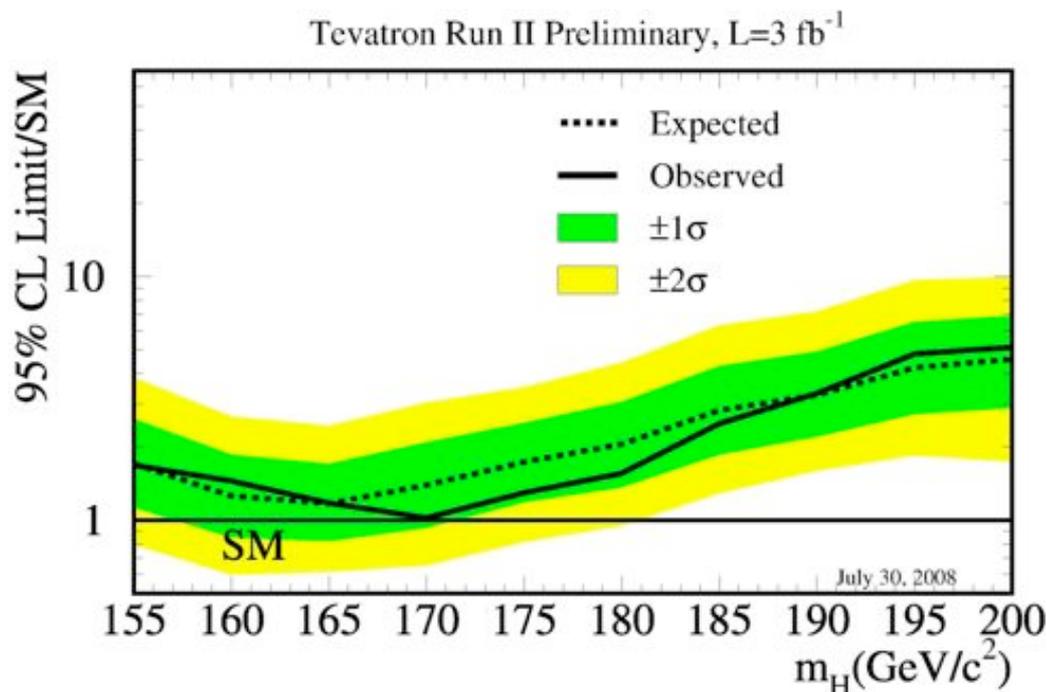
Le ricerche degli esperimenti di fisica subnucleare hanno lo scopo di studiare le particelle elementari le loro interazioni, con particolare attenzione alle verifiche sperimentali delle predizioni del Modello Standard delle interazioni fondamentali e alla possibilità di cogliere segnali di fisica che vada oltre quanto sin qui conosciuto. La verifica di gran lunga più attesa è la osservazione del bosone di Higgs, particella prevista teoricamente la cui rivelazione costituirebbe 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 2010 una luminosità integrata di circa 8fb^{-1} . Questa statistica permetterà a CDF dove la componente italiana ricopre ruoli vitali di proseguire la sua ricerca del bosone di Higgs, affinare gli studi del quark top, scoperto dall'esperimento qualche anno fa, e approfondire quelli della fisica del B con un importante potenziale di scoperta indiretta di nuova fisica.



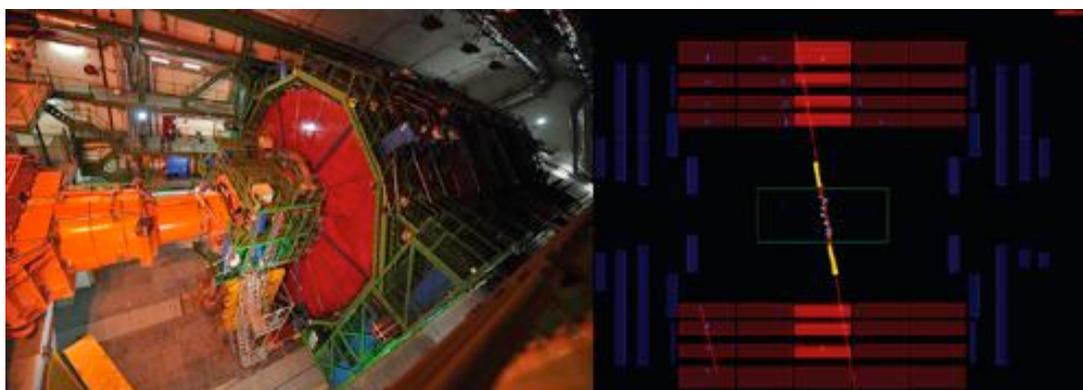
Nel corso del 2007 il funzionamento dell'acceleratore è stato eccellente ed è stato raggiunto il valore massimo della luminosità di picco e integrata. L'INFN è da più di 20 anni

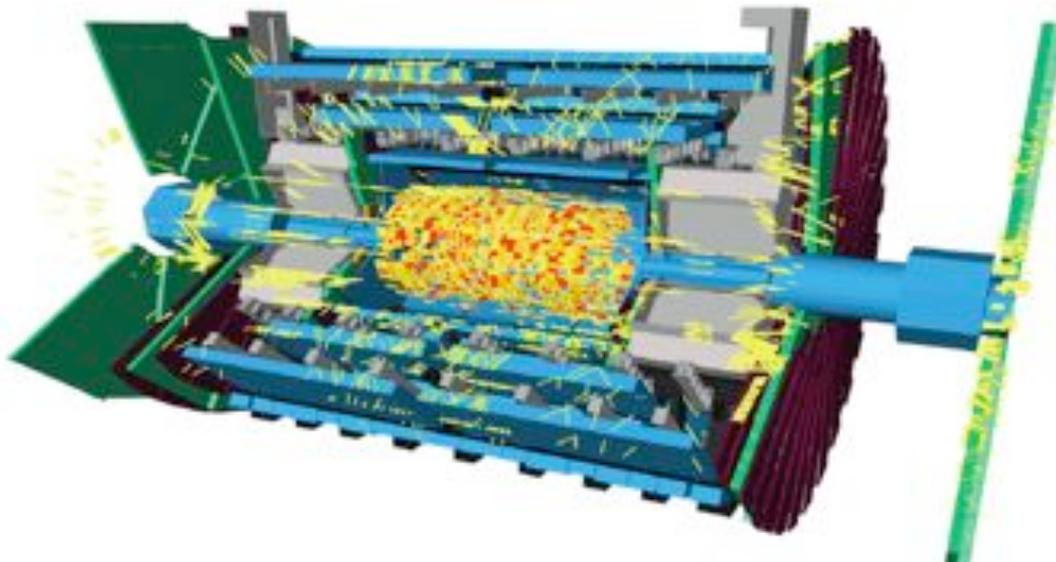
uno dei maggiori partner dell'esperimento e, oltre alle rilevanti responsabilità su molti dei rivelatori (quali il rivelatore di vertici al silicio) i ricercatori dell'INFN ricoprono anche importanti responsabilità nell'analisi.

La sfida della fisica delle particelle del ventunesimo secolo è rappresentata dalla sperimentazione all'LHC, ormai in funzione 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.

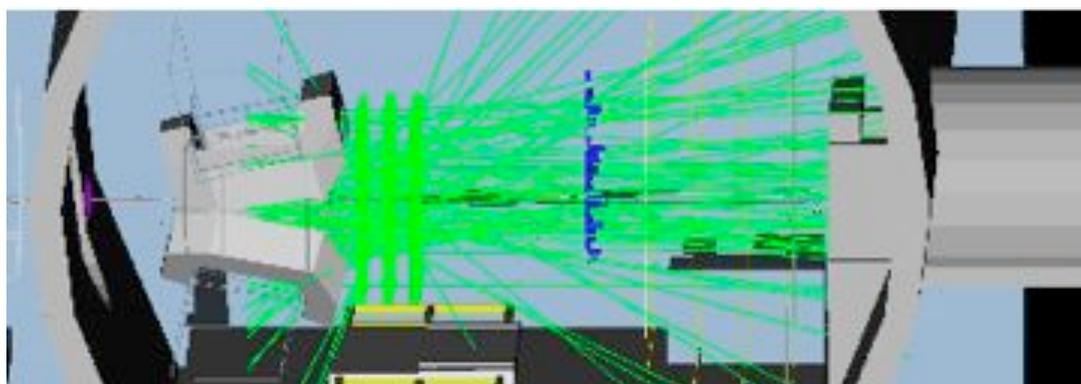
I dettagli della sperimentazione all'LHC rappresentano in tutti gli aspetti una sfida di dimensioni che non ha sinora precedenti, sia come complessità e dimensioni che come ampiezza delle collaborazioni.

I due grandi esperimenti ATLAS e CMS hanno terminato la costruzione dei propri complessi rivelatori e hanno praticamente 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 sia in grado di fornire le collisioni. I fisici INFN rappresentano circa il 15% delle due grandi collaborazioni e ricoprono importanti incarichi di responsabilità.





Oltre ad ATLAS e CMS, anche LHCb che ha un set-up specializzato alla misura della violazione di CP nella fisica del B e anche esso con una forte componente INFN è in attesa delle prime collisioni.



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

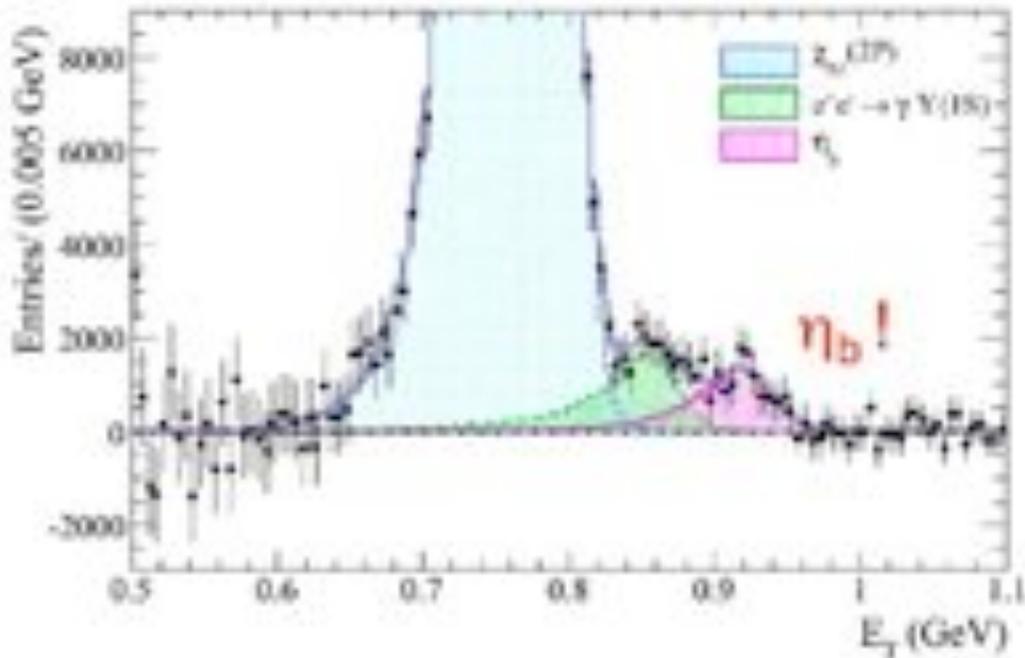
L'attività in corso è accompagnata da una intensa preparazione al computing che sarà necessario per fare fronte alla mole di dati che LHC fornirà; si stanno sviluppando tecnologie basate sulle griglie computazionali (GRID) che permetteranno di distribuire il carico su una rete mondiale di computer, anche 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. La prima, lunga, campagna di presa dati è terminata nel 2006. Nel corso del 2007 l'analisi degli eventi raccolti ha permesso di ottenere risultati importanti sulla misura di V_{us} , sulla teoria perturbativa chirale, 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.

L'analisi dei dati raccolti dall'esperimento NA48 al CERN per lo studio dei decadimenti rari dei mesoni K e della violazione di CP, è praticamente stata completata. Tuttavia una collaborazione basata sulla precedente e ribattezzata NA62 ha eseguito nel 2007 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.

Il collisore elettrone-positrone PEP-II, simile ma ad energia più elevata di Dafne a Frascati, ha terminato nel 2007 la sua funzione presso i laboratori SLAC (USA). L'evento, anticipato rispetto alle previsioni, è stato causato da vincoli di bilancio introdotti nella finanziaria americana. Questo ha causato la fine della presa dati dell'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 2008 ha proseguito nel programma di misurare sebbene con diversa precisione tutti gli angoli e i lati del triangolo unitario. I risultati stanno superando le più ottimistiche previsioni di inizio esperimento. L'ultima parte della raccolta di dati è stata dedicata a studi dei modi di decadimento delle risonanze (2S) e (3S) e a una spazzolata dell'energia fino alla risonanza (6S). La scoperta della particella η_b è frutto di questa ultima campagna. Inoltre BaBar studia nuove risonanze adroniche non previste in alcun modello esistente contribuendo alla crescita di interesse per questo settore.



BaBar anche nel corso del 2008 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 e la messa in opera dell'esperimento MEG. Questo esperimento ha iniziato nel 2008 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 continua l'analisi dei dati raccolti dall'esperimento ZEUS che studia i prodotti dell'interazione elettrone-protone ad elevatissimi quadrimpulsi trasferiti. Ciò corrisponde a indagare i 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 i cui risultati preliminari sono già disponibili. Molte posizioni di responsabilità, tra cui quella di coordinatore dell'analisi, sono affidate a fisici dell'INFN.

I muoni polarizzati sono invece stati 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 2008 il programma di fisica è stato invece orientato allo studio di eventi adronici prodotti dall'interazione di pioni di alta energia.

Linear Collider

E' in corso una attività in vista di una possibile partecipazione italiana al futuro International Linear Collider. Si tratta di uno studio su rivelatori a pixel tridimensionali di silicio che viene condotta anche attraverso una collaborazione nell'ambito di un progetto europeo e sul possibile impiego di SiPM nella lettura calorimetrica.

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, 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.

Progetto speciale SPARC

Nel periodo 2008 sono stati installati:

- Primo tratto della linea di by-pass, canale di trasporto magnetico per esperimenti di compressione del pacchetto di elettroni.
- Componenti di diagnostica del fascio di elettroni a 150-200 MeV.
- Insieme di sei ondulatori a gap variabile con relativa camera da vuoto.
- Camera d'interazione laser-gas (argon) per la generazione di armoniche superiori dedicato all'esperimento di seeding, compreso cameretta di interazione con il fascio di elettroni.
- Dispositivi di diagnostica radiazione FEL, spettrometri e relativi controlli.

Nel 2008 è stato portato a buon punto il collaudo del Linac a 150MeV mediante una serie di misure su:

- Compensazione degli effetti di carica spaziale sul fascio di elettroni a 150MeV.
- Effetti della “Compressione RF” nella prima sezione acceleratrice.
- Spazio delle fasi longitudinale posizione – energia del pacchetto di elettroni.
- Proprietà trasverse “slice” del pacchetto di elettroni mediante deflettore RF e quadrupole-scan.
- Generazione di armoniche superiori laser-gas per il seeding.

Progetto Speciale SPARx

Nel corso del 2008 è avvenuta l’elaborazione di una versione aggiornata del “Technical Design Report” e del “Scientific Case”. E’ continuato il progetto delle opere civili, la richiesta di autorizzazioni e la preparazione del programma temporale per la realizzazione dei prototipi e l’acquisizione dei componenti. Progettazione componenti di macchina: si è dato avvio alla procedura di gara per componenti dell’iniettore da 150MeV.

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.

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 2008 è partito il nuovo progetto EGEE III 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 80.000 processori e 20 Petabyte di storage. La e-Infrastruttura di EGEE III 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 80.000 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 III l'INFN ha ancora 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; è 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.

Particolare cura è stata dedicata al consolidamento dell'infrastruttura GRID INFN (Tier1; Tier2, Tier3) 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 ed analisi con performance pari a quanto richiesto nelle prime fasi di produzione di LHC.

E' continuato 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.

Sono inoltre stati completati con successo gli 8 progetti Europei FP6:

1. OMII Europe che ha realizzato 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 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.

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 coordina 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 decine di Organizzazioni Virtuali di svolgere quotidianamente le propria attività di computing.

L'infrastruttura Italiana è ben integrata nell'e-Infrastruttura Europea di EGEE. Di fatto 25 delle 39 sedi sono anche sedi ufficiali di EGEE III a livello Europeo. L'INFN non solo coordina non solo l'operazione 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 2008 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 Joint Research Unit (JRU), denominata "Italian Grid Infrastructure" (IGI), avente lo scopo di gestire e implementare in Italia la Grid nazionale, per garantire la condivisione di tutte le risorse di calcolo e storage a livello nazionale ed internazionale, al servizio della comunità scientifica ed accademica italiana e 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'Institute 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. Dalla fine del 2007 sono iniziate le attività del progetto FP7 EGI- DS (Design Study) che a fine 2008 ha prodotto con il coordinamento dell'INFN una proposta largamente condivisa per definire i ruoli rispettivi delle organizzazioni nazionali, chiamate genericamente National Grid Initiatives (NGI) e di quella europea chiamata al momento EGI.org oltre ad un business model per la loro sostenibilità.

Nel corso del 2008 si sono pienamente sviluppate le attività dei nuovi progetti Europei per FP7 miranti a garantire in particolare:

- il consolidamento e lo sviluppo ulteriore dell'infrastruttura Grid Europea con EGEE III;
- l'estensione dell'uso di EGEE da parte di nuove comunità scientifiche e-NMR e a livello geografico nell'America Latina (EELA II) oltre che nei paesi dell'Asia. In EELA l'INFN ha la responsabilità della coordinazione tecnica del progetto mentre in EU-ASIA è il coordinatore;
- lo sviluppo di un sistema di build e test comune per il middleware di Grid (ETICS II);

- 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.

Progetto speciale ELN

Lo studio di fattibilità di un futuro 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 2007-2008 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 nell'immediato 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 interesse 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) e in termini di tecniche sperimentali di rivelazione e di accelerazione di particelle, con particolare riguardo al problema della collimazione nei collider adronici.

SuperB

Il 2008 è stato un anno molto importante per il progetto SuperB. Il principio del “Crab Waist”, alla base del disegno dell'acceleratore è stato sottoposto a test su Dafne e la fase di test si è conclusa alla fine di Novembre 2008. Il confronto dei risultati con le simulazioni della interazione beam-beam sono necessari per validare gli effetti benefici del meccanismo di “crabbing” nella Super Flavor Factory, che dovrebbe consentire una luminosità di picco superiore a 10^{36} cm⁻² s⁻¹. I primi risultati forniscono comunque una base solida per il progetto. Un report sui test a sulla comparazione risultati-simulazioni è in preparazione per una prossima pubblicazione.

Fra le attività svolte ed i progressi ottenuti nel corso del 2008 è importante citare il *SuperB Physics Workshop I* tenuto a Valencia dal 7 al 15 gennaio allo scopo di mettere

meglio a fuoco le sensibilità del progetto su canali di nuova fisica, discutendo in particolare in modo dettagliato le possibilità di scoperta di nuova fisica in processi di decadimento di charm e tau che non erano stati sufficientemente evidenziati nel SuperB Conceptual Design Report del 2007. I proceedings del Workshop sono stati pubblicati e costituiscono anche un importante aggiornamento delle potenzialità del progetto anche attraverso un ampio confronto dell'intero programma di SuperB con la fisica di LHC, chiarendo la complementarità fra SuperB ed LHC rispetto alla fisica al di là del Modello Standard.

Sono stati compiuti anche altri importanti passi in avanti nella validazione scientifica del progetto, condizione necessaria per il processo di approvazione. Il programma scientifico è stato affinato con la valutazione delle possibilità dell'acceleratore e dell'apparato sperimentale. Inoltre la geometria del detector è stata inserita nel programma di fast simulation e modellizzata con Geant4.

Schematicamente altri passi in avanti nel processo di review compiuti nel 2008 si possono sintetizzare così:

- Esame del programma di Fisica e della giustificazione scientifica dell'impresa SuperB da parte dell'International Review Committee nominato dal Presidente dell'INFN e presieduto da J. Dainton (Liverpool). Il rapporto positivo del comitato è stato reso pubblico alla fine di maggio durante il SuperB plenary meeting tenuto all'Isola d'Elba (30 maggio- 3 giugno 2008).
- Positivo rapporto preliminare anche da parte del Machine Advisory Committee (MiniMac) presieduto da J. Dorfan (Slac) dopo la prima riunione del comitato di review a Frascati (16-17 Luglio 2008).
- Inizio del processo di valutazione da parte dell'European Strategy Group nominato dal Council del Cern, con la presentazione in Settembre 2008 da parte del Presidente dell'INFN.
- Presentazione alla riunione di Restricted ECFA a Lisbona il 30 Marzo 2008 e successivamente alla riunione plenaria tenuta al CERN il 28 Novembre 2008. Positiva la valutazione del progetto nell'ambito di iniziative regionali con la presentazione del rapporto dello Study Group di ECFA presieduto da T. Nakada.
- Inizio del processo per il finanziamento a livello locale, nazionale e internazionale. A questo riguardo è stata molto importante la disponibilità da parte di Slac, confermata formalmente dal Direttore del laboratorio, a riservare gran parte dei componenti di PEP-II.

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 Maggio del 2007 è entrato in funzione l'esperimento per i neutrini solari BOREX. Molti importanti risultati di questo esperimento sono stati pubblicati nel 2008. E' continuata inoltre 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 individuate 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 GLAST (ora chiamato FERMI) è stato lanciato con successo nel Giugno del 2008. ANTARES, nel mare al largo di Marsiglia, ha completato le installazioni divenendo l'apparato per astronomia dei neutrini più sensibile nell'emisfero Nord.

La rivelazione diretta delle onde gravitazionali, previste dalla relatività generale, è una delle grandi sfide della fisica sperimentale contemporanea. L'INFN ha una lunga tradizione nel settore disponendo in particolare dell'interferometro VIRGO, attualmente il più sensibile al mondo alle basse frequenze. Poiché 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.

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.

Continua in sede europea la discussione per un coordinamento dell'attività di fisica astroparticellare. A tale scopo molti enti finanziatori europei si sono associati in un organismo denominato ApPEC. La comunità europea ha inoltre finanziato un progetto denominato ASPERA, allo scopo di integrare procedure e meccanismi delle varie agenzie europee ed allo scopo di produrre una *roadmap* 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 2008.

FISICA DEI NEUTRINI

Gli esperimenti sulla natura dei neutrini sono concentrati principalmente nel Laboratorio Nazionale del Gran Sasso. I lavori per la completa messa in sicurezza dei laboratori sono terminati da tempo con la piena riattivazione di tutte le attività.

Un esperimento leader a livello mondiale nel settore delle oscillazioni di neutrino elettronico è BOREXINO. Lo scopo principale di BOREXINO è la rivelazione dei neutrini solari provenienti dal decadimento del Berillio. Nel corso del 2008 BOREXINO (entrato in funzione a maggio del 2007), ha continuato regolarmente la presa dati. Risultati importanti sono stati pubblicati nel 2008 sul flusso dei neutrini solari a varie energie. BOREXINO è il primo rivelatore di tipo elettronico in grado di rivelare neutrini di energie inferiori al MeV. Tale risultato, tecnologicamente molto importante, è stato reso possibile dall'estrema purezza dei materiali usati.

Per meglio studiare le oscillazioni dei neutrini muonici è in funzione dal 2006 il fascio di neutrini dal CERN di Ginevra al Laboratorio del Gran Sasso (CNGS). 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 2008 Opera ha completato l'installazione dei pacchetti emulsione-piombo. A Giugno del 2008, dopo una interruzione dovuta ad alcuni problemi del CNGS, è iniziata una lunga presa dati, con una statistica forse sufficiente a rivelare il primo evento di oscillazioni in neutrino tau.

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 2008 è continuata l'attività di MARE R/D per migliorare le sensibilità dei rivelatori in modo da programmare un esperimento che possa raggiungere 0.2eV.

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 nella prima metà del 2008 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 stato interrotto per preparare CUORE0 un 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 2008.

Nel 2008, 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. Nel 2008 sono stati pubblicati i risultati di un apparato estensione di DAMA e con una massa di 250Kg, chiamato LIBRA. Tali risultati, che confermano la modulazione stagionale vista da DAMA, hanno suscitato un acceso dibattito nella comunità scientifica internazionale.

Nel 2008 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 4300m di quota nel Tibet. ARGO occupa una superficie di 6500 m² 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*. I noti avvenimenti nel Tibet hanno avuto un limitato impatto nell'attività di ARGO.

L'INFN ha partecipato alla costruzione di MAGIC, un grande telescopio Cherenkov alle Canarie, per il quale ha sviluppato e ha fornito le componenti del grande specchio da 17m di diametro ed ha sviluppato il *trigger*. Attualmente è in fase avanzata di costruzione un secondo telescopio (MAGIC II), la cui inaugurazione, prevista nell'ottobre 2008, è stata sospesa a causa di un incidente mortale che ha coinvolto un ricercatore tedesco. MAGIC nel 2008 ha continuato la presa dati producendo risultati molto interessanti sulle sorgenti di raggi gamma di energia superiore ai 50MeV.

Lo studio dei grandi sciame prodotti da raggi cosmici di altissima energia ($>10^{19}$ eV) è continuato con l'apparato dell'esperimento AUGER, completato a novembre 2008. AUGER si trova in Argentina e la costruzione è avvenuta da parte di una grande collaborazione internazionale. L'INFN ha partecipato alla costruzione dei Cherenkov e dei rivelatori di fluorescenza. I dati di AUGER stanno suscitando notevolissimo interesse nella comunità internazionale, confermando l'origine extragalattica di tali raggi cosmici e suggerendo che i nuclei galattici attivi potrebbero essere le sorgenti di questi eventi.

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 2008 è continuata l'attività di KM3NET: un progetto europeo per arrivare a un disegno di un rivelatore da 1 Km cubo nel Mediterraneo, ed è iniziato il progetto europeo per la fase preparatoria di tale rivelatore. 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.

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.

L'INFN partecipa anche alla costruzione di ANTARES, un rivelatore per la neutrino astronomia 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. Le 13 linee sottomarine di fototubi di ANTARES sono state completate a maggio 2008. Dopo un mese, sfortunatamente, il cavo sottomarino per la trasmissione della potenza elettrica si è interrotto. Comunque durante l'estate il cavo è stato riparato ed ora ANTARES è nuovamente in presa dati scientifica con tutto il rivelatore.

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 che per le altissime energie ove sono richiesti apparati molto estesi. Questi esperimenti sono condotti in collaborazione con le agenzie spaziali, in particolare con l'ASI.

L'apparato PAMELA, lanciato nel Giugno 2006, ha continuato regolarmente la raccolta. PAMELA è un grosso spettrometro magnetico ad alta risoluzione che permette 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 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. Notevole interesse stanno suscitando i dati di PAMELA sulla misura del flusso di antiprotoni e positroni.

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 tracciatore al silicio, del calorimetro elettromagnetico e del sistema di misura del tempo di volo delle particelle, è continuata regolarmente nel 2008, 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 (ora chiamato FERMI), 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/FERMI. AGILE ha dedicato il 2008 all'analisi dei dati ed ad alle campagne di osservazione.

GLAST/FERMI è stato lanciato con successo a Giugno del 2008. E' tradizione delle missioni spaziali americane cambiare il nome dopo il lancio. Il nome originario di GLAST è stato modificato in FERMI per sottolineare l'importanza dei contributi di Fermi per lo studio dei meccanismi di accelerazione dei raggi cosmici e l'impegno dei gruppi italiani nella costruzione di GLAST. I primi risultati scientifici di GLAST sono già in corso di pubblicazione.

LA RICERCA SULLE ONDE GRAVITAZIONALI

La rivelazione diretta delle onde gravitazionali è una delle grandi sfide della fisica sperimentale contemporanea. È 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. Il 2008 è stato dedicato all'analisi dei dati e a mettere appunto vari miglioramenti di VIRGO (denominati VIRGO+) in vista di una nuova presa dati scientifica in coincidenza con LIGO nel 2009. E' da notare che nel 2008 VIRGO ha raggiunto sensibilità molto vicine a quelle di progetto e che attualmente VIRGO detiene il record mondiale di sensibilità alle basse frequenze.

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. E' stato approvato dalla comunità europea lo studio per un rivelatore interferometrico di terza generazione denominato ET (Einstein Telescope). A tale progetto partecipano EGO ed i gruppi INFN coinvolti in VIRGO.

Nel 2008, 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 – 10⁻¹Hz) 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 2010-2011.

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 pubblicate le prime misure con le masse campione di precisione.

Nel 2008 è iniziata l'attività dell'esperimento MICRA. MICRA si propone principalmente la misura di G a distanze molto piccole mediante tecniche interferometriche basate su gas atomici quantistici. Tali misure sono importanti perché alcune teorie, come quella delle stringhe, prevedono deviazioni da quanto previsto dalla legge di Newton.

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. Nel 2008 sono continuati gli studi per capire l'effetto alla base del segnale spurio trovato.

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 2008.

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 approvato nel 2007 uno studio preparatorio per verificare la fattibilità dell'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 732 km. Il fascio è entrato in funzione nel corso del 2006. Nel 2008 in seguito ad un'interruzione dovuta a problemi tecnici si è proceduto ad una serie di miglioramenti. Nel giugno 2008 sono pertanto

riprese le campagne di raccolta dei dati rivelando i neutrini con gli apparati del Gran Sasso, raggiungendo l'intensità di progetto del fascio.

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. EGO coordina anche le attività europee per interferometri di avanzata concezione (Einstein Telescope).

Il primo obiettivo del consorzio è il raggiungimento di sensibilità sufficienti all'osservazione delle onde gravitazionali. Nel 2008 il compito principale di EGO è stato quello di realizzare una serie di miglioramenti denominati con il nome di VIRGO+, raggiungendo tra l'altro le sensibilità di progetto iniziali di VIRGO alle medie ed alte frequenze e raggiungendo i record di sensibilità a livello mondiale alle basse frequenze. VIRGO+ sarà completato nel 2009 quando inizierà una nuova fase di presa dati insieme agli interferometri americani con i miglioramenti previsti dal programma "enhanced-LIGO".

E' da ricordare che un accordo di stretta collaborazione con il gruppo americano di LIGO regola le analisi congiunte, la pubblicazione dei lavori e la presa dati degli interferometri.

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'obiettivo scientifico di questo settore di ricerca è quello di studiare la ricca varietà di fenomeni che caratterizza la fisica dei nuclei e degli adroni. Questo è un ampio campo di indagine che ha una diretta rilevanza per la comprensione dell'evoluzione della materia nell'universo. In particolare, l'attività di ricerca si incentra su esperimenti che riproducono in laboratorio condizioni simili a quelle che sono verificate nella fase di formazione della materia e degli elementi. Per spingere la frontiera della conoscenza verso limiti sempre più ambiziosi si misurano reazioni nucleari e decadimenti di nuclei instabili che si producono in

fenomeni stellari come le stelle di neutroni e le esplosioni di supernovae e si ricreano alcune condizioni che si sono verificate immediatamente dopo il Big Bang.

Rilevanti progressi in questo settore necessitano indagini sempre più approfondite della dinamica dei quarks negli adroni e delle condizioni di temperatura e densità a cui si ha la transizione dalla materia adronica al quark-gluon plasma. Per comprendere l'origine degli elementi, altro problema centrale della fisica nucleare, è necessario sintetizzare in laboratorio, utilizzando la tecnica dei fasci radioattivi, una serie di nuclei lontano dalla stabilità che hanno avuto un ruolo importante nella nucleosintesi.

I ricercatori INFN affrontano queste problematiche di punta sviluppando la necessaria tecnologia che è sempre più innovativa e alla frontiera, coprendo posizioni di leadership in ambito di collaborazioni internazionali e ottenendo ottimi risultati che offrono prospettive rilevanti sia nell'ambito della ricerca di base che per le ricadute di tipo applicativo.

La descrizione dei risultati raggiunti è organizzata in 4 sezioni, "la struttura e la dinamica degli adroni", "il plasma dei quarks e dei gluoni", "astrofisica nucleare e fisica fondamentale", "nuclei in condizioni estreme".

E' importante sottolineare che tutta l'attività sperimentale in fisica nucleare è molto produttiva e di livello molto alto. Si sviluppa strumentazione sofisticata e si utilizzano fasci di particelle di diverso tipo ed energie che sono prodotti nei quattro laboratori nazionali e nei laboratori internazionali.

L'attività svolta, il suo programma e la qualità dei risultati 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

L'indagine delle proprietà degli adroni e dei loro quark costituenti è l'obiettivo primario degli esperimenti che usano sonde elettromagnetiche (elettroni, positroni e fotoni) a energie di qualche GeV. Per l'esperimento HERMES, che ha concluso la presa dati a DESY, le analisi delle misure semi-inclusive di asimmetria di produzione di mesoni in reazioni di profondamente in elastiche hanno portato a risultati rilevanti sul comportamento dei quarks nei nucleoni. Tra queste l'evidenza sulle diverse orientazioni dello spin dei quarks e sul loro momento angolare orbitale.

L'esperimento AIACE al JLAB (USA) si è recentemente focalizzato su precise misure di spettroscopia degli adroni, in particolare quelle relative alla fotoproduzione di due mesoni in funzione dell'energia. Queste misure hanno permesso di descrivere la natura delle

risonanze di mesoni attraverso un'analisi globale in onde parziali. Sempre a JLAB, ma utilizzando lo spettrometro magnetico della hall A sono stati fatti due altri tipi di esperimenti, il primo utilizza reazioni di tipo knock-out per fornire dati precisi sulla distribuzione di momenti dei nucleoni nei nuclei, il secondo attraverso la violazione della parità nella diffusione di elettroni ha permesso di dedurre il contenuto di stranezza dei nucleoni. Una nuova misura molto precisa del momento magnetico della risonanza delta è stata fatta dall'esperimento CTT con fasci di fotoni polarizzati presso l'acceleratore di Mainz. L'esperimento GRAAL al laboratorio SRF di Grenoble sta completando la sua presa dati utilizzando fasci di fotoni polarizzati prodotti con la tecnica del Compton inverso focalizzandosi sulla produzione e proprietà del mesone eta.

La collaborazione FINUDA con i dati di ottima qualità presi presso i Laboratori Nazionali di Frascati ha ottenuto dei risultati nuovi e unici sugli ipernuclei. Gli ipernuclei contenenti l'iperone lambda costituiscono un laboratorio per comprendere sia l'interazione nucleone-Lambda che gli effetti di struttura nucleare in presenza di stranezza. Per la prima volta i decadimenti deboli non mesonici degli ipernuclei sono stati misurati con buona risoluzione in un ampio intervallo energetico e questo fornisce un test stringente alle previsioni teoriche. E' proseguito anche lo studio di stati legati di nucleoni e mesoni con stranezza, studio che sta portando a risultati inaspettati e molto interessanti.

Sempre ai LNF, l'esperimento SIDDARTHA che ha come obiettivo la misura precisa delle proprietà dell'idrogeno kaonico ha installato una parte del nuovo apparato sperimentale. Questo nuovo apparato utilizza rivelatori tipo Silicon drift chamber i cui segnali saranno correlati alla rivelazione del kaone positivo formato in coppia con quello negativo catturato su un orbitale atomico. La presa dati necessaria per il collaudo dell'apparato è iniziata utilizzando un bersaglio di azoto per ottimizzare le prestazioni del rivelatore e della luminosità al punto d'interazione.

La collaborazione PANDA per la sperimentazione a FAIR ha proseguito l'attività di R&D relativa al rivelatore di microvertice e al tracciatore affiancate da un'intensa attività di simulazione delle prestazioni strumentali e della fisica. Tra le diverse problematiche scientifiche che saranno affrontate con PANDA ci sono quelle della struttura di mesoni ibridi, della spettroscopia ad alta risoluzione del charmonio e degli ipernuclei con doppio lambda. Una problematica legata agli sviluppi più a lungo termine per la fisica degli anti-protoni a FAIR è quella della polarizzazione degli anti-protoni. L'esperimento PAX ha sta lavorando su questo problema mettendo a punto la tecnica dello spin-filtering.

IL PLASMA DI QUARK E GLUONI

La sfida della fisica degli ioni pesanti a energia ultrarelativistiche è rappresentata dalla ricerca del quark-gluon plasma. Questo è l'obiettivo scientifico dell'esperimento ALICE al collisionatore LHC al CERN di Ginevra. L'interazione degli ioni Pb a energie di



Foto dell'apparato ALICE che mostra l'inserimento del tracciatore centrale (ITS)

5.5 TeV assicureranno la produzione di una miriade di particelle (adroni coi loro decadimenti in leptoni) e il loro studio permetterà di comprendere la materia nucleare in condizioni estreme di temperatura e di densità di energia. Tale finalità è strettamente connessa alle predizioni della cromodinamica quantistica secondo cui a densità di energie sufficientemente elevate si dovrebbe verificare una transizione dalla materia adronica ad uno stato deconfinato di quark e gluoni, la stessa che si presume abbia avuto luogo nell'Universo primordiale, nei primi dieci milionesimi di secondo dopo il Big Bang, ed entri attualmente in gioco nel nucleo delle stelle di neutroni.

I dettagli della sperimentazione di ALICE a LHC rappresentano in tutti i diversi aspetti una sfida sia come complessità tecnologica, dimensioni e ampiezza della collaborazione. L'apparato sperimentale ALICE, mostrato in figura, consta di un rivelatore centrale racchiuso in un magnete solenoide e di uno spettrometro in avanti per muoni. Il rivelatore centrale è costituito da diversi dispositivi di rivelazione deputati a identificare le particelle (TOF, TDR e HMPID), a ricostruirne il percorso (ITS e TPC), a misurare la loro energia (EMCAL e PHOS) e ad effettuare studi e molteplicità di produzione di fotoni. Diversi rivelatori (tra cui lo ZDC) sono localizzati nelle immediate vicinanze delle camere da vuoto in cui circoleranno i fasci di LHC e sono stati realizzati per la selezione e la caratterizzazione globale degli eventi. Per acquisire eventi di raggi cosmici viene utilizzata una matrice di scintillatori posizionata sulla parte alta del magnete.

I rivelatori di cui l'INFN è stata responsabile (ITS, TOF, HMPID e ZDC) sono stati installati così come il rivelatore per muoni al quale l'INFN ha contribuito in modo determinante. Durante il 2008 sono procedute in modo soddisfacente le operazioni di collaudo e ottimizzazione delle condizioni di lavoro dei vari rivelatori con i raggi cosmici e le prove d'integrazione dell'elettronica di lettura dei vari sottosistemi con il sistema centrale di acquisizione dati.

I fisici INFN in ALICE rappresentano circa il 20% della collaborazione e un numero di loro copre posizioni di responsabilità. L'attività di costruzione è affiancata da un'intensa preparazione al computing necessaria per far fronte alla mole di dati prevista. In particolare l'impegno dei ricercatori italiani di ALICE nello sviluppo del calcolo è cresciuto notevolmente. E' stato messo a punto un ambiente di analisi e produzione dati trasparente facente uso del sistema GRID. L'attività nei due centri di Catania e Torino si è potenziata notevolmente sia per quanto riguarda le capacità di calcolo che di immagazzinamento dei dati e soprattutto per la realizzazione del software.

Inoltre si stanno preparando gli altri due centri di Bari e LNL. E' importante sottolineare che c'è un continuo e ben dedicato impegno in un Physics data Challenge che utilizza le risorse di calcolo comuni complessivamente a disposizione agli esperimenti LHC.

ASTROFISICA NUCLEARE E FISICA FONDAMENTALE

La sperimentazione nell'ambito dell'astrofisica nucleare ha visto sostanziali progressi e produce nuovi dati che permettono rilevanti avanzamenti nei modelli che descrivono i fenomeni stellari.

Le misure di alta precisione delle reazioni alle energie corrispondenti alle temperature delle stelle realizzate in laboratorio forniscono dati utili per la comprensione dell'origine delle nostre galassie e sulla loro evoluzione temporale, sulle abbondanze degli elementi e sui flussi di neutrini. In questo settore l'attività dei fisici INFN è molto vitale e trainante.

L'esperimento LUNA al laboratorio Nazionale del Gran Sasso si è concentrato su due problematiche. La prima è quella della produzione di alluminio attraverso una reazione tuttora attiva nelle meteoriti e misurata dai satelliti. Questa reazione produce una transizione gamma molto importante in astronomia. La seconda reazione studiata è una di quelle importanti del ciclo CNO che è d'interesse in quanto influenza sia la produzione di ossigeno e fluoro sia la produzione dei neutrini emessi dal sole da parte del ^{17}F .

Altre misure di reazioni nucleari a basse energie d'interesse astrofisico vengono realizzate utilizzando due diverse tecniche, quella della cinematica inversa e quella del cavallo di Troia. L'esperimento ERNA a Bochum ha completato la misura della sezione

d'urto totale della reazione $^{12}\text{C}(\alpha,\gamma)^{16}\text{O}$ a energie attorno al picco di Gamow, reazione chiave per nucleosintesi del carbonio e dell'ossigeno. Sfruttando il metodo del cavallo di Troia, che fornisce le sezioni d'urto a basse energia di processi a due corpi partendo da misure di reazioni a tre corpi, l'esperimento ASFIN ha ottenuto nuovi dati relativi alla nucleosintesi degli elementi leggeri Li-Be-B. Le misure riguardano anche nuclei instabili prodotti come fasci radioattivi con EXCYT ai LNS e a RIKEN in Giappone. L'aspetto rilevante di questo metodo è quello di poter stimare il potenziale schermante degli elettroni.

La collaborazione n_TOF, che ha utilizzato i fasci di neutroni con alta risoluzione prodotti al CERN, ha misurato una serie di sezioni d'urto di cattura sugli attinidi. Queste misure hanno interesse per la ricerca nel campo di produzione dell'energia mediante fissione, essendo rilevanti per i progetti di trasmutazione e per i reattori di IV Generazione. Infatti, i dati esistenti sono scarsi, con grosse incertezze e discrepanze e quindi le librerie usate per le simulazioni sono poco attendibili.

NUCLEI IN CONDIZIONI ESTREME

Con nuclei in condizioni estreme si intende quei nuclei caratterizzati da un rapporto anomalo di neutroni e protoni, che spesso sono prodotti a temperatura finita e/o con un alto momento angolare. Gli esperimenti in questo settore hanno come scopo quello di studiare sia le loro proprietà sia quelle delle reazioni che li producono. La motivazione primaria che spinge ad ottenere un vasto insieme d'informazioni sui nuclei in condizioni estreme è quella di capire l'origine degli elementi. In particolare, si utilizza il nucleo, sistema a molti corpi con numerosi gradi di libertà, come laboratorio per la comprensione di problemi astrofisici come le stelle di neutroni e l'esplosione delle supernovae. Per creare in laboratorio i nuclei in condizioni estreme ci si serve di reazioni tra ioni pesanti e per allontanarsi sempre più dalla stabilità si utilizzano i fasci di ioni radioattivi. Le tecniche utilizzate per dedurre le proprietà di struttura sfruttano le reazioni a bassa energia attorno alla barriera Coulombiana mentre quelle usate per studiare l'equazione di stato della materia nucleare sfruttano la multiframmentazione all'energia di Fermi.

Per quanto riguarda la struttura nucleare investigata con la spettroscopia gamma sono stati fatti molti progressi dalla collaborazione GAMMA. La collaborazione ha infatti realizzato una serie di misure sia presso i Laboratori Nazionali di Legnaro che presso i maggiori laboratori europei, GSI e GANIL. Ai laboratori LNL con l'apparato PRISMA-CLARA sono stati prodotti nuclei moderatamente ricchi di neutroni con reazioni di trasferimento di molti nucleoni. Per determinare il ruolo della forza tensoriale tra protone e neutrone nella struttura alla base di alcune particolari eccitazioni sono stati misurati i decadimenti gamma e le vite medie per alcuni isotopi instabili di Ca ricchi di neutroni. 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. In particolare è stato misurato il decadimento gamma che segue il decadimento beta di tipo Gamow Teller del nucleo ^{62}Ge . La motivazione è quella di trovare gli effetti di una possibile interazione che crea coppie di protoni e neutroni con spin 1.

L'esperimento EXOTIC presso i laboratori LNL ha continuato il programma di misure con fasci esotici di ^{17}F , di ^8B e ^7Be per determinare la struttura ad alone di questi nuclei e il suo effetto sulle sezioni d'urto di fusione.

Con l'apparato MEDEA le collaborazioni EXOTIC e LNS STREAM hanno misurato il momento di dipolo dinamico in reazioni tra ioni pesanti che è sensibile all'energia di simmetria a densità minori di quella di saturazione.

Con il fascio radioattivo di ^8Li prodotto da EXCYT sono state misurate sezioni d'urto totali su diversi bersagli di nuclei leggeri. Lo spettrometro MAGNEX, che ne farà uso, ha realizzato alcune misure di reazioni di trasferimento ad alta risoluzione.

L'attività di sviluppo del prototipo del rivelatore AGATA, basato su rivelatori segmentati e sulla digitalizzazione dei segnali è proseguita con vigore sia per la parte riguardante i rivelatori e l'elettronica che per la parte legata allo sviluppo degli algoritmi d'identificazione dei diversi processi d'interazione.

Nell'ambito dello studio della dinamica delle reazioni nucleari è stata fatta un'attività molto intensa dagli esperimenti NUCL-EX, FIESTA e N2P ai LNL a energie attorno alla barriera Coulombiana e dagli esperimenti EXOCHIM e FRAG al LNS a energie attorno all'energia di Fermi.

L'esperimento Nucl-ex al LNL ha realizzato misure riguardanti il problema della simmetria di isospin a temperatura finita per determinare se al crescere della temperatura questa simmetria viene in parte ripristinata. La sonda utilizzata per questo studio è il decadimento gamma dalla risonanza gigante di dipolo in nuclei composti caldi. Gli esperimenti FIESTA e N2P hanno realizzate misure esclusive per studiare la dinamica della fissione e la viscosità nucleare al variare del numero di massa.

L'esperimento EXOCHIM, che utilizza l'apparato CHIMERA ai LNS sta conducendo una serie di misure per dedurre come varia l'energia di simmetria in funzione della densità e questo permette di determinare l'equazione di stato della materia nucleare in regime asimmetrico per quanto riguarda in numero di neutroni e di protoni. CHIMERA è stata installata in una nuova camera di scattering dove può essere usata agevolmente nella sua configurazione completa.

L'esperimento FRAG ai LNS ha compiuto un importante rinnovamento dell'apparato sperimentale in modo da poter misurare con maggiore efficienza le reazioni indotte da nuclei prodotti con la frammentazione e le sezioni d'urto esclusive con fasci di Carbonio e Ossigeno su nuclei che sono d'interesse per le applicazioni in adroterapia come quelle del progetto CNAO.

Progetto speciale SPES

Il 2008 è stato un anno molto importante per il progetto SPES per quanto riguarda la definizione delle linee di sviluppo: una per la produzione di fasci di ioni radioattivi per gli studi avanzati di Fisica Nucleare e l'altra per gli aspetti applicativi nel campo medico, dello studio dei materiali, della componentistica elettronica e, non ultimo, per gli studi in astrofisica. Il compendio di tutto il lavoro effettuato e da effettuare è ora raccolto nel TDR (Technical Design Report 2008) recentemente presentato al Consiglio Direttivo e disponibile sul sito dei Laboratori Nazionali di Legnaro.

Di particolare rilevanza sono stati gli sviluppi del bersaglio in carburo di uranio, che hanno visto l'interesse anche di altri laboratori come il CERN, Oak Ridge e i Laboratori Nazionali del Sud, molto attivi questi ultimi anche per l'elaborazione del progetto.

Nel corso dell'anno sono stati organizzati vari workshop per discutere le problematiche di fisica che potrebbero essere studiate con le nuove macchine. La partecipazione dei fisici è stata molto ampia a dimostrazione del grande interesse per il progetto.

La parte applicativa, incentrata sulla realizzazione del RFQ ad alta intensità, ha registrato un notevole progresso con le lavorazioni al CERN di tutti i sei moduli, che compongono il RFQ, per cui ora si può passare alla fase di messa a punto dello strumento e alle prime verifiche del suo corretto funzionamento.

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 54 progetti di ricerca (Iniziativa Specifiche) suddivisi nei seguenti settori:

- 1) Teoria di campo e 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 delle ricerche è stata confermata dal rapporto al CVI.

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 come ICTP (Trieste), ETC* (Trento); ITEP, JINR, IHEP-Dubna (Russia); MEC (Spagna); CPT-MIT (USA).

PRINCIPALI SVILUPPI AVVENUTI NEL CORSO DEL 2007 E 2008

1. RIORGANIZZAZIONE DELLE IS

- a) varie IS si sono accorpate al fine di creare maggiori collaborazioni in settori collegati. Nel 2008 ci sono 54 IS (erano oltre 60). Le 3 di singola sede sono state scoraggiate perché non favoriscono la circolazione dei giovani e rischiano di avere un panorama di attività limitato;
- b) due nuove IS su attività in forte sviluppo si sono formate nel 2007. Queste sono sulla Fisica nucleare adronica e Fisica dello spin;
- c) le attività in Fisica Statistica (oltre la fisica delle particelle o nucleare) si sono meglio consolidate nel corso di questi anni.

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

Nel corso di questi due anni si sono tenuti i seguenti programmi:

- New Directions Beyond the Standard Model in Field and String Theory (02-05-2006 to 30-06-2006)
- Astroparticle and Cosmology (28-08-2006 to 11-11-2006)
- High Density QCD (con CSN3) (15-01-2007 to 09-03-2007)

- String and M theory approaches to particle physics and cosmology (19-03-2007 to 22-06-2007)
- Advancing Collider Physics: from Twistors to Monte Carlos (27-08-2007 to 26-10-2007)
- Non-perturbative methods in strongly coupled gauge theories (14-04-2008 to 26-06-2008)
- Low-dimensional quantum field theories and applications (01-09-2008 07-11-2008)

Nel prossimo anno si terranno i seguenti programmi:

- New horizons for modern cosmology (30-06-2009 to 13-03-2008)
- New perspective in string theories (06-04-2009 to 19-06-200)
- Searching for new physics at LHC (31-08-2009 TO 30-10-2009)

A ogni programma vi sono 70/80 ricercatori (di cui 25% INFN) con permanenze non inferiori a tre settimane. Oltre 15-20 articoli sono scritti come risultato di ogni programma. Alla fine di ogni programma gli organizzatori stilano una relazione sulla attività svolta.

Ai descritti programmi, il GGI ospita molte brevi conferenze, convegni o scuole.

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 dei 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

La CSN4 ha istituito il Premio dal 2005. Nel 2007 il premio è diventato INFN. La selezione viene fatta da una commissione indicata dalla CSN4. Anche avvalendosi di referee esterni, seleziona le tesi tra le circa 70 tesi teoriche fatte in ambito INFN ogni anno. La grande maggioranza dei vincitori è attualmente impegnata in prestigiose università straniere.

4. MONTE CARLO WORKSHOP PER LHC (MCWS)

Dal 2006 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. L'ultimo WS si è tenuto in primavera del 2008. 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,

ALPGEN, POWEG, MADGRAPH, SMALLX, TOPAZ0, HORACE, CKKW, etc. I punti studiati nel workshop sono stati:

- a) elementi di matrice per processi 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.

5. INSTALLAZIONE DI MACCHINE APENEXT

Il progetto speciale APE iniziato nel 1984, ha prodotto 4 successive 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 di 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 e ha prodotto apeNEXT.

Le torri apeNEXT sono a disposizione dal 2006 presso la sezione di Roma1. Ormai sarebbe utile considerare il futuro su questa linea. Attualmente ci sono due progetti di sviluppo del supercalcolo: il progetto del gruppo di Roma e quello del gruppo di Ferrara, Milano-Bicocca e Parma. Per ora l'INFN ha approvato entrambe le direzioni con fondi molto limitati.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE (2007 E 2008)

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 settimana 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. Vedi anche la serie di lezioni alla Scuola di Parma nel 2007 su "New Physics at the LHC: from model building to event generation".

3) Programmi all'ICTP di Trieste

Le 400 giornate all'anno di visitare l'ICTP di Trieste finanziate dall'INFN si sono ridotte (purtroppo) nel 2008 a solo 320. I programmi dei WS dell'ICTP hanno attratto molti teorici spesso giovani

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 (si veda <http://www.infn.it/csn4/meetings/meetings.php>). Nel 2007 ci sono stati oltre 13 congressi o scuole organizzati in ambito della CSN4. Nel 2008 questi sono aumentati, data la ulteriore disponibilità della Commissione Formazione dell'INFN.

5) Stato della formazione

Un chiaro indicatore dello stato attuale della formazione promossa dall'INFN è il fatto che negli ultimi anni molti giovani teorici educati in ambito INFN hanno trovato posto permanente presso importanti istituzioni straniere. Subito dopo il dottorato, la grande maggioranza dei giovani trova borse presso centri stranieri. Molti ottengono posizioni permanenti presso gli istituti che li ospitano, che così traggono beneficio dell'attività di formazione svolta dall'INFN. Nello stesso periodo il numero dei giovani teorici che hanno trovato posto presso le università o sezioni INFN è molto ridotto. Questo fatto si riflette in un depauperamento dei gruppi di ricerca INFN che non riusciranno a mantenere il tradizionale livello nella ricerca e nella formazione. La constatazione del pericolo viene ormai fatta dai nostri colleghi stranieri.

SVILUPPO DELLE RICERCHE (2007 e 2008)

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 menzionati i seguenti studi:

a) Dualità stringhe-gauge;

* corrispondenza AdS/CFT in generale

- oltre la simmetria conforme

- flussi e stabilizzazioni

- spettroscopia adronica (vector dominance rivisitata, Lagrangiane chirali)

- AdS/CFT a bassa dimensionalità per teorie varie
- * integrabilità e dimensioni anomale in N=4 SYM (e QCD)
- * AdS/QCD: potenziali di quark pesanti, transizioni di fase in temperatura e densità, condensati
- * traiettorie di Regge: urto ad alta energia e il pomerone

b) Fenomenologia di stringa:

- * stabilizzazioni di moduli via flussi, via correzioni NP
- * rottura della supersimmetria e vuoti metastabili
- * dimensioni extra in teorie di stringa, neutrini di Majorana e meccanismo di seesaw
- * modelli inflazionari ispirati alle stringhe

c) Vuoti metastabili in teorie supersimmetriche:

- * teorie di stringa
- alti spin e Lagrangiane di interazione (connessione con teorie di stringa)
- vuoti di stringa e compattificazione di flussi
- entropia dei buchi neri e attrattori
- stringhe topologiche
- stringhe a dimensioni ridotte e uso in Meccanica statistica

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 tre programmi al GGI dal 2006 al 2008, 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 entrata in funzione. Dall'altra i molti dati sulla fisica del Tevatron, dei neutrini, degli ioni pesanti a RHIC e dei quark pesanti a Babar, Bell, Daphne, Tevatron. Le principali linee di ricerca teorica sono le seguenti:

a) Modello Standard e oltre.

* Scenari per LHC (e oltre). Origine e stabilità della scala EW

- Supersimmetria

- Modelli con (accessibili) extra-dimensioni

- Interazioni forti alla scala di molti TeV

- Implicazioni della fisica di LEP e Tevatrone (distribuzioni in PT, limiti di massa, Higgs leggeri)

* Effetti EW ai collider e altre correzioni (W/Z, H, t, g-2...)

b) QCD

* QCD perturbativa ai collider

- ampiezze NLO di QCD con molti partoni (twistors, unitarity methods, etc.).
Correzioni a ordini elevati (H, t, W, Z)

- Risommazioni (Heavy Flavours, Higgs, multi-jets,...)

* Simulazioni di Monte Carlo in urti duri

- NLO and multi-leg matching

- HERWIG, MC@NLO, POWHEG, CKKW, ALPGEN, HORACE validation

* QCD a temperatura e densità finita

* Decadimenti di mesoni pesanti (Daphne, Babar, Belle, Tevatron)

* AdS/CFT e QCD: spettro adronico e dimensioni anomale in N=4 SYM

c) Fisica del sapore (metodi analitici)

* Masse di leptoni e quark, mescolamento di famiglie

* EFT (ChPT, Heavy quark, EW), violazioni di CP, T, L e decadimenti rari

* Effetti del sapore a LHC

* Luminosità e sezioni d'urto adroniche (BABAYAGA)

d) Fisica del sapore con QCD su reticolo (apeNEXT e PC-cluster)

- * Masse dei quark, costanti di decadimento ed elementi di matrice
- * Vuoto di QCD, Lagrangiane chirali, rottura di simmetrie

Ricercatori in questa linea hanno partecipato alla organizzazione di tre programmi al GGI dal 2006 al 2008 e varie scuole per dottorandi. I massicci studi numerici sono fatti principalmente con macchine apeNEXT che ora sono un po' obsolete.

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)

- * materia in regime di saturazione (parton distributions functions). Fisica dei jet (quenching, multiplicity, energy loss, viscosity...)
- * transizione di fase in temperatura e densità (Lattice QCD numerical calculations)

b) Materia adronica e modelli di QCD

- * Fattori di forma elettromagnetici space- e time-like. Distribuzioni generalizzate di partoni (GPD) e dipendenti dal momento trasverso (TMD). Chiral Perturbation Theory (ChPT)
- * Struttura partonica (di spin) del protone: asimmetrie azimutali, spin sum rule, polarizzabilità generalizzate. Funzioni di struttura con spin in regime DIS. Color transparency. Effetto di Cronin a LHC e RHIC
- * Stati legati esotici a molti quark e spettroscopia, Sistemi a pochi corpi in fisica nucleare e adronica

c) Strutture e reazioni nucleari, fasci radioattivi

- * Oltre la valle di stabilità. Eccitazioni collettive, nuclei esotici, sistemi con pochi nucleoni, risonanze giganti
- * Reazioni di interesse astrofisico: stelle a neutroni, gamma-ray bursts
- * Transizione liquido-vapore ed effetto dell'isospin. Dinamica dell'isospin a energie moderate
- * Collisioni di ioni pesanti ad alta energia

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. Questi sviluppi sono collegati a quelli svolti nel settore di Campi e stringhe oppure nel settore di Astroparticelle.

* Teorie quantistiche

- Evoluzione temporale non-unitaria di sistemi quantistici, quantizzazione e simmetrie. Problema dei fondamenti e interpretazione

- Transizione da classica a quantistica e geometria. Questi sviluppi sono collegati a quelli svolti nel settore di Astrofisica.

- Non-commutatività. Caos classico e quantistico

* Teorie conformi, evoluzione non-lineare e sistemi dinamici. Questi sviluppi sono collegati a quelli svolti nel settore di Campi e stringhe

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.

FISICA STATISTICA E TEORIA DEI CAMPI

Questo settore comprende ricerche di tipo formale o applicativo che usano metodi della teoria dei campi. Spesso comportano massicci calcoli numerici. Le principali linee di sviluppo:

a) "Statistical field theory"

* sistemi a bassa dimensionalità solubili: sistemi di spin e teoria conformi

* sistemi complessi e vetri di spin: sistemi disordinati e frustrati, limite di grande N, simulazioni di Monte Carlo

* sistemi lontani dall'equilibrio e sistemi con interazioni a lungo raggio

b) Applicazioni a sistemi statistici

* biologia quantitativa (collaborazione con CSN5, biologi, chimici e medici)

* turbolenza: universal structures, conformal invariance (collaborazione con ingegneri)

* sistemi fortemente correlati

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 2008 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

maggior 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 ED ELETTRONICA

Nel 2008 l'esperimento DASIPM2 ha proseguito con successo la sua attività che riguardato la caratterizzazione dei nuovi dispositivi prodotti (caratteristiche geometriche diverse quali diversa area delle micro celle e diversa area complessiva, sia matrici e array lineari) sia dal punto di vista elettrico che funzionale alle diverse applicazioni previste dal progetto. I risultati ottenuti confermano sostanzialmente il trend dei lotti precedenti ed evidenziano una buona uniformità dei principali parametri sia su fetta che tra fetta e fetta. Tale attività è stata anche sviluppata nell'ambito di una collaborazione tecnologica fra INFN e Fondazione Bruno Kessler

L'esperimento DOPET ha prodotto i suoi primi risultati dosimetrici in fantoccio operando con successo con fasci clinici di protoni nella facility CATANA dei LNS.

Gli esperimenti SLIM5, SHARPS e DIGIMAPS hanno condotto con successo lo sviluppo di dispositivi e sistemi basati su MAPS in processi CMOS "subquartermicron", dimostrando la possibilità di accesso a tecnologie commerciali a costi relativamente bassi. I loro risultati sono da considerarsi propedeutici per lo sviluppo di sofisticati sistemi di tracciatura utilizzabili ad alto rate con una minima quantità di materiale. quali quelli richiesti dai futuri esperimenti di fisica delle alte energie alla Super B-Factory, a SLHC e ad ILC.

L'esperimento GINT ha proseguito la sua attività avente come obiettivo la realizzazione di un rivelatore di radiazione basato sui nanotubi di carbonio. L'utilizzo di un tale materiale permetterebbe la costruzione a basso costo di fotocatodi di grande area finemente pixellati secondo forme e dimensioni volute. Nei suoi tre anni di attività l'esperimento ha dimostrato che i nanotubi di carbonio sono sensibili alla radiazione secondo uno spettro che presenta il massimo della sensibilità nell'ultravioletto, laddove i rivelatori a silicio presentano invece una bassissima efficienza. Inoltre ha dimostrato la fattibilità di fotocatodi con pixel micrometrici grazie all'utilizzo di tecniche di nano-litografia. E' stato realizzato il primo rivelatore al mondo fatto di nanotubi di carbonio depositati su un substrato di zaffiro. Il progetto ha avuto una ampia e significativa visibilità a livello internazionale.

ACCELERATORI

Nel 2008 si consolidano le iniziative di R&D connesse con il progetto SPARC, come ad esempio con l'esperimento BEATS avente come obiettivo lo sviluppo di applicazioni della sorgente di raggi X quasi monocromatici prodotti mediante Thomson back-scattering in fase di realizzazione presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN. Le applicazioni sono state studiate sia con simulazioni numeriche che dal punto di vista sperimentale. La quasi-monocromaticità del fascio prodotto da una sorgente Thomson viene riprodotta utilizzando sistemi convenzionali (tubi a raggi X tradizionali, monocromatori e tubi microfocus) Sono così stati studiati sistemi per imaging planare con contrasto di fase, imaging mammografico e per radiografia differenziale a bassa energia 8 – 10keV.

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 30MeV 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.

L'esperimento CANTES prosegue le sue attività rivolte alla costruzione di una sorgente di elettroni ad emissione di campo, basata su matrice di nanotubi di carbonio (CNT), da applicare a macchine di tipo "Electron-Cyclotron-Resonance Ion Source" (ECRIS) come quelle operanti ai LNS. Sono stati messi a punto campioni di CNT, confinati in una matrice di allumina porosa. E' stato quindi provato con successo il funzionamento di una sorgente a CNT "accesa" all'interno di un plasma come passo preliminare per la realizzazione della sorgente di elettroni.

L'esperimento PLATONE ha completato la caratterizzazione di un plasma generato da un laser a 1064nm con $1010\text{W}/\text{cm}^2$ di potenza incidente, misurandone la temperatura, la densità e la distribuzione dell'energia e degli stati di carica degli ioni prodotti con tecnica di spettrometria di massa. Sono state effettuate misure del campo elettrico accelerante prodotto nel plasma e della temperatura equivalente nel "plasma core". Sono stati sviluppati originali ed innovativi sistemi di diagnostica di plasma basati su camere CCD veloci e su rivelatori a singolo cristallo di diamante cresciuti con tecniche di tipo CVD. Sono stati effettuati estensivi studi sugli effetti dovuti alla presenza di campi elettrici e magnetici esterni sulle caratteristiche del campo elettrico all'interno del plasma e sulla focalizzazione del fascio ionico. Tali attività potranno trovare ulteriori sviluppi ed applicazioni nell'ambito del progetto SPARC ai LNF.

L'esperimento TRAPRAD2 ha raggiunto l'obiettivo della prima produzione di radioisotopi di Francio all'interno delle trappole magneto ottiche. Le trappole sono state

caratterizzate sia dal punto di vista dell'efficienza di neutralizzazione che da quello del tempo di diffusione nel neutralizzatore. Sono state misurate con elevata precisione le frequenze dei due laser impiegati nelle trappole magneto ottiche. I risultati ottenuti hanno permesso la definizione di un nuovo programma sperimentale finalizzato alla misura della violazione di parità atomica.

APPLICAZIONI INTERDISCIPLINARI

Nel 2008 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) 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 proseguita 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 sviluppando applicazioni innovative delle tecnologie PIXE-a 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. L'esperimento MASAI ha eseguito misure sull'interno di reperti archeologici metallici mediante l'impiego di fasci di protoni da 20MeV prodotti dall'acceleratore TANDEM dei LNS per l'analisi di una regione compresa tra 400-600µm lungo lo spessore della lega con tecniche di tipo DPAA – Deep Proton Activation Analysis. Tale protocollo è stato principalmente studiato ed impiegato per la determinazione della distribuzione del contenuto di Ag presente in antiche monete romane appartenenti al “Grande Tesoro” di Misurata (Libia) attualmente in fase di studio nell'ambito di una collaborazione tra il laboratorio LANDIS/LNS, il CNR e il Dipartimento delle Antichità Libiche

L'esperimento DIARAD ha proseguito con successo l'attività di crescita di film di diamante sintetico monocristallino tramite la tecnica di Microwave Chemical Vapor Deposition. Tali dispositivi sono stati testati in condizioni operative cliniche con fasci di elettroni verificando una ottima linearità della risposta in un ampio intervallo di dose (da 40mGy a 50Gy). Inoltre sono stati misurati profili di dose in funzione della profondità in acqua. Il confronto delle misure effettuate con i dosimetri a diamante con quelle ottenute con

le camere a ionizzazione standard ha mostrato un ottimo accordo dei risultati tra i due tipi di rivelatori, evidenziando una maggiore risoluzione spaziale dei rivelatori a diamante. Inoltre, grazie alla “tessuto-equivalenza” del diamante, è stata osservata la possibilità di misurare direttamente la dose assorbita, cioè senza effettuare correzioni numeriche dei dati, le quali risultano necessarie per le camere a ionizzazione, soprattutto se irraggiate con fasci di elettroni.

Utilizzando la grandissima conoscenza di analisi dati presente nell'INFN sono continuate attività nell'ambito del software applicativo. L'esperimento MAGIC V 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). Sono stati fatti progressi nella definizione dei nuovi CAD per la diagnosi precoce dei tumori polmonari. 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 e VBL hanno affrontato, con la simulazione, i problemi connessi alla complessità dei nuovi progetti per la fisica delle interazioni fondamentali, alle applicazioni nel campo dell'adroterapia, all'integrazione dei dati di traccia con dati radiobiologici ed infine alla possibilità di realizzare una popolazione cellulare virtuale come modello per gli studi cellulari sulle neoplasie. In generale nel corso del 2008 si è ulteriormente affermata la posizione di leadership in campo internazionale dei ricercatori INFN nel campo dello sviluppo di tecniche di calcolo e simulazione basate sull'impiego di tecniche di tipo Monte Carlo.

L'esperimento ENVIRAD-SPLASH, nato dalla collaborazione di gruppi che in varie sezioni hanno affrontato il problema della diffusione nella scuola della cultura scientifica in generale e della cultura nel campo della radioattività in particolare, ha proseguito con successo le sue attività. In particolare sono stati proposti agli studenti esperienze nel campo della radioattività naturale con la misura della concentrazione di radon nei locali scolastici con metodi passivi. In seguito, però, con l'acquisizione di esperienza da parte degli studenti, l'interesse, e quindi il campo di attività, ha incluso anche altri obiettivi, come l'esportazione delle stesse misure in ambienti all'esterno delle singole scuole partecipanti, la misura della radioattività in minerali e suoli, la misura della dose, la pratica con strumentazione più sofisticata. L'inserimento degli studenti in queste attività ha riscosso un buon successo nella comunità scolastica in tutte le regioni interessate dal progetto, come è testimoniato dai risultati conseguiti e dalla continua richiesta di nuovi ingressi. va sottolineata la dimensione dell'impatto che l'esperimento ha avuto sul mondo della scuola. Una stima approssimativa

porta a contare oltre 100 scuole per un totale di circa 2500 studenti direttamente inseriti nelle attività.

La descrizione dettagliata degli esperimenti è disponibile al sito WEB:

<http://www.infn.it/csn5/>

1.6 ATTIVITÀ DEI LABORATORI E DELLE INFRASTRUTTURE

LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI

1) DAFNE

L'acceleratore DAFNE è stato modificato per introdurre la nuova ottica dei fasci denominata "Crab-Waist". Lo studio delle proprietà della macchina con questo nuovo schema è continuato per tutto il 2008 fino al raggiungimento di una luminosità istantanea massima di $3.5 \cdot 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, doppia rispetto alla luminosità ottenuta prima delle modifiche. Si pensa di poterla aumentare ancora. La luminosità integrata giornaliera media oggi è di circa 12 pb^{-1} . La divisione acceleratori è impegnata nel disegno e realizzazione della nuova sezione dritta d'interazione di KLOE.

2) KLOE

L'esperimento KLOE è attualmente in "garage", dove viene mantenuto in funzione al fine di prepararlo per il nuovo periodo di presa dati, che dovrebbe iniziare a fine 2009. L'analisi dei dati raccolti è continuata, si sono ottenuti numerosi risultati che sono stati pubblicati. Tra questi ricordo la misura di V_{us} , l'interferometria quantistica, i Test di CPT e la spettroscopia degli adroni leggeri. La collaborazione si sta preparando per una nuova raccolta dati che dovrebbe triplicare il numero degli eventi registrati, a partire dal 2010.

3) FINUDA

La collaborazione FINUDA, dopo aver concluso la raccolta di 1 fb^{-1} di luminosità integrata ha continuato l'analisi dei dati. Sono state effettuate misure di spettri di pioni e protoni emessi dai nuclei esotici prodotti in vari materiali dall'assorbimento dei mesoni K negativi.

Sono stati ottenuti risultati sull'interazione multipla dei mesoni K nei nuclei per lo studio di possibili stati nucleari molto legati. Questi risultati sono stati pubblicati.

4) SIDDHARTA

La collaborazione SIDDHARTA ha concluso la costruzione dell'apparato sperimentale che è stato montato sulla zona d'interazione di DAFNE. Sono state completate le operazioni di messa a punto del rivelatore. La raccolta dati per la misura della radiazione X emessa dagli atomi kaonici sta per cominciare. E' in corso la misura con He, tutto è pronto anche per la misura con l'Idrogeno.

5) DAFNE-L

Si è completata la costruzione di una nuova zona sperimentale con camera pulita sulla linea UV del laboratorio DAFNE-L. La linea è pronta per essere messa a disposizione di utilizzatori esterni. Continua la costruzione della nuova linea per raggi X molli proveniente da un magnete curvante di DAFNE. Si è completata la costruzione della seconda stazione di lavoro sulla linea di raggi infrarossi. Le tre linee e le infrastrutture del laboratorio DAFNE-L sono state in attività durante tutto l'anno, a disposizione di ricercatori italiani e stranieri.

6) CTF3

E' continuata la partecipazione al progetto CTF3 in collaborazione con il CERN. Un nuovo "Kicker" di iniezione è stato disegnato, costruito e messo in funzione. Ha funzionato molto bene e la corrente accumulata negli acceleratori di CTF3 ha raggiunto il valore di 12 A , quella di progetto. Continua la partecipazione all'esperimento per la verifica del concetto "two beams acceleration", alla base del disegno di CLIC, il CERN Linear Collider.

7) SPARC

La realizzazione di SPARC, il Laser ad Elettroni Liberi (FEL) è stata completata.

L'apparato è oggi pronto ad iniziare la sperimentazione per la produzione di luce laser con elettroni attraversanti gli ondulatori magnetici.

8) FLAME

E' stato completato il laboratorio che ospiterà il laser di alta potenza FLAME e la sala sperimentale che ospiterà la camera d'interazione.

9) CNAO

E' continuato il lavoro di montaggio dei magneti dell'anello del sincrotrone, la messa a punto delle sorgenti degli ioni e degli impianti elettrici e a fluido, necessari al funzionamento dell'acceleratore.

10) ILC

E' continuata la partecipazione al programma europeo I3HP (Hadron Physics), CARE, EUROTEV ed EUROFEL del VI programma quadro;

11) Prefabbricato Uffici SPARC.

E' stata completata la costruzione del prefabbricato uffici che ospita la collaborazione SPARC.

12) Nuovo Capannone Gran Sasso

E' stata completata la costruzione del nuovo capannone Gran Sasso con 17 nuovi uffici ed una grande sala, dotata di carroponte, per la costruzione di grandi apparati.

13) Nuovo Centro Servizi

Il nuovo "Centro Servizi" è stato completato. I locali adibiti alla mensa devono essere arredati.

14) Nuova foresteria

La nuova foresteria è pronta, potrà essere usata a partire dal prossimo anno.

15) Attività di Divulgazione

Continua l'attività di divulgazione scientifica con attività presso le scuole e nei LNF.

16) Corsi Specialistici

E' stata organizzata la scuola di fisica per gli studenti di dottorato e numerose iniziative che portano a Frascati illustri studiosi a collaborare con i ricercatori dei laboratori.

17) Servizio Conferenze

Sono state organizzate 25 conferenze internazionali e innumerevoli riunioni di lavoro che fanno di questi laboratorio un centro di riferimento per la comunità della fisica nucleare italiana.

LABORATORI NAZIONALI DI LEGNARO

Durante la prima parte del 2008 le attività di ricerca del laboratorio, incentrate per la fisica nucleare sul complesso di acceleratori Tandem-Piave-Alpi, si sono concentrate su:

- a) completamento della campagna sperimentale allo spettrometro Prisma-Clara (smontato recentemente per preparare l'installazione del dimostratore di AGATA)
- b) realizzazione delle misure programmate sugli altri apparati sperimentali

Risultati scientifici rimarchevoli, a titolo di esempio, sono stati ottenuti nella misura della collettività degli isotopi ricchi di neutroni del Ca, effettuata implementando, per la prima volta nel contesto di reazioni di multinucleon transfer e deep inelastic, la tecnica del Plunger differenziale allo spettrometro Prisma-Clara, nello studio della interazione di pairing realizzata mediante misure di transfer ad energie inferiori alla barriera Coulombiana, nella

identificazione degli isotopi molto ricchi di neutroni del Kr attraverso la misura di prodotti di fissione con lo spettrometro Prisma-Clara e nello studio della dipendenza dall'isospin dei prodotti in reazioni di frammentazione all'apparato Garfield.

Successivamente è iniziato un periodo di intensa attività per il laboratorio, volta al miglioramento delle prestazioni delle macchine acceleratrici. L'installazione della nuova sorgente ECR per l'iniettore PIAVE è iniziata nei tempi programmati e si avvia ormai a conclusione. È previsto un aumento in intensità dei fasci prodotti di quasi un ordine di grandezza. Completata una manutenzione straordinaria di ALPI, permessa dall'inattività forzata dell'acceleratore dovuta all'installazione della nuova sorgente, il laboratorio si appresta così ad affrontare la sperimentazione con il nuovo rivelatore gamma, il dimostratore di AGATA, nelle migliori condizioni.

Il dimostratore, la cui installazione è in corso da parecchi mesi, va a sostituire il rivelatore Clara. È dotato però di una risoluzione spaziale molto maggiore. La messa a punto dello strumento è prevista nella prima parte del 2009.

Nella fase di installazione della nuova sorgente si è provveduto anche ad una manutenzione straordinaria del TANDEM. Il complesso dei grandi acceleratori è stato così praticamente rinnovato.

Anche le piccole macchine, il CN da 7MV è l'AN2000, hanno richiesto drastici interventi, come la sostituzione in entrambe le macchine della cinghia di trasporto delle cariche. Entrambe le macchine hanno ora ripreso l'attività, limitata purtroppo dalla carenza di personale, che non consente un ciclo continuo di utilizzo, come sarebbe necessario viste le continue richieste per sperimentazione soprattutto di carattere interdisciplinare. A tale proposito, sempre vivace è l'attività del gruppo di radiobiologia. Di particolare interesse sono apparsi i risultati ottenuti circa gli effetti indotti a seguito di irraggiamenti a dosi acute con raggi gamma (Co-60, Cs-137) di colture cellulari crioconservate (-196°C) allo scopo di mimare l'esposizione più che decennale di sistemi biologici crioconservati (cellule staminali, germinali; embrioni) al fondo naturale di radiazioni. I risultati hanno mostrato un "effetto protettivo" della crio-conservazione rispetto all'induzione del danno da radiazione.

Il Gruppo di ricerca radioterapico ha inoltre proseguito l'attività di collaborazione con il Gruppo di Lavoro per la definizione del progetto "TPS", per lo sviluppo di un "Sistema per Piani di Trattamento" per l'adroterapia (in particolare, per la radioterapia con ioni carboni), e degli accordi con il partner industriale. Questa attività si inserisce nell'ambito dell'impegno del laboratorio per la realizzazione del centro adroterapico del CNAO a Pavia, che ha visto anche nel 2008 una presenza costante del Laboratorio per la messa a punto dell'acceleratore lineare.

Il 2008 è stato anche un anno importante per quanto riguarda i progetti futuri.

La partecipazione INFN al consorzio RFX ha visto un grosso impegno per la definizione delle caratteristiche del fascio di deutoni da iniettare nel plasma di ITER, la nuova macchina a progetto internazionale per la fusione, per fornire energia supplementare al plasma. Parallelamente sono state definite le specifiche del grosso impianto criogenico necessario al funzionamento dell'iniettore. In collaborazione con il dipartimento di ingegneria dell'università di Padova si sta approntando una stazione sperimentale per lo studio delle alte tensioni in vuoto.

Il progetto IFMIF, la macchina per lo studio dei materiali per la fusione, che per il laboratorio comporta la costruzione del RFQ dell'acceleratore, ha avuto il primo finanziamento. La definizione delle caratteristiche dello strumento hanno brillantemente superato recentemente il Preliminary Design Review.

Il progetto fondamentale per il futuro del laboratorio rimane comunque il progetto SPES. Nel corso del 2008 è stata completata la scrittura del TDR, che prevede la realizzazione dei fasci radioattivi utilizzando un fascio da 70 MeV prodotto da un Ciclotrone, l'utilizzo di un bersaglio di carburo di Uranio sul quale molto si è lavorato a livello di prototipo, un separatore ad alta risoluzione e l'utilizzo del complesso PIAVE-ALPI come post-acceleratore. Sul progetto si è concentrato l'interesse di tutta la comunità di fisici nucleari di bassa energia, che hanno partecipato attivamente ai vari workshop organizzati per discutere le possibilità offerte dalla nuova macchina.

Il progetto SPES prevede anche il completamento fino a 5MeV del sistema ad alta intensità. L'attività, essendo la sorgente già disponibile, si è concentrata sul completamento del RFQ, i cui sei moduli sono stati tutti soggetti al processo di brasatura al CERN. Localmente è stata effettuata la verifica della configurazione di campo su due moduli con ottimi risultati.

Il fascio di protoni ad alta intensità può essere usato per produrre un fascio di neutroni per interazione su un bersaglio di berillio. Un fascio intenso di neutroni è di grande interesse per svariati usi : per la cura di alcuni tipi di tumore con la tecnica BNCT, per misure di interesse astrofisico, per lo studio dei materiali, per il trattamento delle scorie radioattive e per la ricerca rivolta alla progettazione di reattori nucleari di quarta generazione.

Sono sempre attive nel laboratorio le ricerche sulle onde gravitazionali; il rivelatore AURIGA è in costante presa dati con un'efficienza superiore al 95%. PVLAS continua lo studio delle proprietà quantistiche del vuoto. Sono sempre in fase di definizione le tecniche di riduzione dei contaminanti radioattivi per l'esperimento CUORE. Queste ultime fanno capo al laboratorio di superconduttività, dove si svolge buona parte dell'attività del Master in Surface

Treatments for Industrial Applications e dove si mantengono ottimi rapporti con ditte esterne interessate a beneficiare delle competenze sviluppate all'interno del laboratorio.

Un cenno infine al calcolo. Nel 2008 il centro Tier2 ospitato presso i LNL ha messo a disposizione degli esperimenti CMS e Alice circa 800 kSI2k di potenza di calcolo e circa 200TB di disco. In questo periodo il centro Tier2 di LNL ha partecipato a tutti i data challenge e test intensivi programmati dagli esperimenti. Sempre nel 2008 la sala macchine è stata potenziata per adeguarla alle esigenze di potenza elettrica e di raffreddamento che saranno necessari a regime. Il potenziamento dell'infrastruttura di rete ha portato ad avere un link a 2Gbps con il Garr e uno a 10Gbps con l'INFN di Padova.

LABORATORI NAZIONALI DEL SUD

Le attività di fisica nucleare presso i Laboratori Nazionali del Sud si svolgono da anni intorno a due acceleratori di ioni, un Tandem ed un Ciclotrone Superconduttore (CS), che forniscono una ampia varietà di fasci per lo studio dei meccanismi di reazione, della struttura nucleare e dei processi che avvengono nei siti astrofisici. A complemento di questi acceleratori sono stati progettati e realizzati sofisticati sistemi di rivelazione delle particelle prodotte nell'interazione nucleare, che contribuiscono a rendere i LNS uno dei laboratori di punta della ricerca nucleare con una utenza che proviene da varie parti del mondo.

Le attività con gli acceleratori non si limitano al dominio della fisica nucleare fondamentale, ma comprendono anche ricerche di carattere tecnologico e multidisciplinari, che spaziano, per esempio dall'utilizzo degli acceleratori in medicina all'analisi di elementi in traccia e allo studio del comportamento dei materiali sottoposti ad irraggiamento con fasci ionici.

Da diversi anni è poi in atto un accurato ed articolato studio con aspetti sia di ricerca scientifica che di sviluppo tecnologico, mirato alla progettazione di un telescopio sottomarino per neutrini cosmici, che apre anche ampi spazi per ricerche interdisciplinari di carattere biologico, oceanografico e geologico. Una lunga campagna di caratterizzazione delle proprietà dell'acqua condotta in numerosi siti del Mediterraneo ha individuato in una zona che dista 100km da Capo Passero, ad una profondità di circa 3500m, il luogo ideale per l'installazione di tale osservatorio, che sarà, nel suo genere, unico al mondo.

I LNS sono inoltre attenti alla divulgazione del sapere scientifico nel territorio ed in questa ottica svolgono una continua e proficua opera di informazione, attraverso l'organizzazione di manifestazioni, mostre e incontri aperti al pubblico, in collaborazione con gli istituti scolastici superiori e con le realtà culturali locali.

Nel 2008 il Ciclotrone Superconduttore (CS) ha ripreso la sua normale operatività dopo 8 mesi di fermo, durante i quali è stata effettuata la manutenzione straordinaria degli impianti criogenici. I primi due mesi dell'anno sono stati dedicati al completamento delle operazioni di manutenzione e al raffreddamento del criostato. A fine febbraio il magnete è stato alimentato e il primo fascio dopo il periodo di manutenzione è stato accelerato ed estratto con successo.

Successivamente si è proceduto con la normale programmazione dell'attività sperimentale basata sulle indicazioni del Comitato Scientifico. In particolare, sono state effettuate due sessioni col fascio radioattivo EXCYT di ^8Li , che hanno consentito di completare l'esperimento RCS già iniziato nel 2007 e di effettuare l'esperimento RMS. Per quest'ultimo, grazie ad una attenta operazione di ottimizzazione del fascio radioattivo, è stata fornita una intensità di $5 \cdot 10^4$ pps sul bersaglio, la massima finora raggiunta.

E' inoltre da evidenziare il primo esperimento realizzato mediante un fascio instabile di ^{18}Ne prodotto mediante frammentazione e selezionato in volo mediante la linea di estrazione dal CS (FRIBs), che ha permesso, per la prima volta, l'identificazione di un decadimento radioattivo mediante l'emissione di un nucleo di ^2He . Questo risultato, al di là della rilevanza scientifica intrinseca, rappresenta una conferma della validità del sistema di produzione di fasci radioattivi in volo che si affianca alla facility EXCYT ed amplia lo spettro dei fasci radioattivi disponibili presso i LNS. In questa prospettiva sono stati anche eseguiti dei test di produzione di fasci radioattivi in-flight, in vista di futuri esperimenti con fasci diversi dal ^{18}Ne , primo e unico fascio radioattivo in-flight finora utilizzato.

Nel periodo marzo-luglio sono state effettuate 3 sessioni di protonterapia che hanno permesso di trattare 32 pazienti, cosicché il numero totale di pazienti trattati dal 2002 a oggi è 173. Nello stesso periodo sono stati compiuti diversi esperimenti di radiobiologia con il fascio terapeutico di protoni e con il fascio di ^{12}C a 62 AMeV. Inoltre sono stati eseguiti irraggiamenti di componenti elettronici con fasci di protoni, Ne, Ar, Kr, Xe, nell'ambito di un contratto di ricerca stipulato con la ditta MAPRAD srl, avente come oggetto lo studio della radiation hardness di strumentazione elettronica da inviare nello spazio, studio di interesse dell'ESA (European Space Agency). A tale scopo è stata messa a punto una postazione di irraggiamento dedicata per la quale è stata richiesta la certificazione ESA.

È stato inoltre avviato un programma di misure sistematiche della frammentazione del ^{12}C in un intervallo di energie (50÷250 AMeV) di particolare interesse per applicazioni quali l'adroterapia e la progettazione delle schermature per i veicoli spaziali.

Per quanto riguarda i fasci CS, nell'ultima parte dell'anno verranno effettuati alcuni esperimenti di multiframmentazione con il rivelatore Chimera e sarà anche effettuata un'altra

sessione di protonterapia. Un'altra settimana di tempo macchina sarà allocata alla ditta MAPRAD.

I fasci Tandem sono stati utilizzati estensivamente nel corso del 2008, anche grazie alla possibilità di utilizzare tutta l'area sperimentale dei Laboratori a causa del fermo del Ciclotrone. Lo spettrometro MAGNEX ha beneficiato di questa situazione con quattro esperimenti dedicati allo studio spettroscopico della struttura dei nuclei ricchi di neutroni mediante reazioni di scambio di carica e di trasferimento di più neutroni. Entro la fine dell'anno tutti gli esperimenti approvati con MAGNEX saranno compiuti. E' anche proseguito il programma sperimentale di astrofisica nucleare che utilizza metodi indiretti per la deduzione di grandezze rilevanti per l'astrofisica e viene svolto in parte presso il Tandem dei LNS e in parte con gli acceleratori di altri laboratori internazionali.

I fasci di ioni prodotti da entrambi gli acceleratori sono stati anche utilizzati per varie ricerche multidisciplinari, dalla radiobiologia, alla fisica dei materiali, alla fisica sanitaria, ai beni culturali. Riguardo a quest'ultimo argomento in particolare è di rilievo la messa a punto della nuova metodologia HE-PIGE che utilizza i fasci di protoni da 60MeV forniti dal CS per la caratterizzazione in profondità di reperti di interesse archeologico.

In definitiva tutti gli esperimenti approvati dal Comitato Scientifico con fasci Tandem sono stati eseguiti, mentre il programma di esperimenti al CS approvati per il 2008, a causa della manutenzione straordinaria agli impianti criogenici, sarà completato entro il mese di febbraio 2009.

Per quanto riguarda i grandi apparati sperimentali, CHIMERA, multirivelatore di prim'ordine nel panorama mondiale per lo studio dei processi di multiframmentazione, è stato trasferito nella sua camera definitiva e, grazie ad una migliorata pulse shape analysis sui segnali dei rivelatori di Si, sono state abbassate le soglie di identificazione sia in massa che in carica. Il complesso MEDEA-SOLE-MACISTE, è attualmente oggetto di una manutenzione straordinaria per ripristinare l'accoppiamento dei cristalli ed aggiornare il sistema di controllo dell'elettronica di front-end. Inoltre sono stati condotti studi e test sperimentali per il possibile utilizzo di MEDEA anche come rivelatore di neutroni.

Tra le attività che non utilizzano gli acceleratori, merita menzione il lavoro di realizzazione della prima sorgente di ^{210}Po per lo spettrometro portatile PIXE-alfa, che sarà portato a termine interamente presso i LNS. Continuano le attività di ricerca tecnologica relative alla progettazione e realizzazione di sorgenti ioniche, attività in cui il ruolo dei LNS è riconosciuto a livello internazionale. Inoltre in collaborazione con la ditta Ansaldo Nucleare sono in fase di sviluppo e realizzazione dei dispositivi per il monitoraggio remoto dei siti di stoccaggio delle scorie radioattive. Nello stesso ambito di rapporti con il mondo

dell'industria, si inserisce la recente sottoscrizione di un atto aggiuntivo all'accordo dell'INFN con la ditta belga IBA, che riguarda un ulteriore impegno dei LNS nella progettazione del ciclotrone SCENT.

I LNS sono impegnati a contribuire con le proprie competenze allo sviluppo del progetto di facility per fasci radioattivi, SPES, presso i LNL. In questo ambito, nel prossimo futuro si realizzerà presso i LNS un "test bench caldo" ove provare i complessi target-sorgente per SPES ed EXCYT.

Nell'ambito delle attività per la realizzazione di un telescopio per neutrini (NEMO) è stata completata l'analisi relativa sia ai dati ambientali che ai dati per la ricostruzione delle tracce di muoni atmosferici, dati acquisiti con l'apparato sottomarino NEMO Fase-1 nel periodo gennaio-maggio dell'anno precedente.

E' iniziata la Fase-2 del progetto con il completamento del convertitore DC/DC da 10kW, appositamente realizzato da Alcatel per la sperimentazione sottomarina, e che ha richiesto una lunga fase di prototipazione per raggiungere i requisiti richiesti. Il convertitore sarà integrato nel sistema di terminazione del cavo a fine 2008 ed installato a 3500m di profondità nel gennaio 2009. Sono anche stati completati i lavori di ristrutturazione della stazione di terra a Portopalo di Capo Passero (SR). Alla luce dell'esperienza acquisita con l'apparato Fase-1, sono state apportate modifiche al progetto della struttura di rivelazione, al fine di incrementarne la robustezza e l'affidabilità. A fine 2008 è stata avviata la fase finale di integrazione dell'apparato che si concluderà ad aprile 2009 con l'installazione nel sito di Capo Passero.

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 negli anni '90 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 attiva una sorgente di neutrini. Il fascio indirizzato nella direzione del Gran Sasso è entrato in funzione il 18 agosto 2006, è stato attivo per un periodo limitato nel 2007 ed in modo regolare nel 2008. Il fascio raggiunge il Laboratorio attraversando la Terra per una distanza di 730 km. OPERA è l'esperimento principale del progetto CNGS ed è stato completato all'inizio del 2008 con tutte le emulsioni fotografiche che costituiscono il cuore del rivelatore. OPERA sta vedendo quindi come previsto 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 completato l'installazione nella sala B nel corso del 2008 ed è in fase di commissioning degli impianti criogenici.

L'esperimento BOREXINO sui neutrini solari, di grande sensibilità e capace di misurare la loro energia in tempo reale. A maggio del 2007 è entrato in presa dati e sta misurando regolarmente i neutrini solari sotto il MeV. I risultati stanno già imponendosi all'attenzione della comunità scientifica.

- L'esperimento LVD con una massa sensibile di più di 1000 tonnellate continua a monitorare la Galassia attendendo l'esplosione di una supernova per rivelarne il fiotto di neutrini con alta statistica. La struttura modulare ha permesso di ottenere un tempo vivo maggiore del 99%. L'esperimento sta misurando 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. L'esperimento LIBRA, che utilizza la stessa tecnica di DAMA ma è di maggiori dimensioni, ha pubblicato nel 2008 i risultati dell'analisi di quattro anni di dati, che vanno sommati ai sette anni di dati prodotti da DAMA, confermando con una statistica eccezionale l'effetto di modulazione annuale spiegabile con interazioni con particelle di materia oscura. L'esperimento sta continuando a prendere dati.
- Esperimenti sulla materia oscura che utilizzano diversi approcci complementari sono in fase avanzata di preparazione o hanno preso dati scientifici su tempi ancora limitati, come CRESST2, WARP e XENON. Questi ultimi due sono basati sulla rivelazione di

particelle in argon liquido e xenon liquido, rispettivamente, e hanno già prodotto, con prototipi, dati di interesse per la comunità scientifica. Nel 2008 è proseguita l'installazione delle loro versioni di 100 litri.

- Le caratteristiche dei neutrini evidenziate negli ultimi anni indicano la possibilità che essi coincidano con le loro antiparticelle, ipotesi dimostrabile con la rivelazione di decadimenti doppio beta senza emissione di neutrini. Queste ricerche sulla natura dei neutrini hanno eccellenti prospettive nei Laboratori. Nel 2008 è terminata la presa dati dell'esperimento CUORICINO ed è proseguita la preparazione delle infrastrutture per l'esperimento CUORE, mentre è entrato in fase di installazione l'esperimento 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 2008 sono stati portati a termine importanti 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, ETICS II OGF EU...). 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.

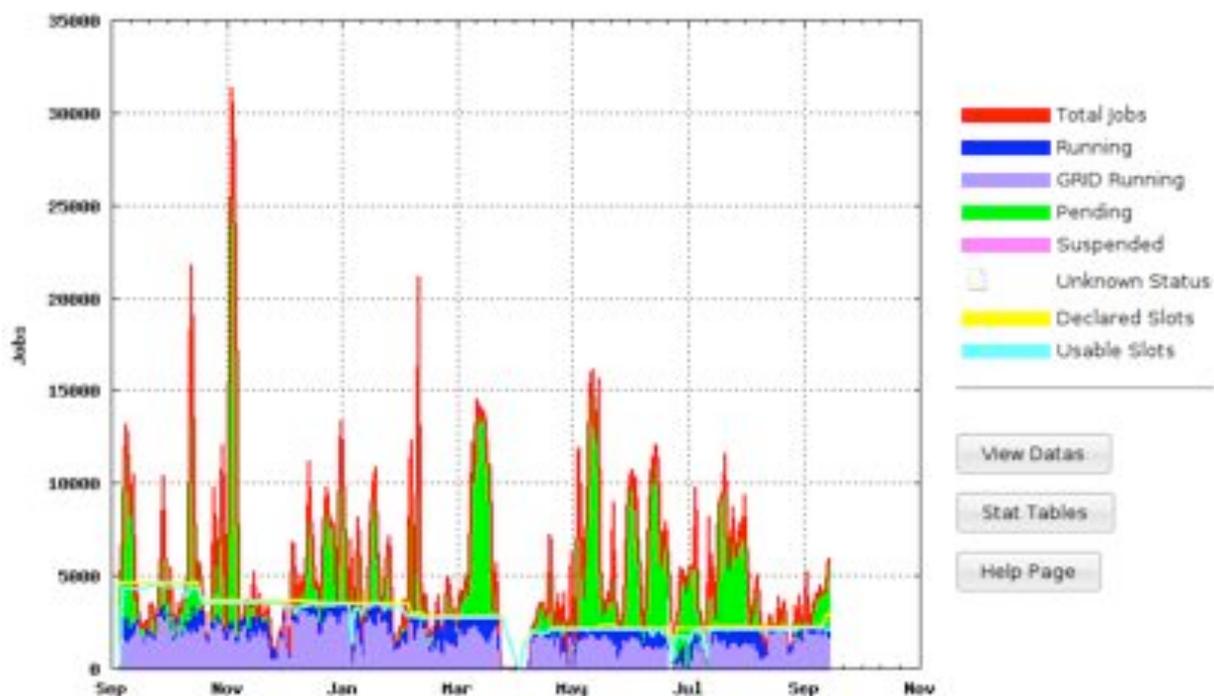
Dal 2003 il CNAF ospita il Centro regionale Tier1, nato per gli esperimenti a LHC, ma presto divenuto un punto di riferimento per il calcolo di tutti gli esperimenti dell'INFN ed in particolare per CDF, Babar, Virgo, Pamela etc.

Nel corso del 2008 il Centro ha portato la sua potenza di calcolo da 3000 KSI2k, a più di 6000 KSI2k, i 1000 TB di storage di tipo disco a 2600 TB e ai 1000 TB di tipo nastro che sono gestiti da Castor, il tool sviluppato dal CERN. si è aggiunta una nuova libreria che può espandersi fino a 10.000 TB di nastro. 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 basate sul

prodotto commerciale GPFS e STORM un'interfaccia SRM sviluppata dal Centro stesso chiamata Storm.

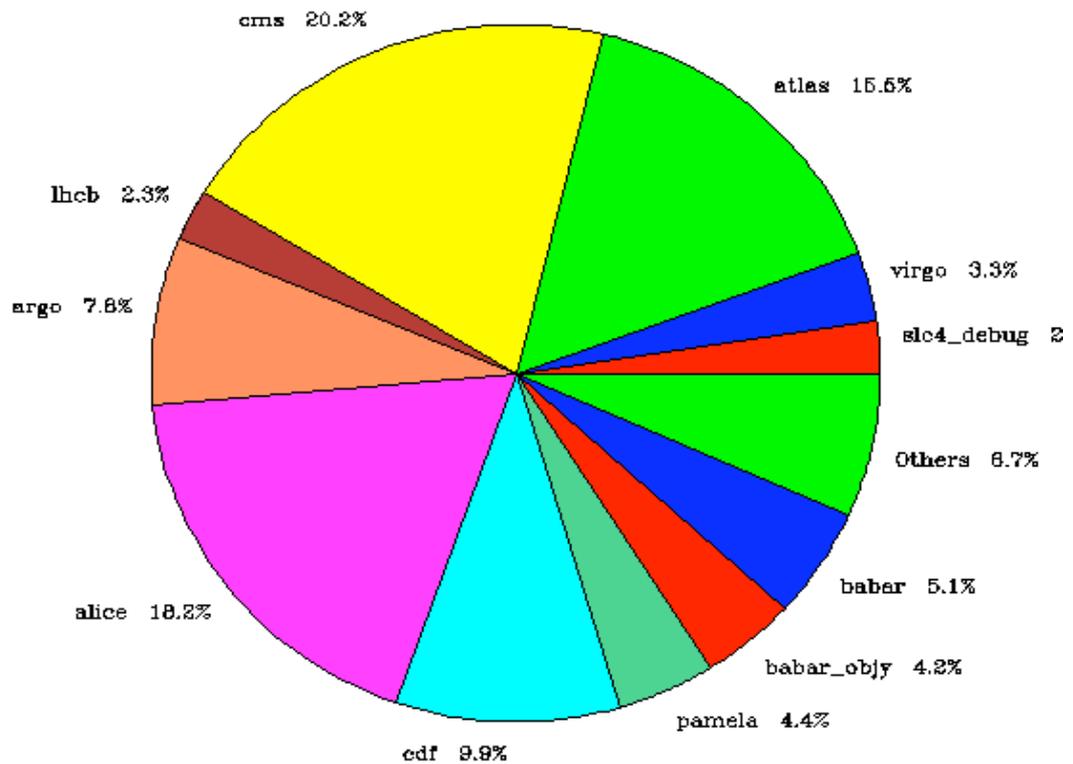
In questo periodo il CNAF ha partecipato con successo ai *vari Challenges* degli esperimenti a LHC ed è diventato uno dei principali Tier1 a livello mondiale non solo per l'infrastruttura del progetto World-wide LHC Computing Grid (WLCG), ma per tutti i maggiori esperimenti HEP. Ha anche fornito capacità di calcolo per la sperimentazione di altri settori applicativi attivi nella grid italiana e in quella del progetto Europeo EGEE III.

Nel grafico seguente è riportato l'uso effettivo delle risorse di calcolo da parte degli esperimenti nel corso dell'ultimo anno da Settembre 2007 al Settembre 2008. Si può notare che, ad eccezione di un periodo di down programmato in aprile per il trasferimento di tutte le risorse in sala 1 per permettere i lavori di upgrade e di un periodo d'inefficienza dovuto a problemi generati da un difetto strutturale del nuovo pavimento flottante in sala1, l'uso delle CPU del Centro è stato quasi sempre vicino alla saturazione.



Il plot seguente mostra invece l'utilizzo della CPU tra le varie VO nello stesso periodo.

Suddivisione CPU e KSI2K(Wall Clock Time WCT) per VO



L'analisi dell'efficienza di utilizzo delle CPU del centro mostra che levando i due periodi di down dal 23 marzo al 5 aprile (down programmato sala1) e dal 20 giugno al 10 luglio (incidente strutturale) si ottiene dal 1/12/2007 a Luglio 2008 una media pari a 82.0%. La media prendendo i dati dopo il 1/8/2008 sale a 87.9%

All'inizio del 2008 sono iniziati i lavori 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 4 MWatt e la potenza frigorifera a ~1.5 MWatt. Il progetto esecutivo ha notevolmente migliorato la ridondanza di tutti i servizi del centro rispetto a quanto previsto nel preliminare. E' stata completamente definita in tutti i dettagli la struttura delle isole ad alta densità. Si è realizzata per prima la sala 1 che è stata equipaggiata delle isole (fornite dalla ditta APC) in cui sono poi state trasferite tutte le risorse IT del Centro, rimesse in funzione e poi operate con successo. I lavori di potenziamento degli impianti elettrici e di refrigerazione,

affidati alla ditta Di Cataldo di Bari, sono progrediti secondo quanto previsto dal cronoprogramma del progetto esecutivo e ci si aspetta il loro completamento, che include l'allestimento anche della sala 2, per fine anno con pieno rispetto dei tempi di esecuzione molto stretti. Questo successo è stato possibile solo grazie alla dedizione e alle capacità del personale del centro che ha lavorato spesso al di là del normale orario di lavoro.

Con questo upgrade il Tier1 del CNAF sarà in grado di ospitare le risorse per gli esperimenti a LHC fino al 2013.

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 III 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: EGEE-III (iniziato 04/2008) e ETICS II (iniziato nel /2008)

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: disk storage con SRM-StoRM, Sistemi Informativi e GLUE schema, Sistemi di building (ETICS II), 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 anni nella Grid nazionale ed europea, ed è stato adottato da OSG e da altre organizzazioni internazionali. Oltre all'impegno di messa in produzione in un contesto così vasto, l'attività sul VOMS è stata focalizzata sull'interazione con altri servizi tipo Shibboleth e sull'adozione di standard quali SAML per poter interagire con contesti di security diversi.

All'interno di EGEE III il CNAF è in primo piano nello sviluppo di un sistema di policy per gestire principalmente l'autorizzazione all'uso delle risorse e servizi di Grid e le priorità.

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 già con il primo progetto europeo DataGRID e nel 2006, nell'ambito di EGEE e EGEE II, è stato ridisegnato in modo da garantire affidabilità, scalabilità e compatibilità con le nuove tecnologie web service. Il sistema ha raggiunto un apprezzabile livello di maturità dal punto di vista delle funzionalità e robustezza (completamento di ~50 Kjobs/giorno per istanza per più di una settimana senza errori) ed è 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 dopo aver superato tutti i test di interoperabilità di LCG con altre implementazioni SRM 2.2 è stato messo in produzione con successo sul Tier1. Fornisce al CNAF certamente uno strumento altamente competitivo per l'accesso ai dati per le analisi.

Il CNAF sta contribuendo inoltre allo sviluppo del sistema ETICS, un servizio automatico di building e testing, basato su un processo di qualità, che produce package per diverse piattaforme e con diversi formati, metriche sul codice e reports sui test, allo sviluppo degli schemi dei sistemi informativi atti a garantire l'interoperabilità fra la Grid Europea e quella americana. Il risultato è stato un nuovo GLUE-SCHEMA, che consiste nel modello informativo per il Computing Element e lo Storage Element., allo sviluppo del sistema monitoring di Grid: GridICE in produzione sulla grid italiana, sviluppato dall'INFN ed utilizzato per il controllo di diverse infrastrutture di grid.

COMMISSIONE CALCOLO E RETI

La Commissione Calcolo e Reti (CCR), si è riunita quattro volte, fra novembre 2007 e ottobre 2008. Ha esaminato in tali occasioni le proposte di finanziamento presentate dai rappresentanti delle sedi INFN e dai gruppi di lavoro, approvandone per la successiva assegnazione quelle ritenute opportunamente giustificate e compatibili con le disponibilità di bilancio indicate alla Commissione, secondo le priorità di azione già espresse nei precedenti piani triennali.

La Commissione ha inoltre 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 speciale INFN-Grid e il servizio DataWeb. Gli ambiti d'intervento principali sono stati:

- 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 2008, la CCR ha organizzato un workshop dal titolo "Evoluzione del calcolo e qualità dei servizi", svoltosi presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso e ha proposto alla Commissione Formazione dell'INFN a fine 2007 un piano di corsi su temi informatici che quest'ultima ha poi approvato.

Potenziamento infrastrutture di calcolo e reti

La Commissione ha proposto finanziamenti per il potenziamento delle infrastrutture dei siti INFN sulla base delle seguenti priorità:

1. favorire la costituzione di infrastrutture nazionali e di soluzioni esportabili;
2. implementare soluzioni che portino ad un migliore impiego del personale dei servizi;
3. perseguire una razionalizzazione dell'utilizzo delle macchine utilizzate per i servizi centrali;
4. consolidare le risorse di calcolo delle U.O. in un'ottica di infrastruttura condivisa.

Inoltre, sono stati destinati al finanziamento dei contratti di manutenzione e di licenza d'uso di rilevanza nazionale 442k€, che comprendono contratti relativi all'hardware per circa 104k€ (per lo più apparati di rete) e relativi al software per circa 338k€.

Connessioni di rete geografica

La CCR ha raccolto in un apposito documento, redatto a fine 2007, le esigenze di potenziamento dei collegamenti di rete ritenuti necessari per lo svolgimento della attività di

ricerca promosse dalle CSN¹ dell'INFN. Lo studio ha evidenziato come l'aumento della quantità di dati da trasferire, in particolar modo per gli esperimenti LHC, richieda che si realizzi nei prossimi anni un sostanziale potenziamento della rete della ricerca italiana. In particolare sarà essenziale per l'INFN disporre di una dorsale di collegamento fra i propri centri Tier1 e Tier2, in grado far transitare segnali ottici (λ) con capacità di 10 Gbps, come già avviene in molte reti della ricerca europea. Tenendo in debita considerazione tali esigenze, il Consorzio GARR, aveva elaborato nel 2007 un piano di sviluppo che prevedeva la migrazione della rete italiana verso un modello basato su acquisizione e gestione diretta di fibra spenta e dei relativi apparati trasmissivi (GARR-X). Tale piano richiedeva, a differenza di quanto avviene per la rete attuale basata su contratti di noleggio, un notevole investimento iniziale straordinario e la disponibilità di adeguate risorse finanziarie. Tali risorse purtroppo, nell'anno in corso, non si sono concretizzate e il GARR ha quindi recentemente presentato una proposta di realizzazione graduale del progetto GARR-X, che, se approvata come auspicato dalla CCR, dovrebbe avere corso a partire dal 2009 ed essere in grado di soddisfare le esigenze dell'INFN almeno per i prossimi tre anni.

Nel frattempo il GARR ha completato nella prima parte del 2008, tutti i potenziamenti relativi alle capacità di accesso di varie sedi INFN all'attuale rete, richiesti dalla CCR nel corso del 2007.

Sviluppo centri Tier2 per LHC

Nel corso del 2008 sono stati portati a termine gli ultimi potenziamenti degli impianti tecnologici a servizio dei centri Tier2, necessari per poter ospitare le attrezzature di calcolo richieste nella fase iniziale di funzionamento del LHC. Tutti i centri sono stati in grado di partecipare alle attività preparatorie e di produzione concordate con le rispettive collaborazioni.

Consolidamento dei servizi nazionali

È proseguito l'impegno della CCR per il potenziamento dei servizi di carattere nazionale resi disponibili agli utenti e al personale dei servizi di calcolo. In particolare è stata sostanzialmente completata la infrastruttura nazionale di rete wireless basata sull'utilizzo del protocollo 802.1x e sono stati inoltre messi a disposizione:

- un servizio nazionale di ospitalità di siti Web istituzionali presso il CNAF, basato su un moderno sistema per la gestione dei contenuti (Content Management System Joomla);

¹ CCR-14/2007/P: Evoluzione delle esigenze di rete geografica dell'INFN negli anni 2008-2011 e prospettive offerte dal progetto GARR-X

- un servizio di trasmissione di contenuti multimediali per attività di formazione a distanza ospitato presso la Sezione di Catania e il CNAF, basato sullo strumento Adobe Connect, e una piattaforma per la gestione dei corsi di formazione (Moodle) mantenuta presso i LNF;
- un primo nucleo di servizi per la valutazione effettuata dall'esterno (auditing) delle vulnerabilità di sicurezza dei centri di calcolo INFN;
- un servizio di gestione centrale dell'attivazione delle licenze Microsoft basato sul meccanismo di Key Management Service, presso il CNAF.

È stato inoltre costituito un gruppo di lavoro incaricato di coordinare le proposte e la realizzazione di attività formative in campo informatico. Il gruppo ha redatto a fine 2007 un primo piano di corsi nazionali per l'anno successivo, considerando le esigenze dei gruppi di ricerca, del personale dei servizi e degli utenti dei servizi informatici di base dell'INFN. Complessivamente sono stati proposti 17 corsi di cui una decina poi effettivamente realizzati nel corso del 2008.

Attività di ricerca e sviluppo

La CCR ha infine promosso e sostenuto nel 2008 le attività di R&D di alcuni gruppi di lavoro, fra le quali sono da citare per la rilevanza delle possibili ricadute future per l'INFN:

- sviluppo del sistema integrato di autenticazione e autorizzazione a livello nazionale (AAI) per l'accesso alle risorse e ai servizi informativi dell'INFN, che ha comportato:
 - la scrittura di un Documento preliminare di Progetto (CDR), esaminato a maggio con esito positivo da un comitato esterno di revisione;
 - la successiva redazione di un documento dettagliato di progetto (TDR), da completarsi nei primi mesi del 2009;
 - l'avvio di una sperimentazione in produzione delle tecnologie proposte, limitatamente ad alcuni servizi centrali, fra cui quelli forniti dal Servizio Data Web;
 - l'organizzazione di un'attività complementare di definizione del modello generale di gestione nell'INFN delle informazioni relative all'identità degli utenti e alle modalità di accesso;
- sviluppo e sperimentazione di tecnologie per gestire l'esecuzione di applicazioni scientifiche in macchine virtuali appositamente configurate, allo scopo di facilitare la gestione e l'uso di farm multi-utente nei centri Tier1 e Tier2

dell'INFN;

- conclusione della sperimentazione e avvio della fase di pre-produzione del progetto di dispiegamento dei sistemi di autenticazione a doppio fattore, basate su password e certificati digitali residenti in token USB;
- avvio di un progetto di sperimentazione delle tecnologie VoIP.

1.7 RISORSE DI PERSONALE

Le risorse di personale disponibili nel 2008 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 2008-2010 ammontano a 1.906 unità, dopo la riduzione delle posizioni dirigenziali in ottemperanza della legge 133 del 2008. La suddivisione tra i vari profili professionali è illustrata nel grafico.

Sono inoltre coperte con contratti a tempo determinato 56 posizioni di ricercatore, 43 di tecnologo, 23 di tecnico e 9 di amministrativo, per un totale di 131.

Sono anche attivi 204 contratti (45 ricercatori, 83 tecnologi, 44 tecnici e 32 amministrativi) a carico di progetti finanziati dall'Unione Europea o da altre istituzioni italiane ed estere.

Il decreto legge 112/2008, convertito nella legge 133/2008 ha sostanzialmente confermato le norme in vigore nel 2007 per gli enti di ricerca per l'assunzione di personale a tempo indeterminato e determinato, nonché le procedure 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 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 2008

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 (assegni di ricerca) dei quali una ottantina a totale carico dell'INFN e i restanti in cofinanziamento con le Università.

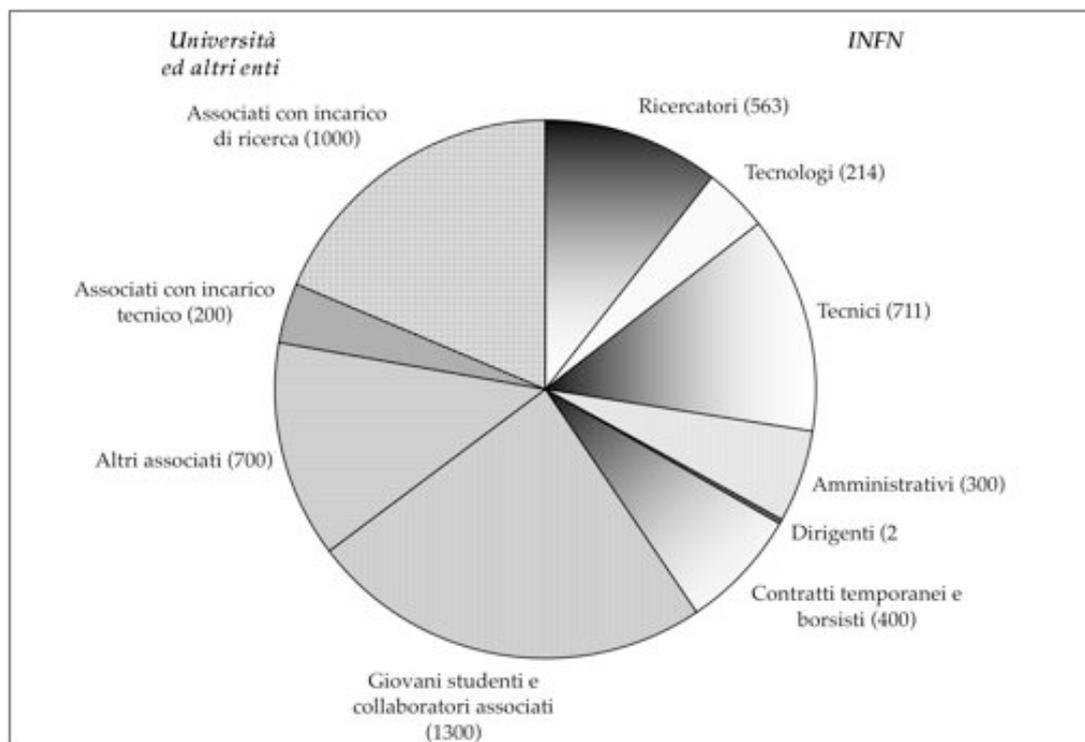
1.7.3 IL PERSONALE INCARICATO

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 2008 e i relativi costi suddivisi nelle tipologie indicate.

QUADRO A - SITUAZIONE DEL PERSONALE AL 31.12.2008

A.1 - PERSONALE DIPENDENTE A TEMPO INDETERMINATO

Profilo	Dotazione organica	In servizio al 31.12.2008	Costo 2008 (in migl. di Euro)
Dirigente I fascia	1	1	113
Dirigente II fascia	1	1	96
Ricercatore	615	563	42.297
Tecnologo	236	214	14.538
Collaboratore tecnico enti ricerca.	605	577	23.672
Operatore tecnico	132	127	4.423
Ausiliario tecnico	7	7	209
Funzionario di Amministrazione	64	58	2.604
Collaboratore di Amministrazione	236	233	8.631
Operatore di Amministrazione	9	9	288
Totale	1.906	1.790	96.871

A.2 - PERSONALE DIPENDENTE A TEMPO DETERMINATO

Tipologia di personale	Profilo	In servizio al 31.12.2008	Costo 2008 (in migliaia di Euro)
Personale a contratto di alta qualificazione o assunto in relazione ai programmi di attività	Ricercatore	56	2.471
	Tecnologo	43	1.903
	Coll. Tec. E.R.	23	800
	Operat. Tecnico	1	29
	Funzionario Amm.ne	2	77
	Collaboratore Amm.ne	8	251
	Totale	133	5.531

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

Profilo	n.
Ricercatore	56
Tecnologo	48
Collaboratore tecnico enti ricerca.	26
Operatore tecnico	1
Ausiliario tecnico	
Funzionario di Amministrazione	
Collaboratore di Amministrazione	12
Operatore di Amministrazione	
Totale	143

A.4 - COLLABORAZIONI

Tipologia della collaborazione	Nuovi contratti al 31.12.2008	Costo 2008 (in migliaia di Euro)
Assegni per la collaborazione all'attività di ricerca (art. 51 legge 27.12.97 n° 449)	114	2.300

1.8 ATTIVITA' DI COMUNICAZIONE E IMPATTO SOCIO-ECONOMICO

Da molti anni l'impatto socio-economico e interdisciplinare della ricerca INFN è oggetto di approfondite analisi da parte dell'Ente, dei Comitati di Valutazione e del Ministero. La sua rilevanza è cresciuta con il tempo e con il maturare della consapevolezza delle connessioni tra la ricerca fondamentale e il substrato sociale di riferimento, ed ha una duplice valenza. Da un lato vi è il profilo culturale, che viene perseguito sia attraverso l'attività di formazione dei giovani (laureandi e neolaureati) sia attraverso le iniziative per la diffusione della cultura scientifica al grande pubblico. Dall'altro vi è il profilo tecnologico, che trova una naturale collocazione all'interno della missione dell'INFN: nel processo di condurre ricerca scientifica fondamentale, risorse significative vengono dedicate allo sviluppo di tecnologie di frontiera, le quali hanno implicazioni inter-disciplinari e multi-disciplinari. Le industrie, sia di grandi che di piccole e medie dimensioni, sono da sempre partner delle iniziative dell'Ente e queste collaborazioni inducono un trasferimento tecnologico dall'INFN verso altri campi, il che rappresenta di per sé un ritorno economico per il sistema-Paese.

Nel seguito verrà brevemente presentata una visione d'insieme dell'impatto socio-economico ed interdisciplinare, secondo le due dimensioni sopra citate. La prospettiva è anche quella di preparare gli strumenti necessari a dare un'adeguata risposta a futuri esercizi di valutazione da parte ministeriale e governativa, esaminando l'andamento di alcuni indicatori in un intervallo temporale esteso. Per alcuni di essi, il confronto con gli anni precedenti costituisce 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.

ATTIVITA' RELATIVE ALLA COMUNICAZIONE NEL 2008

L'anno è stato caratterizzato dal first beam di LHC, che ha concentrato molti sforzi sia nei confronti dei media che del grande pubblico. Abbiamo registrato, nei tre giorni seguenti l'evento mediatico organizzato in Presidenza a Roma, oltre 120 articoli su stampa/siti web e oltre 60 trasmissioni televisive e radiofoniche con diverse dirette dall'INFN.

Ma si sono avuti anche altri momenti importanti nei quali l'INFN ha potuto usufruire di una visibilità internazionale. In particolare, la ricerca di Pavia sui capelli di Napoleone e quella di Firenze sulla tonaca di San Francesco, così come la polemica sul Nobel, hanno permesso di approdare sulle pagine cartacee e i siti web di media come il New York Times, Le Figaro, El Pais, Time of India eccetera.

Complessivamente nel 2008 (come risulta dal sito web) abbiamo avuto 1486 citazioni su carta stampata/siti web (contro le 791 del 2007) e 178 trasmissioni radio/televisive (contro 65 nel 2007).

Nel 2008 la mostra “La Natura si fa in 4” è stata presentata in quattro diverse manifestazioni con decine di migliaia di visitatori, mentre in un evento unico – la mostra sulla Velocità del Palazzo delle esposizioni di Roma – l’INFN ha partecipato con proprio materiale ad un rilevantissimo evento artistico. Abbiamo partecipato inoltre a diversi festival della Scienza in tutta Italia

La “Fisica in barca” ha visto con successo la sua edizione primaverile e invernale.

Abbiamo realizzato inoltre diverso materiale, dalla brochure per la presentazione dell’ente agli studenti, a un audiovisivo su LHC, a schede di presentazione dell’Istituto.

ALTA FORMAZIONE E DIFFUSIONE DELLA CULTURA SCIENTIFICA

Le strutture dell’INFN operano in forte simbiosi con i Dipartimenti di Fisica delle Università corrispondenti, offrendo concrete opportunità ai giovani laureandi e dottorandi di inserirsi nell’ambito di eccellenza scientifica delle attività dell’Ente. I ricercatori INFN, dipendenti ed associati, contribuiscono così, in modo naturale, al processo formativo degli studenti durante la preparazione delle loro tesi di Laurea (Triennale e Magistralis) e di Dottorato. I giovani sono a loro volta coinvolti direttamente nei gruppi di ricerca, acquisendo competenze sulle tecniche e le metodologie di indagine che potranno essere trasferite anche ad ambiti non di ricerca. 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). Sono presentati i valori per l’anno 2007 e le medie dei due trienni precedenti 2001-2003 e 2004-2006. Dopo un’iniziale decrescita, il numero di Lauree nell’Area si è stabilizzato, mentre per l’INFN si nota un sostanziale valore costante per tutti gli anni: questo è un segnale che l’interesse per le attività dell’Ente è poco influenzato da fattori esterni (incluse le differenti percezioni delle opportunità d’impiego). Anche il numero dei Dottorati INFN rimane circa costante (il dato di Area per il 2007 non è ancora disponibile sul sito MIUR): 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		
	2007	04-06	2007	04-06	01-03	2007	04-06	01-03
INFN	237	216	333	332	365	153	180	121
MIUR	883	800	854	990	1533	n/a	388	235

Oltre ai Dottorati di Ricerca, in alcune Università sono attivi da anni corsi di Master per giovani laureati, che mirano ad introdurre i neo-laureati nel mondo professionale. L'INFN ha supportato sette di questi corsi, quasi tutti di Secondo Livello (per il quale è necessario essere in possesso della Laurea Magistralis), alcuni organizzati direttamente presso i Laboratori Nazionali, altri in collaborazione con sedi universitarie. Il processo permette ai giovani di concretizzare le opportunità offerte dal mondo accademico, sviluppando al tempo stesso contatti continui con le industrie che collaborano ai Master, e ponendosi così in buona posizione nella ricerca di un posto di lavoro. Va inoltre ricordato che la Regione Abruzzo ha creato dei poli di riferimento per circa 30 corsi di Master dedicati a studenti della Regione, dandone in carico la gestione ad un consorzio in cui spicca la presenza dei Laboratori del Gran Sasso.

Un impegno importante per l'INFN rimane anche l'organizzazione di scuole per laureati e dottorati (fornendo docenti, supporto finanziario e personale amministrativo). Circa 20 scuole sono state organizzate in diverse sedi INFN, coprendo tutte le linee dell'attività dell'Ente. Lo scopo è di fornire a giovani ricercatori e studenti i quadri di riferimento e gli strumenti utili nella ricerca di un posto di lavoro nell'ambito della ricerca. L'INFN inoltre partecipa 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.

L'attenzione dell'INFN non è solo rivolta a fare in modo che la scienza sia una componente fondamentale del processo formativo delle giovani generazioni, ma anche ad avvicinare la popolazione italiana alla cultura scientifica in senso lato. Per la prima volta è stata realizzata una brochure che si indirizza anche ai protagonisti del mercato e dell'industria e che permette di presentare in modo efficace le iniziative che hanno una ripercussione immediata sulla vita quotidiana. I Laboratori Nazionali giocano un ruolo fondamentale in questo, aprendo le loro porte molte volte durante l'anno, con iniziative diversificate. Questo permette di integrare un numero di visitatori (28000) che si confronta bene con realtà europee ed internazionali simili, risultando in alcuni casi addirittura superiore. Va anche notato che al

CERN, il più grande Laboratorio del mondo, più del 15% 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.

Molte altre sedi INFN si sono rese protagoniste di iniziative dedicate alla diffusione della cultura scientifica al grande pubblico: lezioni, mostre e giornate *Porte Aperte*. Per il primo settore, ad esempio, in *Scienza Orienta*, un ciclo di 30 lezioni organizzato a Roma Tor Vergata e dedicato agli studenti delle scuole superiori, hanno partecipato più di 2500 studenti da 20 scuole. Un forte coinvolgimento nei *Physics Olympic Games* testimonia anche lo sforzo fatto per avvicinarsi agli studenti più preparati che possono diventare gli scienziati di domani. Sullo stesso piano si situano le *European Masterclasses*, che hanno permesso a 1000 studenti tra gli 11 e i 17 anni, in tutta Italia, di diventare ricercatori per un giorno. Anche il Progetto Envirad, originariamente destinato alla misura del Radon, si è evoluto in una struttura più complessa, connettendo 100 scuole sul territorio nazionale, e stimolando l'interesse per le metodologie della ricerca attraverso lo studio della radioattività ambientale. Più di 2500 studenti sono stati coinvolti, ma l'indotto si rivela più ampio considerando l'interesse suscitato anche nelle loro famiglie.

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. Una nuova mostra è stata allestita quest'anno, *La Natura si fa in 4*, che presenta le quattro forze fondamentali della Natura e che sta iniziando ora il suo itinerario sul territorio nazionale. Altre manifestazioni come *La Fisica su Ruote* o *I Microscopi della Fisica* sono ormai consolidate, attraendo studenti e cittadini in varie città, ad esempio durante il Festival della Scienza della Regione Lazio. È certamente interessante notare come un numero sempre maggiore di iniziative di disseminazione culturale siano condotte dall'INFN in collaborazione con le istituzioni locali. Un altro esempio è dato dal Festival della Scienza a Roma, dove l'INFN ha partecipato con un modello di free electron laser. Questo legame con il territorio è stato particolarmente forte in Abruzzo, dove, all'interno del Piano Operativo Regionale, ai Laboratori del Gran Sasso è stato chiesto di gestire un progetto complesso riguardante molti aspetti della disseminazione della conoscenza scientifica e tecnologica nella Regione. Questo ha consentito di raggiungere molte piccole e medie imprese locali attraverso progetti educazionali che hanno permesso di associare studenti a specifiche realizzazioni tecnologiche di interesse delle aziende e di creare opportunità di *e-learning*. A dimostrazione del forte interessamento, la Regione ha garantito un importante contributo finanziario. Questo progetto segna l'importante riconoscimento, da parte di una istituzione locale, delle competenze e della capacità dell'INFN di catalizzare la crescita tecnologica, scientifica ed economica di un'intera area geografica.

Tra le numerose altre iniziative va anche ricordata la *European Researchers' Night*, promossa dall'UE e svoltasi contemporaneamente in diverse nazioni dell'Unione. Molte Sedi INFN, ed in particolare LNF, sono state coinvolte nell'evento, attirando migliaia di persone. A Frascati, il Progetto Agorà, realizzato dall'INFN, ha trasformato l'intera cittadina in un foro all'aperto, dove i ricercatori hanno discusso con la popolazione di fenomeni scientifici, ricalcando quanto accadeva nell'antica Grecia. Iniziative destinate al grande pubblico si sono svolte anche in molte altre Sedi INFN.

La rivista INFN *Asimmetrie*, indirizzata a non-specialisti ed in particolare a agli studenti e docenti delle scuole superiori, ha visto in quest'anno crescere enormemente la propria diffusione. Congegnata partendo da una grafica volta ad un pubblico giovane e dinamico viene proposta in monografie imperniate sui grandi temi di fisica che colpiscono l'immaginazione come ad esempio la materia oscura, le onde gravitazionali, l'antimateria, gli acceleratori di particelle. Gli articoli sono sviluppati attorno ad un tema centrale, con lo scopo di fornire un insieme di informazioni coerenti (teoriche e sperimentali) che possano far meglio apprezzare i meccanismi che motivano il lavoro quotidiano dei ricercatori e sono scritti dai ricercatori stessi garantendo in questo modo correttezza, completezza ed attualità. Il lavoro professionale dei redattori ne garantisce l'accessibilità al pubblico cui la rivista è indirizzata. Le reazioni avute fino ad oggi da insegnanti e studenti sono molto positive. È distribuito ai dipendenti dell'Ente, a una lista di insegnanti delle scuole superiori costantemente curata ed arricchita ed a chi liberamente la richiede. La tiratura è passata da 10000 copie a 20000 e il numero di sottoscrizioni da 1500 a 4000 e questo grazie anche ad una azione congiunta delle attività di comunicazione.

Una prospettiva europea per la Valutazione

L'INFN è Membro della European Science Foundation (ESF) fin dalla sua istituzione, ed è rappresentato nel *Physics and Engineering sciences Standing Committee* (PESC). All'interno della ESF l'argomento della Valutazione della Ricerca è diventato sempre più importante, e le Organizzazioni che ne fanno parte sono state chiamate a contribuire con la loro esperienza a creare nuovi metodi ed indicatori per stabilire la qualità e la rilevanza dei risultati scientifici.

In seguito alla Conferenza di Praga, incentrata sul *Peer Review*, si è formato un gruppo di lavoro, un *Forum* della ESF, che vede la partecipazione di alcune Organizzazioni, tra cui l'INFN, con il mandato di identificare azioni comuni su scala europea. Vi sono state molte riunioni di questo Forum, che hanno permesso di identificare i punti salienti di questo complesso problema:

- La standardizzazione del *Peer Review* in Europa e la necessità di assicurarne la qualità e la trasparenza, nelle procedure e nei risultati
- La valutazione di specifiche attività di ricerca, ad esempio quelle ad alto rischio, trans/inter-disciplinari e le attività di network
- La necessità di condividere le risorse a livello europeo, creando banche dati comuni di esperti che permettano di costituire panel adeguati

L'INFN ha assunto un ruolo guida nelle discussioni collegate al primo punto: infatti, l'esperienza internazionale dell'Ente è particolarmente utile nel definire le strategie cui anche altre Organizzazioni possono poi ispirarsi. La disponibilità di esperti internazionali è particolarmente importante per nazioni con piccole comunità di ricerca che desiderino confrontarsi su un piano globale. Il *Peer Review* è basato sui contributi personali, quindi aspetti quali la formazione, la gestione delle diverse categorie di esperti (accademici, industriali, consulenti, ...), necessarie per esaminare progetti globali, l'inserimento dei nostri giovani scienziati nei collegi degli esperti, sono tutti fondamentali per la buona riuscita del processo.

Il *Peer Review* gioca un ruolo fondamentale nello sviluppo della scienza, essendo applicato in buona sostanza alla valutazione di tutte le attività di ricerca: selezione dei progetti, valutazione *ex-post*, pubblicazioni, selezione del personale. In tutti questi casi i risultati influenzano le decisioni di finanziamento. In modo quindi quasi consequenziale, la ESF ha organizzato un altro *Forum* su "*Evaluation of Funding Schemes and Research Programmes*", nel quale l'INFN si è fortemente coinvolto. Lo scopo è di facilitare i contatti tra le persone coinvolte nella valutazione delle agenzie o delle istituzioni di ricerca, per condividere approcci ed esperienza. Dopo il primo meeting tenutosi a Berlino ed ospitato dal DFG, il secondo Workshop è stato organizzato dall'INFN presso la Presidenza a Roma, con la partecipazione di circa 30 Organizzazioni membri dell'ESF, ed esponenti della Commissione Europea e dell'OECD. Il Workshop si è focalizzato sulla possibilità di creare di un insieme comune di indicatori che permettano di confrontare la performance delle diverse Istituzioni e di definire una piattaforma europea per l'eccellenza della ricerca. La Commissione Europea, attraverso il suo network RTD, è particolarmente interessata a questi sviluppi, per avere un confronto diretto dei diversi Programmi Quadro (FP6 e FP7) e delle azioni dello European Research Council. Questo sarà funzionale ad armonizzare le procedure e aiuterà la costituzione della European Research Area (ERA).

Impatto interdisciplinare ed economico

L'INFN promuove, coordina e realizza attività di ricerca nei campi della fisica nucleare, sub-nucleare e astro-particellare, sviluppando al tempo stesso le tecnologie avanzate

che sono necessarie per tali attività. L'alto livello di innovazione e di capacità di realizzazione sono alla base della forza tecnologica dell'Ente che sviluppa apparecchiature, materiali, tecniche e procedimenti finalizzati alla propria missione. Al tempo stesso, alcuni di questi sviluppi, originariamente stimolati dalla costruzione degli apparati sperimentali, trovano nuova vita in applicazioni inter-disciplinari, a volte anche in modo rivoluzionario.

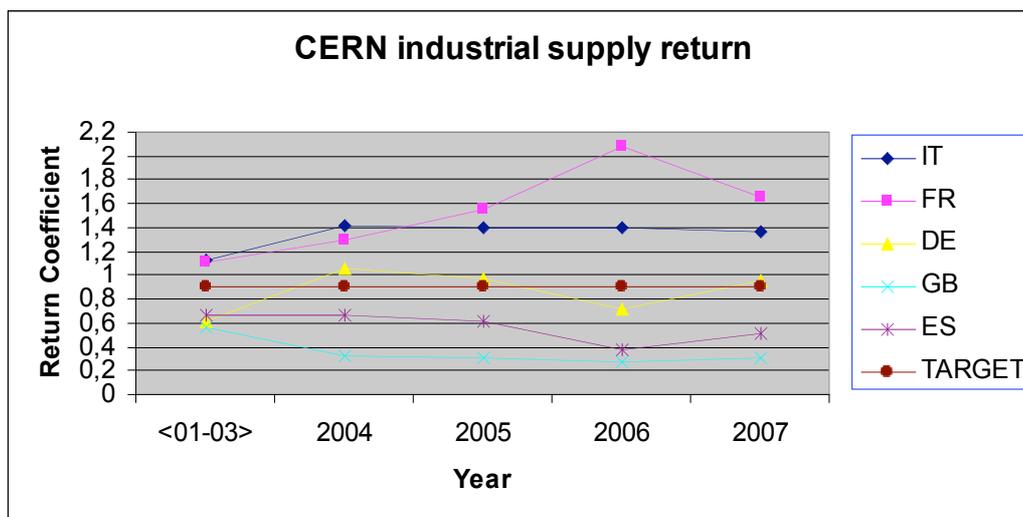
Esempi di queste reincarnazioni sono le attività nel settore della fisica degli acceleratori, dalle nuove tecniche necessarie alle future *flavour factories*, ai fasci radioattivi fino all'XFEL, l'infrastruttura europea del Free Electron Laser. Anche lo sviluppo di elettronica resistente alle radiazioni e a basso consumo (da impiegare in missioni spaziali) o nuove tecniche per visualizzazione e diagnostica medica sono ad esempio complementari alle grandi iniziative come la adroterapia (CNAO) o la modellizzazione neurologica.

Il trasferimento di conoscenza è alla base di un impatto positivo della ricerca sulla società e la sua realizzazione porta innovazione che genera benefici culturali, economici e sociali. La scala di questo fenomeno può variare, in funzione dell'ambiente circostante e delle sue capacità di assorbire, adottare e trasformare questa conoscenza: da piccole iniziative locali e regionali, fino a ritorni economici di tipo strategico, nazionale ed internazionale. È naturalmente difficile, se non impossibile, prevedere come e quando le mute interazioni tra la ricerca dell'INFN, l'economia e la società prenderanno forma, ma in tutti i casi esse sono la dimostrazione di come la ricerca fondamentale modelli la vita quotidiana, con effetti rilevanti.

Un esempio eclatante sotto il profilo culturale e sociale è senz'altro costituito dal laboratorio LABEC presso la Sezione di Firenze, dedicato alle applicazioni delle tecniche nucleari alla preservazione del patrimonio artistico e agli studi legati all'ambiente. Altre applicazioni riguardano la scienza dei materiali, la geologia e la biologia. L'infrastruttura comprende un acceleratore Tandem, con tre sorgenti indipendenti di ioni, una dedicata alle misure di Accelerator Mass Spectroscopy (AMS), le altre due essenzialmente per applicazioni di Ion Beam Analysis (IBA). Il campo artistico è di lunga tradizione, il che si traduce in numerose collaborazioni con Dipartimenti universitari ed istituzioni pubbliche e con Musei di prestigio mondiale, anche all'estero (Louvre, British Museum). Questo da un parte garantisce che il LABEC si occupi di problemi di reale interesse per la comunità di riferimento, e dall'altra stimola i ricercatori a trovare e raffinare le tecniche necessarie per archeologi, storici, conservatori e restauratori. Tra di esse ricordiamo la "*Differential PIXE*" (Particle Induced X-ray Emission) che viene ripetuta varie volte sulla superficie (ad esempio di un dipinto), usando particelle di differente energia per sondare profondità differenti e ricostruire la sequenza degli strati di pittura. Un altro importante sviluppo è la "*Compositional imaging*", attraverso l'uso di IBA con un'installazione esterna, che ha permesso la scoperta di alcune particolari tecniche pittoriche usate dai Maestri del Rinascimento. Tra i risultati più recenti

ricordiamo anche lo studio delle reliquie di San Francesco e la datazione del papiro di Artemidoro.

L'altro grande settore in cui il LABEC ha prodotto recentemente risultati di grande rilievo è quello legato allo studio dell'inquinamento ambientale antropogenico, che è sempre più sotto gli occhi di tutti, non solo scienziati, ma politici e cittadini. Il LABEC ha numerose collaborazioni con le Agenzie Regionali di Protezione Ambientale, fornendo applicazioni di IBA allo studio del particolato (PM), la cui composizione è cruciale per determinare il suo impatto sulla salute e definire in modo accurato le sorgenti dell'inquinamento. Connesso a questo vi è anche lo studio sul paleo-clima, che necessita della misura di precisione del



particolato intrappolato nei ghiacci antartici. Una procedura è stata sviluppata ed applicata, nell'ambito della Collaborazione EPICA, a campioni che coprono gli ultimi 200.000 anni, dimostrando una notevole similitudine con la composizione dei sedimenti sudamericani.

La collaborazione con le industrie rappresenta un aspetto fondamentale per realizzare gli obiettivi della missione istituzionale dell'INFN. Le industrie sono sia una risorsa, sia 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.

Un'analisi degli esiti della collaborazione industriale nel contesto delle attività di sviluppo e costruzione per il Large Hadron Collider al CERN e per i suoi rivelatori consente di dare una misura quantitativa di questa interazione positiva. Non solo grandi industrie, 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. Nell'ambito di LHC, l'INFN ha realizzato connessioni con l'industria in moltissimi settori, dalla criogenia, ai magneti superconduttori, ai rivelatori al silicio, ai sistemi di alte tensioni ed elettronica di front-end. Spesso queste

collaborazioni hanno avuto durate di svariati anni ed hanno contemplato una fase di R&D ed una successiva costante interazione per seguire la produzione industriale.

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 ed è mostrato nella figura precedente per le principali nazioni. Nel 2007, così come negli anni precedenti, 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. Entrando nel dettaglio, si può anche notare un incremento anche nel settore delle commesse per attrezzature di computing, dove l'Italia non è tradizionalmente robusta, un segnale interessante del cambiamento del mercato esterno che ha rotto i confini tra le grandi e le piccole compagnie. La costruzione di LHC è ora terminata e questo probabilmente cambierà la dinamica del ritorno industriale a breve termine, ma i segnali della creatività e del corrispondente ruolo scientifico di prestigio dei ricercatori INFN all'interno delle collaborazioni LHC rimangono visibili nei progetti di upgrade degli esperimenti, il cui effetto dovrebbe manifestarsi tra qualche anno.

1.9 PROGETTI UNIONE EUROPEA

Il 2008 ha visto la conclusione di molti progetti di ricerca iniziati nel VI Programma Quadro e l'inizio di altrettanti progetti del VII. La partecipazione INFN al VI Programma Quadro è stata molto attiva e fruttuosa, il tasso di successo dei progetti presentati su tutti i campi di ricerca INFN è stato superiore al 70% ed il finanziamento totale della Commissione Europea è stato di circa 30 Meuro. Anche nell'ambito dei primi bandi del VII Programma Quadro l'INFN ha presentato svariati progetti di successo.

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 1.06GEuro/anno. Ancora più importante per l'INFN è il finanziamento dedicato alla fase preparatoria ed alla costruzione di infrastrutture di ricerca di valenza europea incluse nella roadmap di ESFRI. La roadmap di ESFRI, alla formazione della quale hanno contribuito esperti dell'INFN, è revisionata periodicamente. Una revisione della roadmap è imminente.

Sfruttando l'esperienza acquisita dalla partecipazione ad importanti progetti del VI PQ e grazie anche ad un miglior coordinamento, l'INFN sta partecipando attivamente e con successo alle prime *call for proposal* del VII PQ.

Degli oltre 70 progetti presentati in questi primi bandi più di 30 sono stati approvati, in particolare nell'ambito delle infrastrutture di ricerca, dove l'INFN ha una consolidata esperienza e *know-how*; nel campo delle cosiddette *infrastructures* mettendo a frutto la pluriennale esperienza delle tecnologie della GRID, e nei programmi IDEAS e Marie Curie dedicati ai giovani ricercatori.

Il finanziamento complessivo della commissione Europea per l'INFN relativamente a questi primi progetti approvati è di circa 10M€.

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 l'INFN partecipa ed in molti casi coordina diversi progetti che coinvolgono decine di istituti europei e centinaia di ricercatori. Questi progetti vedono la partecipazione di molte sezioni e laboratori INFN.

I design studies sono appunto dedicati allo studio di fattibilità di infrastrutture di interesse europeo e sono da input per l'update della roadmap di ESFRI. In questo contesto l'INFN ha presentato 5 progetti legati alle nuove tecniche di accelerazione, alla fisica nucleare, particellare ed astroparticellare. Due di questi sono stati recentemente approvati. Vale la pena menzionare:

1. 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.
2. Eurov è invece dedicato allo studio di fattibilità di una neutrino-factory europea.

L'INFN ricopre ruoli primari in tutti questi progetti coordinando work packages fondamentali.

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. Alla fase preparatoria per la facility SPIRAL2, coordinata da GANIL, partecipano 25 istituzioni europee, l'INFN partecipa e/o coordina work packages rilevanti.
5. ILC-Higraide 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 studia di fattibilità laser driven fusion come fonte di energia.

Per quanto riguarda le Attività Integrate (IA) per le infrastrutture di ricerca sono stati presentati diversi progetti nel campo della fisica particellare, nucleare, astroparticellare e sulle nuove tecnica di accelerazione. Molti di questi progetti mirano ad estendere, consolidare e migliorare i risultati ottenuti nei progetti del VI programma quadro, coinvolgono decine di istituzioni Europee, comunità di migliaia di ricercatori ed hanno un budget totale di circa 10 milioni di euro. Recentemente sono stati approvati 4 grandi progetti.

Il primo per importanza è HadronPhysics2 progetto sulla fisica adronica coordinato dall'INFN. Questo progetto ha come scopo lo studio della “strongly interacting matter” che include la struttura degli adroni, la QCD, etc. Questa iniziativa integrata è iniziata con successo nel VI programma quadro e coinvolge praticamente l'intera comunità Europea che

conduce attività di ricerca in questi campi. Il finanziamento totale di circa 10 Meuro di cui 3 Meuro per l'INFN.

Il progetto sulle nuove tecniche di accelerazione EUCARD è anche esso l'estensione e prosecuzione del progetto CARE finanziato nel VI programma quadro. EUCARD ha come scopo primario la creazione di laboratori con acceleratori in Europa contribuendo così alla formazione della European Research Area nella scienza degli acceleratori. Il progetto ha un finanziamento per l'INFN di circa 1 Meuro.

Il progetto ELISA è invece dedicato al free electron laser ed alla luce di sincrotrone, mentre il progetto ULICE sfrutta le tecniche nucleari e degli acceleratori per la cura del cancro.

Sfortunatamente progetti molto validi sulla fisica nucleare, astroparticellare e sulle tecniche di rivelazione non sono stati approvati e verranno sicuramente ripresentati nei prossimi bandi.

Nell'ambito dell'ICT e delle e-infrastructures l'INFN ha presentato ben 15 progetti molti dei quali sono stati approvati. Alcuni di questi progetti sono coordinati dall'INFN.

Questi progetti hanno come scopo:

- Consolidare e migliorare la infrastruttura Grid Europea ed il middleware (progetto EGEE III)
- Estendere questa infrastruttura in tutto il mondo (progetti EELA2 e EuAsiaGrid)
- Definire la struttura per sostenibilità a lungo termine della grid Europea e per la definizione e condivisione degli standard (progetti EGI-DS e OGF-EU)
- Ed infine per estendere la tecnologia grid ad altre comunità (progetto e-NMR)

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.

I ricercatori INFN hanno anche ottenuto notevoli risultati nel programma IDEAS. Il programma IDEAS ha come scopo fondamentale quello di favorire l'emergere di idee veramente innovative investendo su progetti di eccellenza di ricercatori brillanti, sia giovani che esperti ed offrendo possibilità al ricercatore di costruirsi il suo team di ricerca..

La prima call di questo schema, dedicata ai giovani ricercatori, ha ricevuto più di 9000 progetti in tutte le discipline con la possibilità di finanziarne circa 200, il 50% dei progetti si

colloca nel campo della fisica e dell'ingegneria. Un progetto presentato da una ricercatrice INFN è stato finanziato. Il progetto, di durata quinquennale, ha come scopo l'applicazione di recenti tecniche della meccanica statistica ai rivelatori di onde gravitazionali (<http://www.rarenoise.lnl.infn.it/>).

Recentemente si è concluso il processo di valutazione per i progetti IDEAS dedicati ai ricercatori senior (advanced grants). Sono stati presentati più di 3000 progetti su tutte le discipline di cui 997 per la fisica ed ingegneria. Un progetto che ha come host institution l'INFN ed in particolare i Laboratori Nazionali di Frascati come nodo principale è stato selezionato. Il progetto proposto dal Prof. Sergio Ferrara ha come titolo "Supersymmetry, Quantum Gravity and Gauge Fields", e si propone di studiare una serie di aspetti fondamentali della fisica dei buchi neri, della teoria delle stringhe e della teoria dei campi di spin elevato

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 prelevamenti 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 2009-2011

2.1 FISICA SUBNUCLEARE

Con l'accensione dell'acceleratore avvenuta nel 2008 e la partenza della sperimentazione a LHC prevista per il 2009, il triennio che verrà vedrà un impegno 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 lo sfruttamento dell'enorme infrastruttura del computing e infine la fase vera e propria di messa frutto del potenziale di fisica offerto da questo straordinario acceleratore con lo scopo ipotizzabile che già 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 poi durare una decina d'anni. Nel prossimo triennio è previsto che CDF e COMPASS completino la raccolta dei dati aumentando sensibilmente il loro potenziale di analisi. KLOE terminato nel 2006 dovrà completare le analisi che potranno utilizzare la grande quantità di dati raccolta così come ZEUS terminato nel 2007 e BaBar nel 2008. Ci sono forti possibilità per l'approvazione di un esperimento successore di NA48, proposta nota come NA62. Qualora esso fosse approvato la sua costruzione inizierà in questo triennio. L'esperimento MEG, dedicato alla ricerca della violazione del numero leptonico, ha iniziato la presa dati che continuerà nell'intero triennio.

È in discussione la possibilità di costruire una Super B-Factory e una situazione analoga è prevista per la Φ -factory (DAFNE) di Frascati. E' tuttora in corso un test cruciale su alcune migliorie da apportare all'acceleratore 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. Una continuazione di KLOE è comunque prevista per aumentare significativamente il suo potenziale di estendere la comprensione della fisica del sapore. 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 la cui energia e tecnologia dipenderanno dalle indicazioni che verranno dal LHC. 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 molto probabilmente fino a tutto il 2010, 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. Un interesse particolare rivestirà lo studio della fisica del Bs dove il potenziale di scoperta di nuova fisica non è trascurabile e il rivelatore si dimostra di grandi capacità.

Le attività collegate ai grandi rivelatori al Large Hadron Collider (LHC) del CERN negli anni dal 2009 al 2011 raggiungeranno il loro apice essendo previsto l'inizio della presa dati, verso la metà del 2009. Il funzionamento all'energia di picco con luminosità significativa inizierà invece nel 2010. Completati i rivelatori e messi in funzione i ricercatori dell'INFN coinvolti nelle collaborazioni ATLAS, CMS ed LHCb prevedono quindi di assumere responsabilità rilevanti nell'analisi dei dati prodotti. A questo scopo essi parteciperanno anche allo sforzo di sfruttamento delle tecnologie della GRID, l'imponente rete di calcolatori che sarà necessaria a partire dal 2009 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' in corso un test di macchina sulla zona di interazione di KLOE che potrebbe portare a un miglioramento della luminosità di un fattore circa 3. Questo permetterà 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 ha praticamente finalizzato tutte le analisi di fisica si è trasmutato 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. E' prevedibile per il 2009 l'approvazione della proposta, basata sui test svolti sino ad ora, 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 permetterebbe di scrutare l'orizzonte della Nuova Fisica, potrebbe essere costruito nel triennio 2009-2011 per poi cominciare a prendere dati nel prossimo decennio.

L'esperimento BaBar è entrato in una fase di intensa attività di analisi che permetterà nei prossimi anni lo studio ad alta statistica delle proprietà del triangolo unitario, la ricerca di eventuali segnali di Nuova Fisica e lo sfruttamento dei dati raccolti alle altre risonanze e nello scan ad alta energia.. Anche la ricerca e la possibile classificazione 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 si continueranno gli studi dei 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 una prova irrefutabile dell'esistenza di Fisica al di là dello Standard Model.

DIFFUSIONE PROFONDAMENTE ANELASTICA

L'esperimento ZEUS dovrebbe riuscire nel triennio a 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 sfruttare in modo ottimale 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. Si attende anche una nuova proposta per una continuazione del programma nel futuro.

LINEAR COLLIDER

E' previsto entro il 2009 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 in calorimetria. Il futuro spazio di queste ricerche verrà definito anche in vista delle prospettive di costruzione di un eventuale Linear Collider.

Progetto strategico NUOVE TECNICHE DI ACCELERAZIONE (NTA)

Le attività di NTA prevedono nel triennio 2009-2011 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 prossimo triennio 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 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.

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 2009 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

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

HCCC

Nel corso del 2009, 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.

Progetto speciale SPARC

Per il Progetto Speciale SPARC è prevista nel 2009 l'installazione della linea di fascio dedicata all'esperimento Thomson scattering (progetto PLASMONX). L'attività sperimentale riguarderà principalmente il completamento del collaudo del Linac e misure di radiazione da onduttore. In tale ambito le attività riguarderanno:

- Esperimento di generazione di radiazione FEL-SASE.
- Generazione armoniche da interazione laser-gas per esperimento di "seeding".
- Sviluppo di strumentazione e tecniche ottiche di sincronizzazione.

A tali attività di aggiungeranno nel periodo 2009-2011 quelle previste nell'ambito del programma di R&D per il progetto SPARX-MIUR.

Con gli sviluppi previsti nel prossimo triennio SPARC si caratterizza come una "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.

Progetto speciale SPARX

Nel corso del 2009 si avrà l'avvio della costruzione del laboratorio sotterraneo, delle procedure di gara per incremento energia Linac a 1.2GeV e per le linee di trasferimento e lo sviluppo prototipi e dispositivi. Test in Laboratorio SPARC. Nel 2010 continueranno i lavori delle opere sotterranee e si avvierà la costruzione degli edifici in superficie. Continuerà il programma di acquisizione e test di componenti e lo sviluppo del sistema di diagnostica e controllo, del sistema da vuoto e si avvieranno le gare per infrastrutture tecniche (impianti elettrici, impianti a fluido, rete dati etc.).

Progetto speciale GRID

Nel 2009 il progetto INFN Grid continuerà ad essere notevolmente impegnato su molti fronti a livello internazionale e a dover garantire il coordinamento e l'armonizzazione di svariati progetti grid europei e delle collegate attività. I principali obiettivi per il 2009 includono:

- La piena operatività dell'infrastruttura del progetto World-wide LHC Computing Grid (WLCG) in tempo utile per la partenza di LHC. 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 Tier 1 (Cnaf), Tier2 a Lnl, Catania, Torino, Roma1, Napoli.... e i Tier3 delle altre sedi.

- Il proseguimento del progetto europeo EGEE III che ha sta gestendo e consolidando giorno dopo giorno un'infrastruttura grid di produzione, dotata di un middleware di qualità, utilizzata sempre di più da tutti i settori scientifici grazie anche ad un'intensa attività di training e divulgazione a cui partecipa molto attivamente l'INFN che ha mantenuto fino ad oggi la responsabilità della gestione della Training Infrastructure GILDA sviluppata originariamente in Italia ed ora divenuta di uso comune per tutta l'Europa.

- Lo sviluppo dei progetti Europei collegati a EGEE che mirano a:

a) una sua estensione geografica:

- EU-Asia Grid, coordinato dall'INFN, che mira all'estensione dell'infrastruttura di EGEE rispettivamente ai Paesi asiatici;
- EELA-II, con coordinamento tecnico dell'INFN, per un'estensione di EGEE ai Paesi dell'America Latina;

b) di un suo sfruttamento da parte di nuove comunità (Cyclops per la protezione civile);

c) lo sviluppo di tutti i nuovi progetti iniziati tra 2007 e 2008:

- EGI DS, per la sostenibilità a lungo termine delle e-Infrastrutture EU e nazionali;
- ETICS-II, per la continuazione ed il consolidamento delle attività relative alle repositories del software di EGEE in Europa;
- OGF-EUROPE, mirante a sostenere le attività di standardizzazione in Europa;
- e-NMR, per l'estensione dell'uso della grid alle comunità che fanno della risonanza magnetica per la ricerca.
- Il completamento del progetto FIRB LIBI che sta costruendo un laboratorio nazionale di bionformatica basato sullo sfruttamento via grid di risorse di calcolo distribuite
- La continuazione dello 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
 - del Compute Element a WEB Service CREAM

- del portale Genius in collaborazione con NICE, della gestione delle organizzazioni virtuali
- di VOMS in collaborazione con i progetti Grid 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.

Un grande sforzo, a livello nazionale ed Europeo nel 2009, sarà quello mirante a creare e consolidare la costituzione dell'European Grid Initiative (EGI), basata non più su progetti ma su Iniziative Grid Nazionali (NGI) come organizzazioni legali che rappresentano globalmente un paese e hanno 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 questo proposito il progetto EGI-Design Study (EGI DS) ha cominciato a fornire le raccomandazioni finali per la costituzione e gestione di questa infrastruttura. Nel 2008 si è cominciato ad affrontare il problema della sostenibilità a lungo termine dell'e-Infrastruttura nazionale e del suo collegamento a livelli Europeo con il consolidamento a livello italiano della Joint Research Unit (IGI) basata su un MoU che fornisce un miglior coordinamento tecnico e amministrativo alle attività Grid Italiane.

Nel corso del 2009 IGI dovrà divenire un'organizzazione legale che permette di:

- offrire il livello di coordinamento necessario 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 EGI e a livello internazionale;
- 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

Il 2009 sarà un anno di piena funzionalità dell'e-Infrastruttura Grid Europea per la ricerca sviluppata da EGEE-III 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 2009 mentre nel 2010 dovrà essere garantita l'analisi della prima vera presa dati per andare a regime nel 2011, 2012.

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 2009 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.

Progetto speciale ELN

Con il completamento di LHC nel mese di Settembre 2008 e con l'imminente avvio della sua fase operativa, attualmente previsto entro la primavera del 2009, è opportuno 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 2009-2011, 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 strategiche già emerse in ambito europeo (CERN, ECFA, ESFRI, FALC, etc.) e nazionale (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 con grandi dimensioni ed 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. Di grande interesse saranno le eventuali ricadute applicative che le attività del Progetto ELN potranno fornire.

Settore	a	b	c	d	Totale
Ricercatori	61.5%	20.1%	5.4%	12.9%	856 FTE
Tecnologi	27.2%	8.8%	0.3%	65.7%	222 FTE
Finanziamento 2008*	53.7%	15.5%	3.6%	15.9%	29.2 M€

*in cui va compreso un finanziamento di 2.3M€ per dotazioni (7.9%).

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 2009 sarà ancora un anno cruciale per il progetto SuperB. All'inizio dell'anno comincerà la attività per la preparazione del Technical Design Report (TDR). A tale scopo sono iniziate le procedure per la costituzione del Project Office con l'incarico di preparare il TDR. La struttura del management internazionale per questo scopo è stata definita e inizierà a funzionare quanto prima. Un meeting generale di collaborazione è già stato fissato ad Orsay dal 15 al 18 febbraio 2009.-

E' previsto un lavoro intenso, per altro già iniziato, sulla simulazione cosiddetta strong-strong degli effetti "beam-beam", allo scopo di capire se i risultati dei test di "Crab Waist" sono direttamente scalabili da Dafne a SuperB.

Per quanto concerne il detector dovranno essere congelate le opzioni sul calorimetro elettromagnetico in avanti, sul particle identification e sul layer 0 del rivelatore di vertice, per questo ultimo rivelatore, che dovrà essere installato intorno alla beam pipe a 1.5 cm di distanza dal punto di collisione dei fasci è estremamente promettente la possibilità di impiego di rivelatori a pixel con elettronica integrata estremamente sottili per i quali i risultati del test preliminare (al CERN settembre 2008) sono stati molto positivi .

Gli strumenti di simulazione dell'apparato per gli studi di sensibilità ai canali rari più promettenti per la scoperta di nuova fisica dovranno essere completati, un workshop ad-hoc a Frascati nei giorni 16 e 17 dicembre è infatti dedicato in larga parte al software di analisi.

L'impiego degli strumenti di simulazione e di analisi troverà una prima verifica durante il *SuperB Physics Workshop II* già fissato ad Warwick dal 15 al 18 Aprile 2009.

I due eventi a Orsay in febbraio e a Warwick in Aprile costituiranno una utile occasione per l'allargamento ed il consolidamento della comunità internazionale di SuperB verso una vera e propria collaborazione in grado di finalizzare entro 2 anni il TDR. Tale obiettivo è ambizioso, ma necessario se si vuole avere in tempi ragionevolmente brevi la approvazione ed il finanziamento del progetto. Soltanto così SuperB può centrare l'obiettivo di integrare una luminosità di almeno 50 ab^{-1} entro il 2020, che costituisce la base per una ricerca di nuova fisica complementare con LHC.

Una intensificazione dei già stretti rapporti fra fisici sperimentali e fisici di macchina è necessaria. In SuperB infatti, più che in altri programmi la interfaccia Acceleratore-Detector è cruciale ed implica uno sforzo globale di queste due componenti.

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.

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. Lo studio delle proprietà dei neutrini è tuttora una delle principali attività dell'Istituto. Continuerà la sperimentazione con l'esperimento per i neutrini solari BOREX e con il fascio di neutrini artificiali 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. Nel corso del 2009 continuerà la raccolta dati dell'esperimento PAMELA per la ricerca di antimateria nei raggi cosmici nello spazio. Questo è stato il primo esempio di apparato spaziale complesso con responsabilità diretta INFN.

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. Risultati molto interessanti sono attesi nel 2009 dall'esperimento nello spazio FERMI (chiamato in precedenza GLAST), dedicato alla gamma astronomia.

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. 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 2009 inizierà a prendere dati una versione migliorata di VIRGO, chiamata VIRGO+, in coincidenza con gli interferometri americani denominati "*enhanced LIGO*".

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.

Nel 2009 continuerà in sede europea la discussione per un coordinamento dell'attività di fisica astroparticellare. A tale scopo molti enti finanziatori europei sono associati in un organismo denominato ApPEC. La comunità europea ha inoltre finanziato un progetto denominato ASPERA, allo scopo di integrare procedure e meccanismi delle varie agenzie europee ed allo scopo di produrre una "roadmap" 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 2009 Borexino continuerà la raccolta dati dei neutrini solari per aumentare la statistica e per lo studio degli effetti giorno/notte e degli effetti stagionali.

Il programma scientifico dell'esperimento OPERA prevede la rivelazione di neutrini tau originati dai neutrini muonici del fascio dal CERN attraverso il fenomeno delle oscillazioni. Tale rivelazione costituisce un passo importante per capire completamente questo fenomeno. OPERA, oramai completato, è basato principalmente sulle emulsioni nucleari. Nel 2009 continuerà la raccolta dati sistematica e l'analisi dei dati con il fascio dei neutrini dal CERN.

ICARUS 600 è un grande rivelatore di particelle con 600 tonnellate di argon liquido. Il 2009 sarà dedicato alla messa a punto ed alla presa dati con tale apparato. Questo rivelatore è il primo passo verso la costruzione di un grande rivelatore atto ad investigare molti problemi di fisica.

Nel 2009 entrerà in funzione l'esperimento T2K con il nuovo fascio di neutrini da Tokai a Kamioka (Giappone), alla cui sperimentazione partecipa una piccola collaborazione italiana. Tale esperimento sarà dedicato alla ricerca dell'apparizione di neutrini di tipo elettronico in un fascio di neutrini di tipo muonico e sarà il più sensibile al mondo in tale settore.

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 2009 continuerà l'attività di MARE R/D per migliorare le sensibilità dei rivelatori in modo da programmare un esperimento che possa raggiungere 0.2 eV.

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 2009 sarà completato ed inizierà la presa dati di CUORE0, un rivelatore criogenico prototipo del rivelatore più grande chiamato CUORE. CUORE e CUORE0 sono costruiti 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 2012.

Nella ricerca del decadimento beta doppio senza neutrini è importante verificare i risultati con materiali diversi. Nel 2009, sempre al Gran Sasso e in collaborazione con gruppi

tedeschi, sarà completato l'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/LIBRA ha evidenziato una modulazione stagionale di segnali di bassissima energia che potrebbe essere dovuta al movimento della terra rispetto alla materia oscura. Nel 2009 l'apparato DAMA/LIBRA continuerà a prendere dati con nuovi fototubi per abbassare la soglia di rivelazione. Nel 2009 continuerà inoltre la costruzione di WARP, un esperimento per la ricerca della materia oscura che usa come rivelatore 100 litri di Argon liquido. 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 *supernovae*. LVD continuerà regolarmente a prendere dati nel 2009. 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 100 GeV e ARGO e MAGIC, a terra, per energie maggiori.

Nel 2009 ARGO realizzato in collaborazione con la Cina a 4300 metri di quota nel Tibet, sarà dedicato principalmente alla raccolta dati. ARGO ha 6500 m² 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 Cherenkov alle Canarie, per il quale ha sviluppato e ha fornito le componenti del grande specchio da 17 m di diametro ed ha sviluppato il trigger. Nel 2009 MAGIC I continuerà a prendere dati unitamente al nuovo telescopio MAGIC II, con migliorata sensibilità.

I grandi sciame prodotti da raggi cosmici di altissima energia (>10¹⁹ eV) sono misurati dall'apparato dell'esperimento AUGER, inaugurato alla fine del 2005. Nel 2009 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 Cherenkov da 1 km³ alla profondità di 3500 metri nel mare al largo della costa sud-orientale della Sicilia. Nel 2009 continuerà l'installazione di prototipi sul sito di Capo Passero e continuerà l'integrazione di sottocomponenti del rivelatore. Tale attività è inquadrata nell'ambito dei progetti europei denominati *Km³Net* e nel e *KM3 preparatory phase*

Al largo di Tolone in Francia gruppi italiani hanno partecipato alla costruzione di ANTARES, un rivelatore sottomarino per astronomia di neutrini analogo a NEMO di dimensioni ridotte ma di grande interesse per la realizzazione di quest'ultimo. Nel 2009 continuerà la presa dati con l'apparato completo di 12 stringhe di fototubi.

LA RADIAZIONE COSMICA NELLO SPAZIO

Le attività spaziali sono in collaborazione con ASI ed INAF.

L'apparato PAMELA, lanciato nel Giugno 2006, continuerà regolarmente la raccolta nel 2009. PAMELA è un spettrometro magnetico ad alta risoluzione che permette 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 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.

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. Il 2009 sarà dedicato all'integrazione dell'apparato in attesa delle decisioni finali sul volo di AMS, ancora non definito.

L'INFN partecipa con le collaborazioni AGILE, prevalentemente italiana, e GLAST (ora chiamato FERMI), 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, lanciato nel 2007 è dotato anche di un rivelatore di raggi. AGILE dedicherà il 2009 all'analisi dei dati ed alle campagne di osservazione.

GLAST/FERMI è stato lanciato con successo a Giugno del 2008 ed è ora in presa dati. Importanti risultati scientifici sono previsti nel 2009.

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 2009 le barre continueranno a prendere dati, fino all'entrata in funzione di VIRGO+.

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 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. 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. Il 2009 sarà dedicato all'analisi dei dati e a mettere appunto vari miglioramenti di VIRGO (denominati VIRGO+) in vista di una nuova presa dati scientifica in coincidenza con LIGO. E' da notare che nel 2008 VIRGO ha raggiunto sensibilità molto vicine a quelle di progetto e che attualmente VIRGO detiene il record mondiale di sensibilità alle basse frequenze.

VIRGO è gestito da EGO, il consorzio costituito dall'INFN e dal CNRS francese per lo sviluppo della ricerca gravitazionale in Europa. EGO si propone 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. Nuovi progetti sono allo studio per futuri rivelatori di onde gravitazionali. E' stato approvato dalla comunità europea lo studio per un rivelatore interferometrico di terza generazione denominato ET (Einstein Telescope).

Nel 2009 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 – 10⁻¹Hz). 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 2010-2011.

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 di accelerazione gravitazionale, e sono state pubblicate le prime misure con le masse campione di precisione. Il 2009 sarà dedicato alle misure di precisioni.

Nel 2009 continuerà la costruzione di MICRA che si propone principalmente la misura di G a distanze molto piccole mediante tecniche interferometriche basate su gas atomici quantistici. Tali misure sono importanti perché alcune teorie, come quella delle stringhe, prevedono deviazioni da quanto previsto dalla legge di Newton.

Un 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 continuerà nel 2009.

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 approvato nel 2007 uno studio preparatorio per verificare la fattibilità dell'esperimento spaziale.

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 732km. 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 sono approntate le modifiche da mettere in funzione 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	19,2	13,7	26,7	20,0	15,4	5,0	685
Finanziamento 2008	25,3	22,8	22,8	15,3	12,3	1,5	14,4M€

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/comm2/schede_2008

2.3 FISICA NUCLEARE

Le linee di sviluppo della fisica Nucleare per gli anni futuri sono ben delineate e prevalentemente coincidono con le priorità scientifiche stabilite dal comitato europeo NuPECC (Nuclear Physics European Collaboration Committee). L'attività scientifica e tecnologica non solo è ben avviata entro queste linee di sviluppo ma è anche ben integrata a livello internazionale. L'obiettivo centrale della ricerca in fisica nucleare è quello di comprendere le diverse fasi dell'evoluzione della materia dal Big Bang alla nucleosintesi

degli elementi nelle stelle ricostruendo in laboratorio alcune condizioni particolari come il plasma di quark e gluoni con le collisioni ultrarelativistiche e la produzione di nuclei lontano dalla stabilità con i fasci radioattivi. In aggiunta, la sperimentazione con sonde elettromagnetiche e/o con antiprotoni finalizzata alla comprensione della struttura degli adroni e alla dinamica dei quarks fornisce gli elementi base per l'origine delle forze nucleari e della fenomenologia necessaria per la fisica del quark-gluon plasma.

Recentemente la comunità europea ha finanziato un progetto denominato NuPNET che si prefigge d'integrare procedure e meccanismi delle varie agenzie europee di finanziamento allo scopo di produrre una "roadmap" europea nel settore della fisica nucleare.

I programmi sperimentali riguardanti le diverse problematiche della fisica nucleare sia del medio che del lungo termine saranno sempre condotti in collaborazioni internazionali e questo vale non solo per le attività presso i maggiori laboratori esteri del settore quali il CERN, il GSI e GANIL in Europa e JLAB negli USA, ma anche per quelle presso i laboratori Nazionali LNL, LNF, LNS e LNGS. E' importante sottolineare che grazie alle iniziative europee in cui l'INFN è fortemente coinvolta, che sostengono parzialmente gli accessi degli sperimentatori, è in notevole crescita l'inserimento dei nostri laboratori Nazionali alle rete delle infrastrutture europee di maggior prestigio.

Per quanto riguarda la ricerca del quark-gluon plasma l'esperimento ALICE, l'unico a LHC che ha questo obiettivo, sarà fortemente impegnato nella presa dati con fasci di protoni prima e di ioni successivamente. Inoltre la collaborazione ALICE sta seguendo i vari studi dedicati all'innalzamento della luminosità fornita da LHC che comporterà la necessità di apportare migliorie ad alcuni aspetti della rivelazione.

Ai laboratori nazionali di Frascati si stanno migliorando le luminosità dei fasci di elettroni e positroni con il metodo del crab waist. Gli esperimenti riguardanti gli ipernuclei e gli atomi kaonici, FINUDA e SIDDHARTA rispettivamente, hanno preparato un piano di proposte per nuove prese dati, il primo per studiare più a fondo la spettroscopia degli ipernuclei e il secondo per studiare gli effetti di QCD non perturbativa sia nel protone che nel neutrone.

Ai LNS la disponibilità di alcuni fasci di ioni leggeri radioattivi fornita dal sistema EXCYT e del nuovo spettrometro magnetico di alta risoluzione MAGNEX permetterà di estendere lo studio della struttura nucleare e delle reazioni d'interesse astrofisico a bassa energia, quest'ultima essendo un'attività con importante tradizione italiana condotta anche da LUNA ai LNGS che si occupa di problemi molto ben collegati.

Al LNL è programmata la partenza della fase di dimostrazione di AGATA alla quale è associato un programma di fisica già discusso dalla collaborazione internazionale e

presentato al comitato scientifico dei laboratori. E' inoltre prevista una consistente attività da parte della collaborazione INFN e di quella francese per la progettazione e le prove con fasci di ioni per il rivelatore FAZIA (misure di particelle cariche con fasci radioattivi).

Per il più lungo termine sono pianificati importanti investimenti, in scala sia nazionale che internazionale, su nuove infrastrutture per ricerca e su sviluppi tecnici di punta in fisica nucleare. Il nuovo laboratorio internazionale FAIR in Germania è stato recentemente inaugurato e sta avviando la costruzione di importanti attrezzature per la fisica dei fasci radioattivi prodotti per frammentazione e per la fisica degli antiprotoni. A questo laboratorio fanno riferimento diverse collaborazioni INFN quali AGATA per quanto riguarda gli ioni e PANDA per quanto riguarda gli antiprotoni. In particolare per PANDA l'INFN potrà dare un contributo sia al programma di fisica che all'apparato con soluzioni tecnologicamente molto innovative.

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). Questo progetto è in forte sinergia, per quanto riguarda molti sviluppi di bersaglio e di acceleratori, con il progetto di GANIL SPIRAL2. Questa collaborazione è in atto ed è destinata a intensificarsi anche grazie ad accordo specifico denominato LEA tra INFN e CNRS/IN2P3.

IL PLASMA DI QUARKS E GLUONI

Il principale obiettivo dell'Istituto nell'ambito della sperimentazione con le collisioni ultrarelativistiche tra ioni pesanti a LHC è quello di ricercare i segnali che contraddistinguono la formazione del quark-gluon plasma, stato della materia formatosi appena dopo il big bang. L'unico esperimento che persegue questo obiettivo alle più alte energie è ALICE che è attualmente ben avviato a intraprendere tutte le prese dati che il CERN ha stabilito.

L'attività collegata ad ALICE raggiungerà il suo apice negli anni 2009-2011 essendo previste prese dati con protoni e successivamente un aumento d'intensità. Inoltre l'INFN sta partecipando attivamente alla progettazione e alla preparazione del prototipo del calorimetro elettromagnetico che serve a caratterizzare i jet di più alta energia e che sarà costruito prevalentemente dagli USA per essere utilizzato nelle prese dati successive a quelle del primo triennio.

Dopo aver completato i rivelatori principali e averli messi in funzione la collaborazione ALICE prevede di assumere responsabilità rilevanti nell'analisi dei dati prodotti. A questo scopo i ricercatori di ALICE, insieme ai ricercatori INFN degli altri esperimenti di LHC, parteciperanno con impegno sempre più crescente allo sforzo di mettere in opera, sfruttando appieno le tecnologie della GRID, la complessa e vastissima rete di

calcolatori che è necessaria per distribuire, immagazzinare e analizzare l'imponente mole di dati che sarà fornita dai prodotti delle collisioni di LHC.

L'attività di analisi dati dovrà essere per ALICE già molto impegnativa con le prime collisioni con protoni. Infatti i prodotti di queste collisioni costituiscono dei segnali essenziali per la fisica di ALICE poiché rappresentano un riferimento per l'interpretazione delle collisioni tra ioni pesanti. Alcune misure di molteplicità degli eventi e dei prodotti più intensi saranno le prime su cui ci si focalizzerà a basse luminosità, misure comunque importanti perché permetteranno di controllare il complesso rivelatore nel suo insieme e forniranno i primi dati di fisica. Infatti, con 109 eventi si potrà ottenere dati sulla fisica dei sapori pesanti. Con un maggiore numero di eventi sarà possibile sia esplorare alcune caratteristiche degli eventi protone-protone che appaiono come code ad alti valori nelle distribuzioni di molteplicità, sia studiare la fisica dei di-muoni, in particolare gli stati del bottonio.

LA STRUTTURA DEL NUCLEONE E LA DINAMICA DEI QUARKS

Nel prossimo triennio la sperimentazione presso le strutture di ricerca che producono sonde elettromagnetiche (elettroni e fotoni) fornirà dati nuovi e molto importanti per l'indagine delle proprietà di struttura dei nucleoni e della dinamica dei quarks.

I principali problemi che saranno affrontati sono quelli delle proprietà di risonanze e barioni esotici con misure esclusive dei diversi tipi di decadimento in funzione dell'energia, quello dello spin e dei fattori di forma del nucleone, e infine la risposta dei nuclei in presenza di stranezza attraverso gli ipernuclei e gli atomi kaonici.

L'esperimento HERMES si è impegnato a fruttare in modo ottimale la mole dei dati di alta qualità raccolti fino al 2007 a DESY. Le analisi di questi dati porteranno a informazioni dirette e indirette sulle diverse funzioni di struttura, tra cui la trasversalità, sullo spin del gluone e sul momento angolare orbitale dei quarks.

L'esperimento GRAAL ha completato la presa dati a ESRF di Grenoble e porterà il calorimetro di BGO (ottimizzato per la rivelazione di particelle neutre) all'acceleratore ELSA a Bonn per accoppiarlo a uno spettrometro ottimizzato per la rivelazione dei prodotti carichi. Una nuova collaborazione si è da poco formata con l'intento nel prossimo triennio di condurre esperimenti di fotoproduzione di mesoni pseudoscalari e vettori con un fascio di fotoni polarizzati di energia fino a 3GeV su bersagli d'idrogeno, deuterio e ^3He con neutroni polarizzati.

Le collaborazioni INFN JLAB12 sta preparando l'attività futura al JLAB(USA), che offrirà a partire da 2014-2015 elettroni fino a 12GeV. Nel prossimo triennio all'attività di presa dati a 6GeV (sulle funzioni di struttura e sulla violazione della parità) con gli

spettrometri CLAS e Bigbite si affiancherà quella di costruzione di parte di due nuovi rivelatori, il tracciatore per lo spettrometro e il rivelatore centrale per CLAS. Inoltre la collaborazione si sta preparando facendo simulazioni a presentare proposte per prese dati che si focalizzino su: i) il problema del fattore di forma space-like del nucleone ad alti momenti trasferiti; ii) sul problema della spettroscopia mesonica e dei barioni esotici e iii) sull'origine dello spin e la determinazione delle distribuzioni partoniche.

La collaborazione INFN dell'esperimento FINUDA che ha raccolto presso i LNF molti dati relativi alla formazione e decadimenti degli ipernuclei si impegnerà fortemente nelle analisi e alla stesura e preparazione della richiesta di una nuova presa dati che sarà indispensabile per l'indagine delle proprietà dell'interazione lambda-nucleone. Saranno fatti anche alcuni turni di misura con i collaboratori giapponesi di FINUDA presso il laboratorio J-PARC. Alcune di queste ultime misure sono per la ricerca di ipernuclei con doppia stranezza. Sempre ai LNF l'esperimento SIDDHARTA completerà le prese dati per misure di raggi X da atomi kaonici e successivamente si concentrerà sull'analisi dei dati. Utilizzando parte dell'apparato dell'esperimento DEAR(precursore di SIDDHARTA), ora montato presso i LNGS, il gruppo VIP si impegnerà a migliorare le condizioni sperimentali e alla parziale eliminazione dei fondi, per le misure volte a verificare con alta precisione la validità del principio di Pauli.

Per quanto riguarda il più lungo periodo, la partenza in Germania del progetto FAIR per la fisica nucleare alle medie energie, porterà certamente alla realizzazione di una nuova ricerca alla frontiera nel campo della fisica adronica, degli ipernuclei e dello spin. Sarà completata l'attività di ricerca e sviluppo per la progettazione del rivelatore PANDA con l'obiettivo di iniziare nel triennio la sua costruzione.

La collaborazione PAX ha inoltre in programma una serie di misure con l'acceleratore COSY in Germania e con il deceleratore di antiprotoni AD al CERN per mettere a punto la tecnica di polarizzazione basata sullo spin filtering. L'obiettivo è quello di applicarla successivamente ad antiprotoni in un anello di accumulazione per la misura diretta della funzione di struttura trasversità.

Infine al CERN con anti-protoni di AD la collaborazione ASACUSA misurerà sezioni d'urto per diversi nuclei a energia del fascio molto basse (pochi keV).

ASTROFISICA NUCLEARE E APPLICAZIONI INTERDISCIPLINARI

Il programma di ricerca in astrofisica nucleare ha come obiettivo quello di comprendere la nucleosintesi primordiale e la generazione d'energia e questi obiettivi necessitano la realizzazione di una vasta serie di misure di sezioni d'urto che vedrà fortemente impegnati i ricercatori INFN anche nel prossimo triennio. Le misure d'interesse

astrofisica sono a energie nella regione del picco di Gamow e quindi nella scala delle migliaia d'elettronvolt corrispondenti a piccole sezioni d'urto che possono essere contaminate dal fondo ambientale. Sezioni d'urto per l'astrofisica nucleare saranno ancora misurate presso il Laboratori del Gran Sasso e in misura sempre più crescente ai LNS anche grazie alle nuove possibilità offerte dai fasci radioattivi di EXCYT.

La collaborazione N TOF al CERN preparerà ed realizzerà delle misure atte a caratterizzare il nuovo fascio di neutroni. Successivamente si impegnerà in una serie di misure di cattura neutronica per la nucleosintesi stellare e di misure di fissione su attinidi. Molte misure forniranno dei dati chiave per gli sviluppi di Accelerator Driver System e per la generazione IV dei reattori nucleari.

Sfruttando l'unicità nel mondo dei Laboratori del Gran Sasso di avere il flusso di raggi cosmici nettamente soppresso, l'esperimento LUNA realizzerà nuove misure di sezioni d'urto per la produzione del ${}^6\text{Li}$ che saranno indispensabili per i modelli di big bang nucleosintesi che prevedono quantità di ${}^6\text{Li}$ 2-3 ordini di grandezza inferiori rispetto alle misure in stelle povere di metalli.

Per il programma a più lungo termine, raccomandato anche dal NuPECC, la collaborazione sta preparando una proposta per l'acquisizione di un acceleratore Tandem di 2-3 MeV per lo studio di processi di combustione del carbonio e dell'ossigeno.

I fasci di ioni radioattivi leggeri dell'infrastruttura EXCYT stanno aprendo nuove prospettive per il programma di astrofisica presso i LNS. Sono allo studio la realizzazione di una serie di misure di reazioni d'interesse astrofisico che utilizzano come fascio il nucleo radioattivo ${}^8\text{Li}$. In particolare la reazione indotta da particella alfa su questo ${}^8\text{Li}$ rappresenta un collo di bottiglia per la comprensione della nucleosintesi primordiale non omogenea. Sul più lungo termine l'infrastruttura EXCYT potrà costituire, opportunamente potenziata per aumentare l'intensità dei fasci di ioni radioattivi, una facility di punta per studi di astrofisica nucleare a livello Europeo.

NUCLEI IN CONDIZIONI ESTREME

Un argomento di punta nel settore di fisica nucleare è costituito dallo studio dei nuovi meccanismi che agiscono e determinano le proprietà della struttura dei nuclei prodotti in condizioni estreme di isospin, massa, spin e temperatura. Diversi laboratori nel mondo con acceleratori di ioni pesanti di basse energie stanno potenziando fortemente la loro ricerca proprio in questo settore.

Per sondare in dettaglio molte proprietà e i diversi gradi di libertà di un sistema a multi corpi come il nucleo atomico è necessario ricorrere all'uso di reazioni indotti da ioni

stabili e radioattivi nell'intervallo energetico che va dall'energia attorno alla barriera Coulombiana fino all'energia di Fermi. In particolare il programma con i fasci radioattivi è molto nuovo e attraente in quanto ha l'ambizione di creare in laboratorio quei nuclei che sono stati prodotti nel cosmo con esplosioni stellari e hanno avuto un ruolo chiave nel determinare la stabilità degli elementi.

Il programma di ricerca per i nuclei in condizioni estremi essendo molto ricco è stato ben delineato anche per il medio termine e ci si prefigge quindi nel prossimo triennio di conseguire una parte dei risultati. Il contributo INFN in questo settore è molto rilevante soprattutto grazie ai laboratori LNL e LNS con i loro acceleratori di ioni pesanti. Una parte del programma è realizzata anche in laboratori esteri, in particolare quello con fasci radioattivi che coinvolge i laboratori GSI (Germania), Ganil (Francia), il CERN (ISOLDE) e in misura minore RIKEN in Giappone.

Presso i LNS la collaborazione EXOCHIM sarà fortemente impegnata nel prossimo triennio nello studio dell'equazione di stato e del diagramma di fase della materia nucleare. Ha inoltre in programma di preparare misure con l'apparato CHIMERA che utilizzano i fasci radioattivi di EXCYT. Sempre ai LNS l'esperimento FRAG misurerà in dettaglio la frammentazione del ^{12}C , utile per le applicazioni in adroterapia e misurerà il decadimento a due protoni di nuclei molto debolmente legati alla proton drip line. La collaborazione LNS STREAM utilizzando l'apparato MEDEA ai LNS si concentrerà su decadimenti gamma e di neutroni in nuclei a temperatura finita.

Con lo spettrometro MAGNEX e i nuovi fasci radioattivi di EXCYT si intende anche intraprendere nel triennio un nuovo programma di studio di stati eccitati e risonanze di nuclei esotici leggeri. Presso i LNL con la linea di fascio EXOTIC sono programmate misure di sezioni d'urto a basse energie per determinare la barriera dei nuclei esotici e i suoi effetti sui nuclei con struttura ad alone.

I temi principali dell'esperimento NUCL-EX ai LNL che utilizza il rivelatore GARFIELD sono l'evoluzione a bassa energia dei processi che portano alla transizione di fase liquido vapore e dei meccanismi e proprietà dei processi di termalizzazione. Le misure programmate saranno fatte utilizzando anche una parte del nuovo rivelatore FAZIA, la cui tecnologia innovativa permetterà di misurare meglio e con più dettaglio tutto lo spazio delle fasi.

Per la struttura dei nuclei lontano dalla stabilità la spettroscopia gamma rappresenta e rappresenterà ancora maggiormente in futuro uno strumento molto potente. Questa tematica è affrontata dalla collaborazione GAMMA che porta avanti sia la sperimentazione ai diversi Laboratori che gli sviluppi strumentali (progetto AGATA). La fase iniziale del complesso

rivelatore AGATA della collaborazione europea (a cui l'INFN sta dando un notevole contributo) sarà costituita dalla dimostrazione che sarà fatta ai LNL e seguita da circa un anno di misure di fisica sempre ai LNL accoppiando AGATA allo spettrometro magnetico PRISMA. Questa attività rappresenta il maggiore impegno della collaborazione GAMMA nel prossimo triennio e sarà affiancata dalla realizzazione di alcune altre misure con i fasci radioattivi di diverso tipo prodotti o per frammentazione al GSI oppure con la tecnica ISOL a SPIRAL di GANIL. Con i fasci radioattivi si affronteranno le problematiche relative ai nuclei ancora più lontano dalla stabilità come quella di capire come variano le forze nucleari e i gradi di libertà nucleare per valori anomali di N/Z.

Sul lungo termine le prospettive più interessanti e attraenti sono offerte dalla sperimentazione con i fasci radioattivi. In Francia al laboratorio GANIL si sta avviando la costruzione di SPIRAL2, infrastruttura di tipo ISOL di seconda generazione, mentre a GSI è stata approvata un'infrastruttura del tipo in-flight. Il laboratorio di Legnaro si impegnerà nel progetto e nella costruzione della prima fase del nuovo acceleratore SPES per la produzione di fasci radioattivi prodotti come frammenti di fissione e ha attivato a questo proposito una stretta collaborazione con GANIL ed è ben inserita nell'ambito degli sviluppi di EURISOL. Presso queste nuove facility è previsto l'impiego di nuova strumentazione tra cui, in campagne di misura, il rivelatore AGATA che come rivelatore di nuova generazione per la spettroscopia gamma è uno strumento essenziale per i loro programmi scientifici.

Progetto speciale SPES

Il Progetto SPES ha l'obiettivo di realizzare una facility per la produzione di fasci radioattivi riaccelerati per lo sviluppo della Fisica Nucleare e una facility di neutroni basata su un acceleratore linac di alta intensità per applicazioni nel campo medico (BNCT), dei materiali e dell'astrofisica.

Il progetto prevede la realizzazione di un bersaglio in UCx capace di fornire un rateo di fissioni di 10^{13} fissioni/s con un fascio diretto di protoni da 40MeV 200microA.

L'ultima versione del progetto prevede come acceleratore primario un Ciclotrone per protoni da 40 a 70Mev e correnti fino a 750microA parzializzate su due canali indipendenti di uscita.

Questo sistema, associato al Linac ad alta corrente (TRIPS+TRASCO), offre un vasto spettro di potenzialità per la Fisica Nucleare e per le applicazioni di tecnologie derivate dalla Fisica Nucleare per la Medicina, lo studio dei materiali, l'Astrofisica.

La prima fase del progetto SPES è finanziata con 16MEuro per il 2009-11 e prevede l'acquisizione del ciclotrone e la realizzazione dell'edilizia per il Ciclotrone e per i bunker dei bersagli di UCx, in modo da iniziare i test sotto fascio sul bersaglio diretto.

Nel prossimo anno si prevede il completamento del Progetto Preliminare, l'inizio della realizzazione edilizia e la definizione della gara per l'acquisto del Ciclotrone.

In collaborazione con i LNS si procederà allo studio dettagliato delle varie parti del progetto mettendo a frutto le competenze tecniche sviluppate per la realizzazione del progetto EXCYT.

Sarà completato il prototipo del Front-End del bersaglio in collaborazione con le sezioni di Pavia e Milano per la parte realizzativa e con i Dipartimenti di Chimica e Ingegneria dei Materiali di Padova per la parte di studio e sviluppo dei Carburi. Si inizierà l'installazione del laboratorio laser e i test di sorgente in collaborazione con la sezione di Pavia.

In collaborazione con LNS, si procederà allo studio, e possibilmente all'installazione, di un sistema di test-bench per il bersaglio presso il Ciclotrone Superconduttore al fine di studiare il rilascio di isotopi in funzione delle caratteristiche del bersaglio. Tale installazione è di interesse comune sia di SPES che di EXCYT.

Saranno definiti gli impianti di sicurezza per la produzione dei fasci radioattivi attivando una collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Nucleare di Palermo, Ingegneria Informatica di Padova e si prenderanno contatti con altre Università al fine di produrre un progetto integrato per la sicurezza e la radioprotezione della facility.

Per le collaborazioni internazionali saranno formalizzati due accordi per lo sviluppo di fasci radioattivi con ISOLDE-CERN e GANIL.

Per la parte di Alta Intensità si completerà l'assemblaggio dell'RFQ Trasco e si programmerà un test ad alta potenza presso le strutture del CERN.

Se possibile si inizierà la fase realizzativa della BNCT dopo aver concluso il test di potenza con protoni da 5MeV del bersaglio di Berillio.

Settore	a	b	c	d	e	TOT
Ricercatori	22,3%	26,6%	35,8%	12,7%	2,7%	550 FTE
Finanziamento 2009	20,4%	25,1%	42,3%	10,2%	2,0%	11,3 M€

a) Struttura nucleare e dinamica delle reazioni; **b)** Dinamica dei *quark* e degli adroni; **c)** Transizioni di fase nella materia nucleare; **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 settori tematici riportati in capitolo 1.

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.

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 CSN3). 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 soprattutto a LHC. 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). Inoltre qui sono essenziali i risultati esatti a ordini finiti. Tutto questo fornisce 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 con 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, TEVATRON e DAPHNE) soprattutto a LHCb. Questi studi si potranno ulteriormente sviluppare se vi sarà la SuperB Factory. Essi vengono fatti anche con metodi numerici ora fatti prevalentemente con apeNEXT. La potenza di tali macchine permette calcoli con fermioni dinamici per ottenere

così risultati attendibili. Si può prevedere che tale potenza di calcolo rimarrà competitiva ancora solo per due - tre anni. Nel futuro si cercherà di sviluppare una diversa iniziativa INFN per il supercalcolo.

Ricercatori in questa linea hanno partecipato alla organizzazione di quattro programmi al GGI nel 2006 e 2008 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 in collaborazione con la CSN3.

Gli studi nel settore della struttura e reazioni di nuclei leggeri (calcoli ab inizio) 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 e il Laboratorio Nazionale di Legnaro 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, 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 e al settore di Astroparticelle. esse sono: relatività generale, gruppi quantici e geometrie non commutative (derivate da teorie di stringa), modelli integrabili, equazioni di evoluzione non lineari. Uno sviluppo importante riguarda lo studio di proprietà matematiche delle 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 signature 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 due programmi al GGI e un nuovo programma 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 ad altri gruppi di fisici e non. In questo settore è spesso necessario calcolo numerico intenso (come su apeNEXT).

Le ricerche in biologia quantitativa (TO61) avvengono in collaborazione con gruppi di medici, chimici e biologi che contribuiscono largamente a finanziare questa attività. Si soddisfa così una richiesta della CSN4 al momento della formazione di TO61, ovvero che i partecipanti dovessero collaborare con ricercatori di campi medico-biologico e che dovessero trovare addizionali risorse di finanziamenti 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 in cui i fisici teorici collaborano con gruppi di ingegneri.

ULTERIORI SVILUPPI (2009-2012)

- a) Galileo Galilei Institute for Theoretical physics.

Il GGI, fondato con la "Inaugural Conference" alla fine del 2005 ormai ha una storia di workshop:

2006 New Directions Beyond the Standard Model in Field and String

2006 Astroparticle and Cosmology

2007 High Density QCD

2007 String and M theory approaches to particle physics and cosmology

2007 Advancing Collider Physics: from Twistors to Monte Carlos

2008 Non-Perturbative Methods in Strongly Coupled Gauge Theories

2008 Low-dimensional Quantum Field Theories and Applications

2009 Searching for New Physics at the LHC 06-04-2009

2009 New Perspectives in String Theory 23-02-2009

2009 New Horizons for Modern Cosmology 24-11-2008

I programmi per il 2010 saranno scelti dai due Comitati entro la fine del 2008. 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.

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 sono soggette alla valutazione triennale da parte di referee internazionali. Il risultato ha effetto sui finanziamenti. Questo metodo di valutazione permette anche di razionalizzare e correggere la struttura delle IS e scoraggiare le piccole IS mono - sede perché non facilitano la circolazione dei dottorandi e dei giovani ricercatori.

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. Su tutti questi punti i 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

La CSN4 ha deciso, dal 2007 di cercare di costruire qualche grosso cluster a disposizione di tutti i suoi ricercatori via rete GRID. Per il momento si sono finanziati piccoli cluster in 4 sezioni usando finanziamenti del 2007 e 2008. La scarsità di fondi avvenuta ha fatto sì che la sola iniziativa presa è stata molto limitata. Negli anni futuri sarà essenziale reperire finanziamenti per l'ingrandimento di questi cluster che possano seriamente servire alla ricerca di tutti i gruppi.

f) Scuole e workshop

La attività di scuole e congressi sarà, come al solito, molto intensa. Molte iniziative si svolgeranno nei prossimi anni soprattutto usando fondi della Commissione Formazione.

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. Lo stesso vale per le visite di giovani a ICTP.

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 anni molti giovani teorici educati in ambito INFN hanno trovato posto permanente presso importanti istituzioni straniere. Nello stesso periodo il numero dei giovani teorici che hanno trovato posto presso le Università o Sezioni è molto basso.

In linea di principio il criterio di reclutamento basato su concorso nazionale non contrasterebbe con l'esigenza di mantenere il livello di qualità e quantità di ricerca e formazione delle sedi periferiche, se il ritmo di svolgimento dei concorsi fosse garantito e si tenesse dovuto conto delle linee di programmazione delle sedi. La preoccupazione diffusa è che questo non sia possibile.

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 2009	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 2011 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 assicurazione di qualità, certificazione per applicazioni spaziali, l'elettronica di bassa potenza resistente alle radiazioni ed i 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, dello sviluppo di sistemi di piani di trattamento in adroterapia, della dosimetria ed evoluzione cellulare, della modellistica neurologica, dell'analisi di reperti di interesse artistico, archeologico e storico e delle indagini ambientali.

RIVELATORI ED ELETTRONICA

In questo specifico ambito, nel periodo 2008-2010, il lavoro si svilupperà privilegiando le tecnologie, sui sistemi di rivelazione ed elettronica associata, di interesse nell'ambito delle iniziative di sviluppo scientifico dell'ente monitorando in particolar modo le loro possibilità di sviluppo nel futuro.

La realizzazione di circuiti integrati tridimensionali ("3D") apre la strada allo sviluppo della tecnologia di integrazione verticale così da consentire la realizzazione di sistemi di tracciatura che superano le limitazioni intrinseche degli attuali sensori a pixel ibridi e dei MAPS (Monolithic Active Pixel Sensors) CMOS. Sarà possibile costruire dimostratori di tracciatori sottili a pixel sfruttando le potenzialità offerte dall'evoluzione delle tecnologie microelettroniche ad alta densità promette. Sarà così possibile dare risposte alle richieste dei

futuri esperimenti di fisica delle alte energie alla Super B-Factory, a SLHC e ad ILC che pongono requisiti sempre più stringenti ai sistemi di tracciatura, che dovranno operare ad alto rate con una minima quantità di materiale.

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.

In particolare saranno sviluppate tecniche di integrazione verticale su silicio e nuove generazioni di rivelatori a silicio di grande area per la rivelazione di radiazione X di alta energia.

Saranno portate avanti attività di ricerca e sviluppo aventi come obiettivo la realizzazione un nuovo tipo di rivelatore a singolo fotone costituito da nano tubi cresciuti su silicio, finemente pixellato, sensibile all'UV. Attraverso la crescita di nanotubi su substrati di silicio opportunamente strutturati si potranno inoltre ottenere dispositivi a stato solido sensibili al singolo fotoelettrone (Silicon Photomultipliers o Geiger Mode Avalanche Diodes) che si sono rivelati estremamente competitivi nei confronti dei fotomoltiplicatori tradizionali e interessanti per numerose applicazioni nel campo dei rivelatori di particelle a terra e nello spazio. Questi dispositivi possono essere accoppiati con fotocatodi che permettono di estendere la sensibilità spettrale del dispositivo rispetto a quella propria del silicio.

Sarà posta particolare attenzione alla ricerca e sviluppo di rivelatori per misure di precisione quali la misura della prima transizione di fase (superconduttiva) influenzata dalle fluttuazioni di vuoto e la prima misura di energia di vuoto in cavità rigide e la misura della violazione della parità atomica (APV) nel francio, come test del Modello Standard delle interazioni elettrodeboli.

ACCELERATORI

In questo specifico ambito, nel periodo 2009-2011, 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 plasm. In quest'ultimo settore sono prevedibili risultati di una certa rilevanza scientifica ed applicativa anche nel campo della accelerazione di fasci di ioni e dello sviluppo di sorgenti di ioni ad alto stato di carica. In particolare è prevedibile lo sviluppo di esperimenti di fisica nucleare basati sull'utilizzo di plasm ad alta temperatura prodotti con laser di elevata potenza per lo studio di processi rilevanti nel campo della fusione e delle reazioni nucleari di bassissima energia.

Si può ipotizzare uno sviluppo di iniziative legate alla “luce”: IR, visibile, UV e raggi X. Uno degli obiettivi principali sarà la realizzazione di sistemi per imaging biomedico in vivo per popolazioni cellulare. 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, ecc.), gli sviluppi di sorgenti, magneti convenzionali e di scansione, sistemi di controllo e monitoraggio dei fasci per applicazione in campo clinico.

Proseguirà l'attività di sviluppo di innovativi sistemi di accelerazione per applicazioni in campo medico anche in collaborazione con l'industria e/o con enti di ricerca di altri paesi europei.

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.

Proseguiranno tutte le attività correlate allo sviluppo di nuovi ed innovativi strumenti per la pianificazione clinica di trattamenti radianti con fasci di ioni leggeri.

Nel periodo 2009-2011 vi sarà uno sviluppo di iniziative legate all'uso della “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).

Nello stesso periodo è ipotizzabile la realizzazione prototipale 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.

E' anche prevedibile l'applicazione di fasci ionici prodotti in plasmi ad alta temperatura per lo studio fenomenologico di processi rilevanti nel campo della fusione e della astrofisica nucleare.

Proseguirà lo sviluppo e la messa a punto di tecniche di misura innovative nel campo dei beni culturali al LABEC di Firenze, nel laboratorio LANDIS ai LNS e presso la sezione di Ferrara. Saranno sviluppate le tecniche di spettrometria di massa presso il LABEC e la nuova tecnica HE-PIGE che consentirà, mediante l'uso dei fasci di protoni da 62MeV prodotti dall'acceleratore CS dei LNS, di determinare il contenuto totale degli elementi chimici componenti leghe metalliche antiche. Continuerà l'attività di ricerca e sviluppo di strumentazione portatile per analisi non distruttive nel settore dei beni culturali.

Nei prossimi anni proseguirà la diffusione nella scuola della cultura scientifica in generale e della cultura nel campo della radioattività in particolare. Le misure di radioattività ambientale indoor effettuate indipendentemente dai vari gruppi verranno verificate attraverso un interconfronto unico gestito da un ente nazionale accreditato (ENEA) La condivisione con gli studenti dell'operazione, aggiungerà un importante elemento formativo al loro percorso. Nel triennio 2009-2011 si affronterà anche la ricerca di radionuclidi di origine artificiale, approfondendo le cause della loro presenza dell'ambiente, le conseguenze e le tecniche di misura adoperate, in cui spiccheranno quelle capaci di effettuare la spettrometria, soprattutto gamma. Si parlerà di inquinamento ambientale e dell'esistenza e dell'importanza dei bioindicatori e si analizzeranno comunque vari tipi di matrici per verificare la presenza del Cesio-137, Berillio-7 comunque sempre nei limiti della loro rivelabilità con sistemi semplici. I risultati ottenuti saranno pubblicizzati attraverso la creazione di un sito web dedicato. La disseminazione dei risultati contribuirà alla formazione di una reale conoscenza e coscienza sociale degli aspetti scientifici legati alla radioattività naturale ed artificiale.

Saranno sviluppate le tecniche sperimentali necessarie per la preparazione di una misura della violazione della parità atomica (APV) nel francio, come test del Modello Standard delle interazioni elettrodeboli. Attualmente, i migliori risultati di APV a basso

quadrimpulso trasferito provengono da misure effettuate sia su fasci atomici sia su vapori di cesio e si discostano in maniera non significativa dalle previsioni del Modello Standard. Il francio viene indicato come il miglior candidato per studiare l'APV in quanto è previsto un incremento dell'effetto di circa 20 volte rispetto al cesio. Nonostante questo, l'esperimento rimane di notevole difficoltà e richiede un approccio graduale e finalizzato a risolvere uno a uno i vari problemi; a individuare i possibili errori sistematici; a ottimizzare la rivelazione e la misura di un effetto molto debole. Nel caso del francio, alle difficoltà tipiche di questi esperimenti, si aggiunge quella di lavorare con atomi radioattivi con vita media dell'ordine del minuto, la cui produzione deve pertanto essere fatta in linea con l'esperimento.

E' inoltre prevedibile la prosecuzione dello sviluppo per le linee correlate all'applicazione della GRID alla mammografia, alle tomografie polmonari ed alle neuro immagini. In particolare per la mammografia si finalizzerà la ricerca di una destinazione d'uso attraverso una fase di integrazione con sistemi esistenti. Sarà avviata la validazione degli algoritmi CAD già sviluppati per le tomografie polmonari e saranno finalizzati gli sviluppi già disponibili nel campo delle neuro immagini e si preparerà l'avvio della relative fase di validazione.

Settori	<i>Rivelatori</i>	<i>Acceleratori</i>	<i>Interdisciplinare</i>
FTE	212	60	343
Finanziamento anno 2009 (k€)	1302	519	1804

La descrizione dettagliata degli esperimenti è disponibile al sito WEB:

<http://www.infn.it/csn5/>

2.6 ATTIVITA' DEI LABORATORI E DELLE INFRASTRUTTURE

LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI

Il programma dei prossimi tre anni è molto intenso. Esso infatti prevede:

- il pieno utilizzo di DAFNE – incluse le linee di luce di sincrotrone – per completare il programma sperimentale di FINUDA, SIDDHARTA (2008-2010) ed il “rientro” di KLOE;
- completamento della linea di luce per raggi X molli;
- lo studio di un upgrade di DAFNE in luminosità e/o energia, con l'obiettivo di giungere ad una decisione nel corso del 2009;
- la continuazione dell'attività di R&D nel campo delle macchine acceleratrici, con:

- a) inizio della sperimentazione a SPARC;
 - b) completamento del laboratorio “FLAME”, montaggio e collaudo del laser di alta potenza “FLAME”. Inizio della sperimentazione con il laser FLAME ed il complesso SPARC.
 - c) la continuazione del montaggio, il collaudo e l’inizio del funzionamento della macchina del Centro Nazionale di Adroterapia entro il 2010;
 - a) la continuazione ed il completamento del progetto CTF3 al CERN, finalizzato allo sviluppo di una sorgente RF basata sul concetto di Two Beam Accelerator (CLIC);
 - b) la partecipazione alle fasi di progettazione e di R&D per l’International Linear Collider, con particolari responsabilità sul progetto dei Damping Rings e sui kicker veloci.
- il proseguimento dei programmi di ricerca nel campo delle onde gravitazionali;
 - il proseguimento delle attività di ricerca già intraprese presso laboratori nazionali e internazionali e l’attenzione a nuove iniziative;
 - l’inizio dei nuovi programmi europei;
 - 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

Il 2009 sarà per i Laboratori l’anno di inizio della sperimentazione con il nuovo rivelatore gamma ad alta risoluzione, il cosiddetto dimostratore di AGATA. È la prima volta che questo rivelatore viene composto con le varie parti realizzate da numerosi laboratori europei, e che viene utilizzato per affrontare problemi di fisica accessibili con le prestazioni attese. Questo rivelatore infatti permette la localizzazione posizionale delle interazioni gamma con il cristallo, avendo caratteristiche di efficienza e capacità risolutiva di gran lunga superiori a quelle degli apparati di precedente generazione. Viene accoppiato al grande

spettrometro PRISMA. Insieme costituiranno un grosso strumento di indagine, che richiederà la presenza di molti sperimentatori in Europa. Continuerà anche la sperimentazione con gli altri apparati, soprattutto nella fase di messa a punto di AGATA e dopo la dismissione dello strumento prevista attualmente per la fine del 2010.

Nel 2009 sarà disponibile anche la nuova sorgente ECR di PIAVE, per cui si potrà disporre di fasci di intensità superiore di quasi un ordine di grandezza rispetto ai precedenti. Nel corso dell'anno dovrebbero essere installate 4 ulteriori cavità a basso beta in ALPI, per disporre di maggiore energia e soprattutto di fasci di ioni con numero di massa più elevato degli attuali.

Il 2009 dovrebbe anche essere un anno molto importante anche per il futuro a lungo termine dei Laboratori. È in corso infatti la gara per il progetto preliminare di tutta l'infrastruttura che dovrà ospitare sia la nuova macchina per la produzione dei fasci radioattivi del progetto SPES, sia l'acceleratore ad alta intensità che dovrebbe fornire un fascio intenso di neutroni per molteplici applicazioni, quali lo sviluppo della tecnica BNCT per la cura di alcuni tipi di tumore, lo studio e la produzione di materiali innovativi, il trattamento delle scorie radioattive e lo studio dei reattori nucleari di IV generazione.

Nel corso dei prossimi anni un grosso sforzo deve essere fatto per la realizzazione di questi progetti: le infrastrutture, le macchine, i sistemi di sicurezza, la formazione del personale. La produzione dei fasci radioattivi dovrebbe avvenire con l'utilizzo di un fascio di protoni prodotto da un ciclotrone di cui si stanno definendo le caratteristiche, anche in vista di un suo possibile utilizzo per lo studio dei reattori di IV generazione. Parallelamente alla realizzazione delle infrastrutture si dovrebbe procedere alla costruzione delle macchine, per consentire ai Laboratori di continuare ad essere un centro primario di ricerca a livello europeo.

È in atto un'intensa attività di costruzione di prototipi, di calcolo e simulazione delle parti da realizzare, con il contributo di molte sezioni e laboratori, di produzioni di disegni, che da preliminari stanno diventando definitivi e che dovrebbero passare velocemente alla fase realizzativa.

I Laboratori manterranno nei prossimi anni l'impegno di supporto al consorzio RFX per la realizzazione della Neutral Beam Test Facility, per lo studio dell'iniettore di potenza al Plasma della nuova macchina per la fusione ITER, tramite un fascio neutro di deutoni. Procederanno soprattutto alla realizzazione del RFQ ad alta intensità del progetto IFMIF, parte essenziale della macchina per lo studio dei materiali da utilizzare nei reattori a fusione.

Proseguiranno le attività nelle quali il laboratorio ha raggiunto livelli di eccellenza, in particolare per quanto riguarda la microbiologia e la microdosimetria. Per queste attività il

Laboratorio dispone già di un'ottima strumentazione come il microbeam installato presso l'acceleratore CN. È in corso la progettazione di un nuovo apparato di "microfascio-a-singolo-ione" per ioni pesanti, da installare anche sulla linea di radiobiologia dell'acceleratore Tandem-ALPI, che dovrebbe essere realizzata in tempi brevi.

Si cercherà di mantenere un uso, ottimale con le risorse disponibili, delle piccole macchine CN e AN2002 per consentire soprattutto ai gruppi interdisciplinari di continuare a svolgere le loro ricerche. In particolare le ricerche sui materiali sono molto importanti anche per i rapporti con l'industria. Sempre a questo proposito è essenziale mantenere attivo il Master sul Trattamento delle Superfici per l'Industria. Il Master trova la sua collocazione all'interno del laboratorio di superconduttività, che è stato fondamentale per lo sviluppo delle nuove tecnologie, di cui dispone il Laboratorio e che attualmente vengono utilizzate per la riduzione dei contaminanti radioattivi dei supporti dei cristalli dell'esperimento CUORE.

È prevista la continuazione della presa dati dell'antenna gravitazionale AURGA in coincidenza con gli altri rivelatori attivi, in attesa che ridiventino operativi i grandi interferometri con i quali l'antenna potrebbe ancora essere messa in coincidenza se si passasse alla fase ultracriogenica.

IL calcolo sarà oggetto di grande attenzione, soprattutto in questo momento in cui si approssimano i primi dati di LHC.

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

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

LABORATORI NAZIONALI DEL SUD

Nel prossimo triennio fasci stabili e instabili prodotti con il Tandem, il Ciclotrone ed EXCYT saranno forniti agli utenti che ne faranno richiesta, sentito il parere del Comitato Scientifico. Data la quantità di proposte già pervenute per il 2009, si prevedono ritmi sostenuti di svolgimento dell'attività sperimentale.

Oltre alla produzione di fasci per gli esperimenti, saranno svolte 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. Per quanto riguarda il 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 pre-iniettore con una sorgente negativa per particelle α . Inoltre sarà portata a termine la realizzazione di un nuovo

tratto di linea che consentirà di trasportare il fascio Tandem nella sala 40° senza interferire con il trasporto del fascio CS verso le altre sale sperimentali.

Riguardo a EXCYT, si continuerà l'ottimizzazione del front-end e si studierà una soluzione di upgrading per l'iniezione al Tandem, per superare le difficoltà di trasmissione nel trasporto del fascio dal separatore al Tandem, riscontrate durante le ultime sessioni. 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.

Resta nei programmi dei LNS la prospettiva di un radicale upgrading di EXCYT con la realizzazione di un nuovo ciclotrone primario ad alta intensità (per esempio SCENT) e di due distinte postazioni di produzione di fasci radioattivi da post-accelerare sia con il Tandem che con l'attuale CS. E' da ricordare che per l'acceleratore SCENT esiste anche un possibile impiego alternativo per scopi terapeutici, impiego che è al centro del citato accordo tra l'INFN e l'azienda IBA.

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.

Durante il prossimo triennio la sperimentazione nucleare nei LNS prevede l'impiego dello spettrometro MAGNEX in modalità inclusiva per il completamento delle attività di ricerca relative al trasferimento di più neutroni con fasci di ^{16}O e ^{14}C , per lo studio della fusione pionica con fasci di ^{12}C ad energie intermedie, nonché dei processi di scambio carica (^7Li , ^7Be) estesi alle energie intermedie e quelli di pick-up di due neutroni per lo studio di stati omologhi. Nel prossimo triennio si prevede che MAGNEX venga utilizzato anche per esperimenti di astrofisica nucleare.

Per la sperimentazione con CHIMERA si sono aperte nuove prospettive grazie al recente "pulse-shape upgrade" ed alla concreta possibilità di utilizzare i fasci radioattivi prodotti da EXCYT e da FRIBs. In particolare sarà possibile lo studio sperimentale della struttura del ^{10}Li usando il fascio post-accelerato di ^9Li prodotto da EXCYT. Il rivelatore MEDEA-SOLE-MACISTE prevede di riprendere l'attività sperimentale nel 2009. Il programma si articolerà sullo studio del comportamento della GDR ad alta energia di eccitazione in vari sistemi e sullo studio della emissione di dipolo dinamico.

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

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

Per quanto riguarda il progetto NEMO nel 2009 un importante passo sarà il completamento del progetto Fase-2 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. Nel 2008 il consorzio KM3NeT ha pubblicato un Conceptual Design Report che descrive gli obiettivi scientifici e illustra il panorama delle soluzioni tecnologiche allo studio per la costruzione di un rivelatore sottomarino da 1 km³, tra cui quelle proposte e studiate dalla collaborazione NEMO. Nel 2009 si procederà alla stesura di un Technical Design Report in cui sarà descritta in dettaglio la tecnologia individuata per la costruzione del rivelatore da 1 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. Nel 2008 ha avuto inizio un nuovo progetto finanziato dalla EU, denominato KM3NeT Preparatory Phase, che si propone nei prossimi anni di sviluppare e definire gli aspetti legali, di governance e finanziari necessari per avviare la costruzione dell'apparato. Il progetto è coordinato dall'INFN ed ha il suo 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 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, iniziato nel 2006 e operativo con regolarità dal 2008. Il fascio di neutrini *muonici* prodotto al CERN è indirizzato nella direzione del Gran Sasso e raggiunge 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. Dopo la presa dati regolare a rivelatore completo nel 2008, nel 2009 continuerà la presa dati per la ricerca dell'apparizione del neutrino *tau* nel fascio di neutrini *muonici*.

- L'esperimento ICARUS consiste in un grande rivelatore di particelle ad Argon liquido. Una volta terminata la complessa fase di commissioning degli impianti criogenici, il modulo da 600 tonnellate di Argon vedrà nel 2009 l'inizio della presa dati. È in studio la possibilità di realizzare nuovi rivelatori, utilizzando la tecnica di ICARUS, con il manifesto interesse di gruppi USA.
- Per lo studio dei neutrini solari, nel 2009 continuerà la presa dati dell'esperimento BOREXINO, che 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.

I primi risultati di quest'esperimento confermano quelle che erano le attese di nuove informazioni sulle oscillazioni dei neutrini solari e sui neutrini prodotti all'interno della Terra.

- La misura della massa del neutrino è collegata alla ricerca del decadimento beta doppio senza emissione di neutrini, decadimento permesso se il neutrino e l'antineutrino coincidono. Nel 2009 l'esperimento GERDA, basato sull'uso di Germanio arricchito, terminerà l'installazione in sala A e inizierà la presa dati. Il suo primo scopo è quello di provare o smentire l'evidenza pubblicata dal gruppo di Klapdor usando cristalli dello stesso tipo. Nel laboratorio è terminata la presa dati di CUORICINO, un rivelatore criogenico costituito da 72 cristalli di tellurite, con massa totale 40Kg, per diversi anni il più sensibile esperimento in presa dati. Questi dati sono stati utili anche per la messa a punto del progetto CUORE, un grande rivelatore di 1000 cristalli di tellurite con massa totale 770Kg, di cui si stanno realizzando nel Laboratorio le necessarie infrastrutture.

L'obiettivo primario è la misura del decadimento beta doppio senza neutrini, con una sensibilità per la massa del neutrino dell'ordine del centesimo di elettronvolt.

- Il tema della materia oscura dell'Universo è uno dei più affascinanti della fisica delle particelle e dell'astrofisica, ma anche uno dei più difficili da studiare. Nel 2008 l'esperimento LIBRA ha rilasciato i suoi risultati e continuerà la presa dati nel 2009. Dai dati si è verificato il segnale evidenziato dal precedente esperimento DAMA, una modulazione stagionale di segnali di bassissima energia che è spiegabile con il movimento della terra rispetto alla materia oscura galattica. 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 e i dati raccolti con rivelatori prototipali, come quelli di Xenon 10 litri, hanno mostrato prestazioni eccellenti, accrescendo l'attesa per i risultati delle successive versioni di 100 litri, attualmente in fase di installazione (WARP) e di commissioning (XENON). Nel 2009 sono previsti i primi risultati.
- 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 delle stelle e 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 2009 e per il prossimo triennio continuerà ad articolarsi nelle tre linee principali descritte qui sotto.

Collaudo dell'upgrade degli impianti tecnologici (previsto per i primi mesi del 2009) e operazione del Centro Tier1 a pieno regime: i lavori di upgrade, ormai praticamente ultimati, hanno potenziare l'impianto refrigerazione 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 2015 e oltre. Il progetto di upgrade ha dotato il centro di una potenza frigorifera ridondata per il raffreddamento delle risorse informatiche dell'ordine di 1.4MWatt e di una potenza elettrica complessiva fino a 4MWatt. La prima metà del 2009 sarà per il personale del Centro particolarmente impegnativa dovendo garantire sia la massima efficienza del livello di servizio per le attività di preparazione all'analisi dei primi dati raccolti

da LHC, sia per il commissioning, in parallelo, dei complessi lavori di upgrade svolti nelle Sale 2 e 3 oltre che in altri locali destinati ad ospitare i gruppi elettrogeni, i nuovi gruppi frigo ed i trasformatori. Il collaudo degli impianti si protrarrà fino ai mesi estivi e nelle nuove sale 2 e 3 saranno messe in opera le risorse informatiche acquisite nella prima metà del 2009. Il Centro dovrà essere pronto nella seconda metà del 2009 a contribuire significativamente all'analisi del primo campione di dati di notevole consistenza raccolto a LHC incrementando le risorse disponibili a fine anno una volta conclusa positivamente la presa dati.

Con questo upgrade il Tier1 del CNAF sarà in grado di ospitare le risorse secondo quanto previsto nella tabella seguente approvata dai referee e dall'Ente che contiene le risorse pianificate come disponibili per LHC (Plan to be Pledged) negli anni 2009-2013 e che saranno definitivamente confermate anno per anno secondo l'effettiva necessità di utilizzo.

L'Operazione dei servizi dell'infrastruttura GRID di produzione dell'INFN, Italiana ed Europea all'interno dei progetti Europei quali 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.

Nel futuro il CNAF dovrà continuare ad essere 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 progetti Europei ed Internazionali.

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

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

COMMISSIONE CALCOLO E RETI

La Commissione Calcolo e Reti (CCR) è formata da membri nominati dal Presidente dell'INFN in rappresentanza di ciascuna Unità Operativa e da osservatori delle Commissioni Scientifiche Nazionali, ed effettua, come suo compito istituzionale, il coordinamento dei servizi informatici dell'INFN, sia a livello locale che nazionale, con particolare riguardo all'implementazione dei centri di calcolo degli esperimenti e, specificatamente, di quelli di primo, secondo e terzo livello dedicati agli esperimenti all'LHC.

Nei prossimi tre anni, tali centri dovranno sostenere il primo impatto con i flussi di dati prodotti dagli esperimenti al LHC. Ormai terminata la fase di adeguamento degli impianti tecnologici, essi dovranno aumentare considerevolmente le proprie capacità, mentre i servizi forniti agli esperimenti dovranno essere portati in condizioni di funzionamento a regime. Ciò dovrà avvenire garantendo la piena disponibilità delle risorse anche per le altre attività sperimentali e teoriche che, in alcuni casi, già ora dispongono di grandi moli di dati o li stanno velocemente accumulando. L'attività della CCR nel prossimo futuro, sarà perciò focalizzata principalmente a supportare in vario modo tali sviluppi.

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 mantenimento 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 enfasi sull'utilizzo di tecniche di virtualizzazione e di alta affidabilità;

- 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;
 - potenziamento del 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 del sistema di Autenticazione e Autorizzazione nazionale che razionalizzi in un'unica infrastruttura (AAI) la gestione delle credenziali di accesso alle macchine e ai servizi; 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.
- introduzione e dispiegamento delle trasmissioni su rete digitale delle conversazioni telefoniche (VoIP) e integrazione delle stesse con le altre modalità di comunicazione in uso.
- Servizi di rete
 - adeguamento degli apparati di rete locale per l'accesso alla rete ottica GARR-X secondo i tempi della sua graduale implementazione 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

2.7 RISORSE DI PERSONALE

Il fabbisogno di personale è sostanzialmente determinato, sul piano operativo, dalla dinamica delle linee scientifiche in cui l'Ente è inserito a livello nazionale ed internazionale e dagli impegni pluriennali conseguenti che implicano di realizzare nei tempi previsti nuove ed avanzate infrastrutture tecnico-scientifiche, in particolare presso i Laboratori Nazionali ed

il CNAF, di contribuire significativamente alla sperimentazione di LHC e di partecipare ad altre imprese scientifiche di rilevanza internazionale.

Sono parte di queste attività:

- La sperimentazione presso LHC al CERN: l'inizio della fase di presa dati per i quattro grandi esperimenti entrerà a regime nel corso del 2009. Il ricambio di tecnologie e professionalità del personale ricercatore e tecnologo coinvolto per la fase di presa dati, sta attuandosi secondo i piani previsti dagli Esperimenti;
- Ai Laboratori Nazionali di Frascati si è conclusa con successo la fase sperimentale del cosiddetto "Crabbed Waist" presso l'anello DAFNE con la dimostrazione della fattibilità di collisori e^+/e^- di nuova generazione. Questo permetterà, tra l'altro, l'avvio della progettazione ingegneristica del collisore denominato Super-B che avrà prestazioni 100 volte più alte di quelle presenti e vedrà la partecipazione con di numerose Istituzione Scientifiche fra le più qualificate a livello internazionale. Come ampiamente sostenuto dalla Comunità Scientifica internazionale, la Super-B aprirà nuove finestre di studio dei fenomeni rari, un campo ove piccole deviazioni dalle predizioni del Modello Standard sarebbero un sicuro segno di nuova fisica.
- presso i LNGS lo studio delle oscillazioni dei neutrini con il fascio CNGS proveniente dal CERN è in piena fase produttiva con l'apparato OPERA. L'altro grande apparato in fase di realizzazione, ICARUS, è in fase di completamento e di collaudo.
- il Progetto SPES presso i LNL, dedicato alla produzione e accelerazione di nuclei instabili di prossima generazione, è entrato nella fase di costruzione;
- il Progetto NEMO, dopo l'effettuazione di importanti test alle profondità sottomarine di interesse, continuerà con il collaudo di un dimostratore e delle infrastrutture tecnologiche ad esso associate, con la concreta possibilità di iniziare la fase realizzativa 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 continua ad essere finalizzato alla R&S su linee di interesse prioritario per l'istituto fra cui la dimostrazione di fattibilità di dipoli magnetici a rampa super veloce, l'introduzione di nuovi

schemi per collisori ad alta luminosità, i futuri collisori e^+e^- ad altissima energia, l'uso di cristalli come ondulatori magnetici e come collimatori.

A dette attività si aggiungono progetti strategici 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 ed è in corso il collaudo dei vari sottosistemi. L'Ente ha, inoltre, avviato un importante Progetto denominato INFN-MED articolato in cinque sottoprogetti fra cui ad esempio quello che riguarda lo sviluppo di un nuovo, avanzato Treatment Planning System per adroterapia.. L'Ente continua il suo impegno in attività di consulenza e supporto di progetti di macchine regionali per adroterapia con protoni;
- Ai LNF, il Progetto SPARC per Ricerca e Sviluppo di un laser ad elettroni liberi di nuova concezione con lunghezza d'onda di 500Å (luce gialla) ; è in fase di collaudo. E' stato recentemente finanziato dal MIUR anche il progetto SPARX, che all'interno della linea di sviluppo tracciata con SPARC, prevede 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 ed è in piena fase costruttiva.

La posizione di “leadership” e di eccellenza che l'Istituto ricopre nello scenario internazionale, è stata seriamente minacciata negli ultimi anni da un quadro normativo frammentato e contraddittorio che ha portato ad un serio squilibrio fra posizioni a tempo indeterminato e tempo determinato a seguito delle limitazioni ed i blocchi sulla Pianta Organica. L'applicazione dei commi 519 e 520 della legge finanziaria 2007 ha rappresentato l'avvio a soluzione dello squilibrio di cui sopra. Delle duecentoquarantacinque (245) posizioni contrattuali che rientravano nei requisiti di legge per la stabilizzazione, rimangono attualmente (gennaio 2009) pendenti 92 posizioni. L'utilizzo, nel 2009, delle risorse finanziarie relative al turn-over 2008 e la programmazione delle assunzioni previste nel 2010, a normativa attuale, offrono la possibilità di inserire a tempo indeterminato tutti i cosiddetti

stabilizzandi. Va segnalata inoltre, a seguito dell'applicazione del DM 3/12/2008, l'assunzione nel 2010 di 37 posizioni di ricercatore che riavviano, dopo molto tempo, l'immissione in servizio di una nuova generazione di Ricercatori così importante per il successo delle iniziative che l'Istituto ha in cantiere a livello nazionale ed internazionale.

Le tabelle seguenti A, B, C, D illustrano la situazione delle risorse umane e dei costi relativi al primo gennaio 2009, e la programmazione delle assunzioni per gli anni 2009, 2010, 2011.

Per quanto riguarda la tabella B, anno 2009, l'impiego del 40% del budget del Turn-over 2008 per le stabilizzazioni, tenendo conto delle necessità programmatiche dell'Ente comporta l'assunzione di:

Ricercatori	12
Tecnologi	7
CTER	5
Collaboratori di amm.ne	5

Si segnala inoltre, l'attuazione delle procedure di cui all'art. 5, comma 2 del CCNL 2002-2005 per l'assunzione a tempo indeterminato dei 25 tecnologi, il cui contratto a tempo determinato è stato assegnato a seguito di prove concorsuali avvenute con le medesime modalità e procedure previste dalla legge per i concorsi a tempo indeterminato.

Il numero di posizioni a tempo indeterminato messe in gioco con la programmazione di cui sopra 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 Roadmap dell'Istituto.

Il piano di assunzioni su descritto ha il vantaggio inoltre 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.

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 un centinaio di unità a partire dai prossimi anni.

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 . 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		
		2009*	2010	2011*
Dirigente di Ricerca	I	13	6	10
Dirigente tecnologo	I	8	4	7
Primo Ricercatore	II	21	12	20
Primo tecnologo	II	16	8	15

*applicazione dell'art. 15

Progressioni economiche nel livello apicale

Profilo	Livello	Posti a selezione		
		2009	2010	2011
Collaboratore tecnico enti ricerca	IV		105	
Operatore tecnico	VI		28	
Ausiliario tecnico	VIII		6	
Funzionario di amministrazione	IV		32	
Collaboratore di amministrazione	V		30	
Operatore di amministrazione	VII		3	
			204	

Passaggi al livello superiore nel profilo

Profilo	Livello	Posti a selezione		
		2009	2010	2011
Collaboratore tecnico enti ricerca	IV	61		131
Collaboratore tecnico enti ricerca	V	30		5
Operatore tecnico	VI	4		7
Operatore tecnico	VII			
Ausiliario tecnico	VIII			
Funzionario di amministrazione	IV	4		
Collaboratore di amministrazione	V	32		14
Collaboratore di amministrazione	VI	7		1
		138		158

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 2009-2011 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 2008

Profilo	Dotazione organica	In servizio al 1° gennaio 2008	assunti nel corso dell'anno	cessati nel corso dell'anno		In servizio al 1° gennaio 2009
				n.	costo (in migl. di €)	
Dirigente I fascia	1	1				1
Dirigente II fascia	1	1				1
Ricercatore	615	561	17	16	1.605.881	562
Tecnologo	236	203	15	4	291.279	214
CTER	605	561	27	19	841.954	569
Operatore Tecnico	132	128		2	74.316	126
Ausiliario Tecnico	7	7				7
Funzionario di amministrazione	64	58	2	3	131.844	57
Collaboratore di amministrazione	236	198	37	2	73.104	233
Operatore di amministrazione	9	9				9
	1.906	1.727	98	46	3.018.378	1.779

ANNO 2009 (risorse relative alle cessazioni intervenute nell'anno precedente: K€ 3.018; 40% = K€ 1.207)

Profilo	In servizio al 1° gennaio 2009	Assunzioni in corso di autorizzazione per il 2008	posti disponibili	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	Cessazioni previste nel corso dell'anno		Pianta Organica			in servizio al 1° gennaio 2010
				n.	costo (in migl. di €)	n.	costo (in migl. di €)		n.	costo (in migl. di €)	Posti disponibili	modifiche	costo	
Dirigente I fascia	1													1
Dirigente II fascia	1													1
Ricercatore	562	44	9	12	549	4	175	724	24	1.380	17			598
Tecnologo	214	7	15	7	318	30	1.311	1.629	8	291	-14	14	612	250
CTER	569	21	15	5	174	6	208	382	25	886	29	-14	-486	576
Operatore Tecnico	126	1	5						2	74	7			125
Ausiliario Tecnico	7													7
Funzionario di amministrazione	57	2	5						3	132	8	-7	-269	56
Collaboratore di amministrazione	233	3		5	157	4	126	283	2	73	-7	7	220	243
Operatore di amministrazione	9													9
	1.779	78	49	29	1.198	44	1.820	3.018	64	2.836			77	1.866

segue B.1 - PERSONALE A TEMPO INDETERMINATO

ANNO 2010 (risorse relative alle cessazioni intervenute nell'anno precedente: K€ 2837; risorse attribuite con DM 28-12-2007: K€ 129; risorse attribuite con DM 3-12-2008: K€ 1480; Totale Risorse K€ 4445)

Profilo	In servizio al 1° gennaio 2010	Pianta organica aggiornata	posti disponibili	Nuove assunzioni ex comma 643 L. 296/2006		Cessazioni previste nel corso dell'anno		Pianta Organica			in servizio al 1° gennaio 2011
				n.	costo (in migl. di €)	n.	costo (in migl. di €)	Posti disponibili	modifiche	costo	
Dirigente I fascia	1	1									1
Dirigente II fascia	1	1									1
Ricercatore	598	615	17	37	1.617	24	1.049	4			611
Tecnologo	250	250		32	1.398	5	218	-27	27	1.180	277
CTER	576	591	15	9	313	23	799	29	-27	-938	562
Operatore Tecnico	125	132	7			3	87	10			122
Ausiliario Tecnico	7	7									7
Funzionario di amministrazione	56	57	1	4	154	3	115				57
Collaboratore di amministrazione	243	243		2	63	2	63				243
Operatore di amministrazione	9	9									9
	1.866	1.906	40	84	3.545	60	2.331	16	0	242	1.890

ANNO 2011 (risorse relative alle cessazioni intervenute nell'anno precedente: K€ 2331)

Profilo	In servizio al 1° gennaio 2011	Pianta organica aggiornata	posti disponibili	Nuove assunzioni ex comma 643 L. 296/2006; DM 28-12-2007; DM 3-12-2008		Cessazioni previste nel corso dell'anno		Pianta Organica			in servizio al 1° gennaio 2012
				n.	costo (in migl. di €)	n.	costo (in migl. di €)	Posti disponibili	modifiche	costo	
Dirigente I fascia	1	1									1
Dirigente II fascia	1	1									1
Ricercatore	611	615	4	18	787	14	612				615
Tecnologo	277	277		4	175	4	175				277
CTER	562	564	2	22	764	20	694				564
Operatore Tecnico	122	132	10	11	320	2	58				131
Ausiliario Tecnico	7	7									7
Funzionario di amministrazione	57	57		3	115	3	115				57
Collaboratore di amministrazione	243	243		2	63	2	63				243
Operatore di amministrazione	9	9									9
	1.890	1.906	16	60	2.224	45	1.717	0	0	0	1.905

QUADRO B.2 - PERSONALE A TEMPO DETERMINATO

Profilo	In servizio al 31 dicembre 2008		2009			2010			2011		
	n.	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 €)	variazioni	In servizio al 31 dicembre 2011	costo (in migl. di €)
Ricercatore	56	2.471	-12	44	1.951	-15	29	1.292	-5	24	1.075
Tecnologo	43	1.903	-7	36	1.601	-15	21	939	-5	16	719
CTER	23	800	-5	18	629	-5	13	457	0	13	457
Operatore Tecnico	1	29	-1	0		0	0		0	0	
Funzionario di amministrazione	0	0	0	0		0	0		0	0	
Collaboratore di amministrazione	8	251	-5	3	95	3	6	191	2	8	256
	131	5.454	-30	101	4.276	-32	69	2.879	-8	61	2.507

Profilo	In servizio al 31 dicembre 2008		2009			2010			2011		
	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)	114	2.300	-10	104	2.109	-10	94	1.916	0	94	1.916

QUADRO C - RIEPILOGO DELLE SPESE PER RISORSE UMANE

RISORSE UMANE	COSTO (migliaia di Euro)			
	2008	2009	2010	2011
PERSONALE DIPENDENTE				
Personale a tempo indeterminato	102.443	103.281	105.441	106.700
Personale a tempo determinato	5.454	4.276	2.879	2.507
Fondo liquidazione e previdenza	15.500	18.000	19.100	19.100
Benefici di natura assistenziale e sociale	1.400	1.450	1.500	1.600
Formazione del personale dipendente	1.600	1.700	1.850	1.930
Fondo rinnovi contrattuali	6.500	6.700	7.000	7.000
COLLABORATORI	2.300	2.109	1.916	1.916
BORSE DI STUDIO	4.000	4.200	4.200	4.200
CONTRIBUTI E COFINANZIAMENTI ALLE UNIVERSITA'				
Contributi alle università per borse di dottorato	2.500	2.500	2.500	2.500
Assegni di ricerca in cofinanziamento con le università	1.500	1.500	1.500	1.500
	143.197	145.716	147.886	148.953

2.8 ATTIVITA' DI COMUNICAZIONE E IMPATTO SOCIO-ECONOMICO

Per mantenere un livello di eccellenza nell'impatto che le ricerche dell'Ente hanno sulla società occorre innanzitutto mantenere elevata la priorità dell'alta formazione in ambito INFN. I giovani, attraverso la preparazione di Tesi di Laurea e Dottorato, durante le quali sono seguiti da dipendenti ed associati all'Istituto, entrano a stretto contatto con il mondo della ricerca e costruiscono in tal modo la loro futura figura professionale. Attraverso questa formazione si crea anche il primo canale di comunicazione verso il mondo esterno, che porterà i giovani nei vari settori occupazionali del Paese, con un bagaglio di conoscenze ed un atteggiamento mentale che saranno loro utili per affrontare e risolvere i problemi che incontreranno nel lavoro. Il numero totale di Laureati nell'Area 02 (Fisica), dopo la diminuzione nel triennio 2004-2006 sembra ora costante, ma ulteriori dati sono necessari per suffragare questo risultato: i numeri relativi all'INFN mostrano in ogni caso un andamento

più stabile. Il numero di Dottorati di Ricerca nell'ambito INFN (sempre rispetto al totale di Area) è invece del tutto costante, un dato che fa ben sperare anche per i prossimi anni.

Al fine di mantenere alta l'attenzione dei giovani verso le attività dell'Istituto, l'INFN proseguirà con le iniziative riservate ai laureati: 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 fondamentale per una collaborazione più intensa tra fisici teorici e sperimentali, la quale nei prossimi anni sarà utile per un approccio coerente ai dati di LHC.

Anche nel caso dei *Master* (di primo e secondo livello), come proposta formativa successiva alla Laurea, l'INFN rimarrà presente attivando alcuni corsi orientati a fornire agli studenti un'istruzione caratterizzata da un elevato potenziale applicativo, e quindi particolarmente rilevante per il successivo 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), *Information Technology* (LNF) e *Basi fisiche e tecnologiche dell'adroterapia e della radioterapia di precisione* (Tor Vergata). 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.

Poiché ogni anno svariate centinaia di giovani compiono parte del loro percorso formativo in ambito INFN, acquista anche sempre maggiore importanza il *follow-up* dei laureati e dottorati che hanno svolto la loro attività di tesi presso le Unità dell'INFN. Da indagini preliminari risulta che circa metà di loro cerca di rimanere nell'ambito della ricerca, ma solo una percentuale assai minore ottiene alla fine una posizione permanente. La maggior parte dunque trova impiego in differenti settori della società: industrie, banche, informatica, amministrazione, insegnamento. Sarebbe dunque utile realizzare un programma strutturato che permetta di seguire l'evoluzione professionale dei giovani. Un modello di tale programma è allo studio e verrà approfondito nei prossimi anni (INFN Ex-Associated Project), con l'intenzione di identificare iniziative che stimolino la partecipazione e lo scambio di informazioni e rafforzino il senso di appartenenza alla comunità INFN. È da sottolineare che l'implementazione di questo programma richiede risorse umane e finanziarie dedicate, e che il suo successo è ovviamente legato ad una risposta positiva da parte degli *alumni* INFN.

La disseminazione della cultura scientifica rimarrà poi una delle attività di comunicazione più importanti per l'INFN, un'attività che negli ultimi anni è stata oggetto di note di particolare merito da parte del CVI. I Laboratori Nazionali saranno ancora una volta i protagonisti principali di queste iniziative, attraverso i programmi di visite dedicati al grande pubblico e con la realizzazione di manifestazioni mirate ai giovani, agli insegnanti e agli studenti delle scuole superiori (*Settimane di cultura scientifica, ScienzaOrienta, Training Courses for Teachers*). Più diffusa in molte altre Sezioni è e sarà la partecipazione alle *European Masterclasses* (per studenti). Verrà inoltre ripetuta l'esperienza positiva di una Masterclass per insegnanti.

Il rapporto con il territorio si è dimostrato di grande rilievo, e non solo nelle Regioni dove è presente un Laboratorio Nazionale. Più in generale la percezione delle attività dell'Ente è risultata maggiore per tutte le iniziative (ad esempio le mostre, come *La Natura i fa in 4* o *Sperimentando*) realizzate in collaborazione con gli Enti Locali. Questo consentirà anche in futuro di raggiungere rapidamente strati più ampi della popolazione, e di sensibilizzare non solo l'opinione pubblica ma anche i responsabili di governo e le autorità locali. Tali iniziative forniscono inoltre un canale importante per trovare legami più stretti con le PMI, che costituiscono in larga parte il tessuto produttivo del Paese, permettendo a soggetti diversi di intraprendere nuovi percorsi, catturando le specificità delle tecnologie dell'Ente che meglio si adattano alle proprie future esigenze. Il rapporto con la formazione dei giovani nell'ambito INFN diviene in questo contesto ancora più importante.

L'allargamento e la globalizzazione di tutti i processi cognitivi e produttivi comprenderà anche il modo con cui questi saranno valutati con metriche equivalenti. La ricerca di base si realizza sempre più in un contesto internazionale, e l'INFN ha da sempre un ruolo fondamentale in esso, confrontandosi alla pari con le istituzioni straniere che collaborano a queste iniziative. La European Science Foundation (ESF) ha promosso tra le sue Member Organization (MO) la costituzione di *Fora* per discutere questi temi e l'INFN è particolarmente attivo in ognuno di essi. Le prospettive che si aprono nei prossimi anni sono la definizione di una deontologia completa per il *Peer Review* in Europa, fortemente auspicata dal CEO di ESF, e la realizzazione di un Progetto Pilota per individuare un insieme di indicatori che permettano il confronto diretto delle produttività scientifiche nelle diverse Istituzioni di ricerca nella EU. La creazione di un vero spazio europeo della ricerca dipende fortemente dai risultati di queste iniziative: per l'INFN è un'occasione per promuovere le metodologie usate al suo interno per la valutazione economica e scientifica dei progetti nelle varie Commissioni Scientifiche.

PREVISIONI ATTIVITA' COMUNICAZIONE 2009

Per l'anno 2009 sono previste diverse iniziative concentrate su alcuni progetti di grande respiro. In primo luogo, il progetto SuperB, quindi la nostra partecipazione al CNAO, il rilancio di Nemo e, se la tabella di marcia verrà rispettata, la ripresa dell'attività a LHC.

Per ciascuna di questi temi sono in preparazione eventi e materiali che vanno dal comunicato stampa alla infografica, dall'audiovisivo all'animazione.

In particolare, in occasione della ripresa di LHC, è in programma la realizzazione, con il Museo di Scienza e Tecnologia di Milano, di quella "giornata dell'acceleratore" dedicata alle scuole e al grande pubblico, che, già prevista alla fine del 2008, è slittata a causa dell'incidente all'acceleratore.

Si sta inoltre lavorando con costanza alla realizzazione della mostra "Astri e particelle" che avrà la sua vernice ad ottobre al Palazzo delle Esposizioni di Roma.

Si sta pensando di realizzare un audiovisivo di presentazione dell'INFN dedicato agli studenti delle scuole media superiori.

Continuerà l'impegno nella diffusione della cultura scientifica mediante la pubblicazione periodica della rivista "Asimmetrie". Le sue monografie, su temi fondamentali che vedono il contributo della ricerca INFN, vengono distribuite ai docenti di Fisica di tutti i licei italiani, e sono consultabili su internet all'indirizzo www.asimmetrie.it.

E' stato fatto il punto sulle statistiche delle visite al sito con gli strumenti ufficiali di Google Analytics. Ne sono emersi diversi dati significativi e incoraggianti per quel che riguarda l'attività del sito.

Nel periodo gennaio 2008/gennaio 2009 le visite sono state 18.160. Nell'arco dell'anno il portale è stato aggiornato due volte e nonostante ciò la media giornaliera delle visite è rimasta sempre alta.

Picchi di visita sono sempre visibili nel periodo successivo all'aggiornamento, ma non solo: analizzando gli ultimi trenta giorni si osserva un ulteriore aumento delle visite (visite ultimo mese 2.152) con un tempo medio di permanenza di 00:02:13 che arriva fino a 00:06:25 per gli utenti che accedono direttamente al sito digitando l'indirizzo www.asimmetrie.it. Tra questi la frequenza di rimbalzo (le persone che visualizzano una sola pagina e poi escono dal sito) è solamente del 12,50%.

Questi risultati incoraggiano a mantenere l'impostazione. Paragonato ad altri siti con contenuti aggiornati frequentemente i valori ottenuti da www.asimmetrie.it sono di assoluto rilievo e comparabili. L'indicizzazione coerente è stata sicuramente uno dei fattori che hanno

permesso la diffusione. Nonostante la voce "asimmetrie" sia molto comune sul web, ricercando questo termine il primo sito segnalato da Google è proprio il sito asimmetrie.it. Interessanti i dati del traffico che vedono il 16% degli utenti provenire in modo diretto (asimmetrie.it è conosciuto quindi digitato direttamente), e il 44% provenire dalle ricerche fatte su Google. Solo il restante 40% proviene da link su altri siti.

2.9 PROGETTI UNIONE EUROPEA

Come sottolineato più volte il settore di maggior interesse per l'INFN è quello delle infrastrutture di ricerca. Molti progetti di successo per la fisica nucleare, particellare, astroparticellare e per le nuove tecniche di accelerazione sono nati all'interno di organismi Europei quali APEC, NuPECC e ESGARD (**E**uropean **S**teering **G**roup on **A**ccelerator **R**&**D**) e prevedono la creazione di vere e proprie reti di infrastrutture di ricerca di valenza Europea. Molti tra questi progetti iniziati nell'ambito del VI programma quadro vedono la propria prosecuzione estensione e consolidamento dei risultati nel VII programma quadro. Queste comunità, si sono organizzate anche per presentare nuovi progetti alle prossime 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 scientifico, logistico-amministrativo solida e competente.

2.10 DISPONIBILITA' FINANZIARIE

Per il 2009, la situazione si presenta ancora complessa a causa delle restrizioni legate alla legge finanziaria 2008, che fissa limitazioni e riduzioni di alcune tipologie di spesa, in

parte già in vigore da qualche anno e confermate con il D.L. 112/2008 convertito, con modificazioni, dalla legge n. 113/2008.

L'effetto dei vari provvedimenti suddetti ha costituito un risparmio per la finanza pubblica, con la conseguenza altresì di generare alcune difficoltà nel funzionamento dei grandi impianti di ricerca dei Laboratori Nazionali.

Per altro occorre evidenziare che il finanziamento ordinario da parte dello Stato, relativo all'anno 2009, mostra un incremento di disponibilità che consentirà all'Istituto di poter operare con competitività sui programmi di ricerca pianificati sia a livello nazionale che internazionale.

Infine nei primi mesi del prossimo anno verrà approvato il nuovo regolamento per l'Amministrazione, la Finanza e la Contabilità, in coerenza con il Dpr n. 97/2003.

Nel seguito viene riportato il profilo di spesa relativo al triennio 2009-2011.

PROFILO DI SPESA 2009-2011

(in milioni di Euro)

	2009	2010	2011
ATTIVITÀ DI RICERCA			
Fisica Subnucleare	24,2	26,0	27,9
ELN	0,2	0,2	0,2
Nuove Tecniche di Accelerazione	2,1	2,3	2,4
INFN-MED	0,3	0,4	0,5
INFN-E	0,2	0,3	0,4
SPARC	0,7	0,8	0,9
Fisica Astroparticellare	16,0	17,0	18,3
Fisica Nucleare	12,2	12,9	13,9
Fisica Teorica	3,0	3,3	3,5
GGI	0,3	0,3	0,4
APE	0,4	0,4	0,4
Ricerche Tecnologiche	4,7	5,0	5,4
GRID	0,9	1,0	1,1
Servizio Calcolo e Reti	1,5	1,6	1,7
Diffusione cultura e innovazione	0,6	0,6	0,6
<i>Totale Ricerca</i>	67,3	72,1	77,6
FUNZIONAMENTO STRUTTURE			
LNF	11,4	12,2	13,1
LNGS	8,7	9,2	9,9
LNL	7,8	8,3	8,9
LNS	7,4	7,9	8,5
Sezioni e Gruppi Collegati	11,6	12,0	12,0
CNAF	1,7	1,8	1,9
Organi Direttivi e Strutture Centrali	2,2	2,3	2,3
Fondi Centrali	12,5	12,6	12,7
Partecipazioni a Consorzi	12,5	12,5	12,5
<i>Totale Funzionamento Strutture</i>	75,8	78,8	81,6
PERSONALE	152,3	153,3	154,0
TOTALE GENERALE	295,4	304,2	313,4

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.

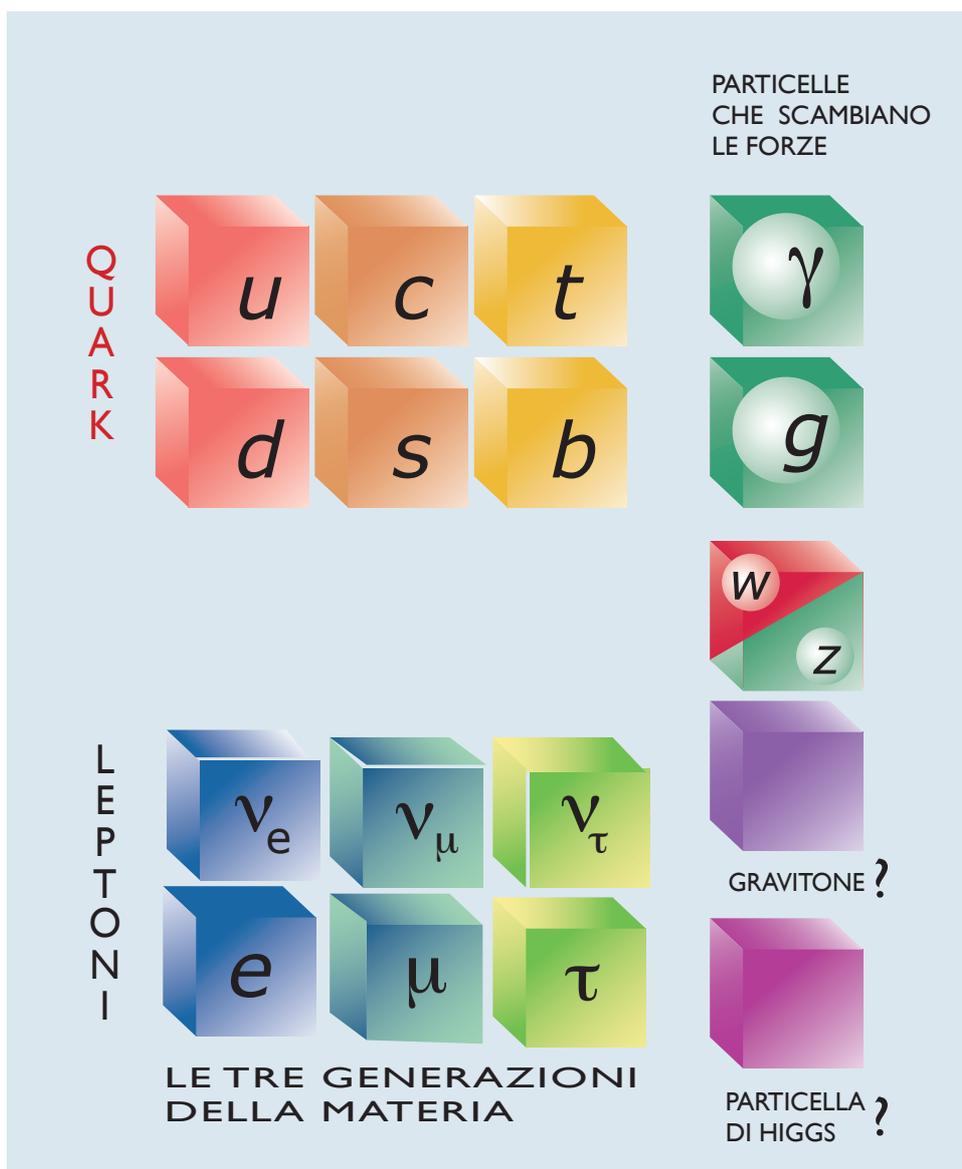
I principali obiettivi delle attuali ricerche, sperimentali e teoriche, sulle interazioni fondamentali sono da una parte il completamento del Modello Standard, dall'altra la sua estensione e, infine, il suo inevitabile superamento. Particolare interesse rivestono gli esperimenti, non necessariamente 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 cercare 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 protonterapia 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. E' in fase di messa in funzione LHC, il *Large Hadron Collider*, e i suoi esperimenti ALICE, ATLAS, CMS, LHCb sono pronti a sfruttarne l'enorme potenzialità scientifica. 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 illumina 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 il collisore elettrone-positrone PEP 2, copiosa sorgente di mesoni B ha terminato l'attività nel 2007 dopo anni di fruttuoso funzionamento; presso PEP2 l'esperimento BABAR ha svolto un ruolo di primo piano per lo studio della simmetria materia-antimateria nei decadimenti dei mesoni B°. 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, terminato l'esercizio di Valutazione del sistema universitario e della ricerca per il triennio 2001-2003, il CIVR (Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca) ha reso pubbliche la relazione finale e le graduatorie associate ad ogni Area disciplinare. All'interno dell'Area 02 (Fisica), l'INFN si è collocato al primo posto tra gli EPR e, nell'ipotesi di attribuzione di fondi premiali legati alla graduatoria, avrebbe ottenuto circa un terzo del loro totale.

Secondo le intenzioni, il CIVR avrebbe dovuto evolvere in una struttura più articolata che prendesse in carico i successivi esercizi di Valutazione. Tale struttura, col profilo di Agenzia (ANVUR, Agenzia Nazionale per la Valutazione dell'Università e della Ricerca) ha ottenuto un regolamento istitutivo alla fine del 2007, ma non è ancora entrata nella sua fase finale di implementazione. Il MIUR e i Presidenti degli EPR hanno avuto alcuni incontri che hanno permesso di fare presente i commenti derivanti dalla precedente esperienza e le migliorie proposte per il processo di valutazione stesso.

L'attività dei Gruppi di Valutazione (GLV) si è quindi concentrata sulla selezione dei prodotti per una futura valutazione nazionale e sulla preparazione della relazione annuale al Comitato di Valutazione Internazionale (CVI) che come di consueto stila il Rapporto di Valutazione dell'Ente. La pre-selezione delle pubblicazioni, che costituiscono il nucleo della produttività scientifica dell'Ente, è stata effettuata nell'ipotesi che il prossimo esercizio copra un arco temporale assai maggiore del primo (probabilmente 5 anni). Per questo indicatore è stato rilevato un andamento costante rispetto agli anni passati e in alcuni settori anche una crescita, per quanto riguarda le pubblicazioni su riviste internazionali. Al CVI sono stati anche riassunti i principali risultati in campo scientifico e sull'impatto socio-economico ed interdisciplinare, con particolare attenzione agli elementi nuovi emersi nel corso dell'anno.

Anche il formato dell'incontro di luglio è stato leggermente rivisto, con la presentazione di alcuni highlight scientifici da parte di giovani ricercatori afferenti alle diverse CSN, e includendo per la prima volta la visita completa ad un Laboratorio Nazionale, quest'anno quello di Frascati. L'ottimizzazione di questo formato verrà discusso ulteriormente con il CVI, in modo da ottenere la migliore presentazione possibile del complesso delle attività dell'Ente.

**A.2 INFN INTERNAL REVIEW COMMITTEE
(CVI) REPORT, 2008**

INFN CVI Report 2008

Conclusions of the CVI Meeting on 9-11 July 2008

Members of the CVI Panel:

U. Bassler, IRFU/SPP, CEA Saclay, France;

E. Fernandez, IFAE, Spain;

B. Ferrario, SAES Getters S.p.A., Italy;

F. Iachello, Yale University, USA;

J. Illopoulos, EPTENS, France;

- R. Paladini, University Roma La Sapienza, Italy;

A. Wagner, DESY, Germany (Chair)

28 September 2008

Executive Summary, Recommendations, and overall Conclusion

The CVI met on 9-11 July 2008 to evaluate the INFN activities in 2007, focusing on the scientific and technical activities as well as their socio-economical impact.

A new element of this years review was the visit to Laboratori Nazionali di Frascati (LNF), as the first in a series of visits to the INFN National Laboratories. The goal of these visits is to obtain a better understanding of the capabilities and perspectives of the National Laboratories.

The CVI 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 2007 was distributed to the committee, providing a broad and valuable overview.

The CVI came to the conclusion that the impact of the scientific program of INFN continues to be both broad and at a very high level, visible on a world scale. A new generation of very important experiments is either coming on line or successfully taking data. This is the prerequisite for INFN to remain strong in the European context. In addition, INFN is pursuing successfully a systematic approach to the technology transfer process and outreach.

The President informed the CVI about the financial development: Funding for INFN has been decreasing between 2002 and 2007 by more than 10%. This budget trend differs significantly from that in other European countries where more money is being put into science. **The CVI considers the continuous budget decrease to be a serious threat for the future of the INFN science programme, its outstanding quality, and the training of young people.** The present level of funding is such that big new projects can no longer be funded from the base budget, but need substantial additional resources from the outside. In case the budget cuts should continue, INFN will need a strategy on how to move forward and how to set priorities across the borders of the present research areas. **The CVI encourages the INFN President to take all possible steps to recover the research budget.**

INFN is making all efforts to receive a stronger support by the regions and increasing funds from European programs. **The CVI encourages INFN to pursue this further.**

Last year the CVI was pleased to learn that the government had formally approved the INFN program to provide permanent positions for researchers and technicians as this was easing a critical development endangering the career options for young researchers. In June 2008 the Italian Government

decided to apply a personnel cut of 10% in the entire public sector and to not allow making staff on temporary positions permanently employed. This decision, if enacted, would seriously endanger the future of science in Italy.

One of the particular strengths of INFN has always been that it is strongly embedded in the Italian universities. The CVI recommends that INFN explores possible models to continue a further strengthening of its links to the universities.

In view of the long time scales and size of future projects the CVI recommends that the INFN Executive Board and the Scientific Committees prepare a strategy for INFN as a whole, including the National Laboratories, which is linked into the European strategies in the different scientific areas and to implement an adequate review process for this strategy.

The CVI expresses its appreciation of the excellent leadership of the President and the Executive Board and supports the management in the actions taken, especially concerning the overarching strategy and its evaluation, as well as the upgrade of the management rules.

Status and achievements of INFN

The 2007 INFN Status and Perspectives

In his presentation the President focused on a number of developments during the past year. He presented the scientific highlights and status of the work from the different research areas (CSN's) which are discussed below. He presented in addition the major projects on the INFN road map: Super-B, Nemo, LNGS, and SPES.

Of these SuperB is the most expensive and challenging project. The CVI took note of the R&D work, the possible implementation plan and the funding scenario, but did not make any recommendation as a number of reviews of this project is presently being performed. It supported the management however in the steps taken towards a possible realisation of a SuperB factory.

All major new projects can only be realised with specific financial support from the government, the regions and other partners.

In his presentation the President described the status of the financial and personnel resources. He underlined the continuing decrease in funding and stressed the dramatic consequences this has on the competitiveness of INFN research. He also reported on recent decisions of the Government imposing severe cuts in the personnel.

The INFN Executive Board is working on upgrading the management rules in order to focus the activities of the Consiglio Direttivo more on strategy, budget and personnel and to delegate some responsibility for the day to day business to the Executive Board.

On a final note the President informed the CVI that he intends to give more responsibility to younger staff in order to broaden the age profile for leadership positions.

Experimental sub-nuclear physics with accelerators-CSN 1

In fall of 2008 the LHC will start operation after 15 years of conception, design, production and installation of the accelerator and the detectors. This is a major accomplishment and a huge success for the LHC community and for INFN who has made first quality contributions to Atlas, CMS, LHCb and Alice (see section on CSN 3). Italy also contributes to the smaller experiments, Totem and LHCf. The computing centre in Bologna is operational and, as one of the eleven Tier 1 centre, an important part of the LHC Grid. The Italian involvement in the detector construction and commissioning, the software development and the preparation for physics analysis has been outstanding for

many years. The CVI congratulated the Italian physics community as well as the INFN management for the importance and excellence of the many crucial contributions to the successful completion and start-up of the LHC experiments.

The Italian community, with close to 500 FTE engaged in the LHC experiments, is the largest among the CERN member states (Italy's financial contribution to CERN is the fourth largest among the member states). Italian physicists hold many key positions in the LHC collaborations. However, the strong involvement in the detectors construction and commissioning could render a rapid conversion towards the highly competitive field of physics analysis difficult. A proper recognition of the efforts from physicists with a longstanding dedication to the detector and software development is mandatory. Many initiatives have been taken to build up an Italian community involved in the analysis preparation, including around 60 PhD students and leading to a "Physics Task Force" in collaboration with theorists. It is of prime importance for the INFN management to help maximize the scientific return from the LHC experiments in all aspects, to continuously favour the excellence in its various contributions and coordinate the ongoing efforts as well as to sketch possible participation in LHC upgrades or future experiments.

- The participation in the CDF collaboration at the Tevatron comprises an important and well implemented Italian contribution of about 50 physicists. The data taking at the Tevatron may be extended in 2010, essentially motivated by the search of the Higgs boson. This participation is a great opportunity to remain at the forefront of the newest analysis techniques used in hadron collider environments. The arrival of highly trained CDF physicists (but also those from other experiments) at the LHC will certainly strengthen Italy's contribution to new physics results and possible discoveries. Continuously favouring the contacts and membership in both CDF and a LHC-collaboration may ease the insertion of the CDF physicists.

Currently a number of programs are in their final phase of data analysis producing legacy measurements from their entire data sets taken, which are very valuable, not only as input to the LHC. COMPASS provided a new measurement of $\Delta G/G$. The ZEUS experiment at DESY is finalizing the structure functions measurements and increasing the precision on the parton density functions combining their data with the sister experiments H1. These results are crucial for any precision physics at hadron colliders. The transition of physicists from HERA to the LHC experiments has been successfully achieved without hampering the final HERA analysis.

Heavy flavour physics and CP violation in the quark sector is a strong field among the INFN activities. The results from the BABAR experiment at SLAC, determining the parameters of the CKM matrix, in hadron spectroscopy and

charm physics are outstanding, BABAR ended data taking several months earlier than planned due to budget restrictions imposed by the American congress, despite the strong support from the international community. The NA48 experiment at CERN is also preparing its final results and the follow-up experiment NA62 has been approved by the SPSC, however without being fully founded yet. The latest physics results from KLOE demonstrated impressively the high accuracy of the V_{us} and the K_s , K_L and K^0 measurements.

Besides LHCb, the future participation in projects in the sector of heavy quark physics will depend on the outcome of the review process of the Super-B factory, both on the technical feasibility, the physics case and the national and international acceptance and support. The first report from the International Review Committee has been very positive. INFN has taken the right initiatives to evaluate the project and to probe the possibility for setting up an international collaboration. In this context, the Super-B factory needs also to be evaluated with respect to its place and impact on the worldwide landscape of colliders for particle physics. Within the next year it can be expected that the technical feasibility of the project will be fully appreciated, for which an International Machine Advisory Committee has been put in place. A possible start of a Super-B factory around 2015 would require the INFN management to take a decision in about one year.

With the LHC start-up, the activities of CSN 1 will essentially be centred at CERN. The only new project outside CERN taking data will be MBG at PSL, involving 19 physicists. Therefore the evaluation of the possibilities of a Super-B factory are very important, as well as the participation in the upgrades for sLHC and the R&D efforts for ILC. However, it is difficult to participate in these long-term projects considering the current budget situation. It is essential to pursue the elaboration of strategies for the mid and long-term activities of CSN 1 taking into account all possible scenarios and to be able to continue to prepare the necessary technological developments. The possible discoveries to come in the next years at the LHC may change substantially the physics landscape and clarify the choices for the future. However it is essential to be able to respond and to actively prepare future options.

Experimental Astroparticle and Neutrino Physics-CSN 2

CSN 2 includes astroparticle physics and neutrinos. It is an area where the INFN has maintained a strong presence and where it leads internationally in some sectors, particularly because of the existence of the Gran Sasso National Laboratory (LNGS). For this reason some of the experiments taking place in Italy have a significant international participation.

The experiments in which the INFN is involved are the same as last year, when there was some consolidation. During 2007 and continuing in 2008 a number of experiments are entering a new phase, in that they are starting to take data and are expected to produce significant results. Indeed, this has already happened.

The INFN has a strong presence in the ongoing preparation of the European Roadmap for astroparticle physics promoted by ApPEC. Internationally the field is maturing and it is likely to evolve to a situation in which there would be a smaller number of experiments but considerably larger than at present. In this situation some of the activities would likely need to be discontinued in order to concentrate the resources in some experiments. In the present severe budgetary situation an analysis of the main cost drivers of the programme should be done, in order to see if economies are possible.

The CSN 2 activities are grouped in six sectors: neutrino physics; search for rare processes; cosmic rays on earth; cosmic rays in space; gravitational waves; and general physics.

Neutrino Physics: Neutrino physics (25% of the budget) includes two main lines: the CNGS (CERN to Gran Sasso) neutrino project, aiming at the explicit detection of the oscillation of muon to tau neutrinos, and the BOREX experiment (formerly BOREXINO) intended for the study of the particularly interesting Beryllium-7 solar neutrinos.

In the CNGS the OPERA experiment performed correctly in a short run in October 2007 which had to be interrupted because of a problem with the neutrino production target at CERN. The run will resume in the summer of 2008 with OPERA fully installed. The ICARUS T600, pioneering the use of the Liquid Argon TPC technique, is expected to be installed in the fall of 2008.

BOREX started data taking in May of 2007 and is operating correctly, with background levels better than expected. Some results on solar neutrinos have already been published. Also the MARE experiment aims at the direct determination of the neutrino mass with a new method.

Search for Rare Processes: Three main areas of research are being pursued in this sector (23% of the budget):

(a) *Neutrinoless Double Beta Decay.* The INFN participates in two major experiments at the Gran Sasso, both with large international participation and now proceeding smoothly in the construction phase: CUORE (using cryogenic bolometers) and GERDA (Germanium crystals inside a Liquid Argon bath). Both have a large international participation. A predecessor of CUORE, CUORICINO, has been taking data since 2003.

(b) *Direct Dark Matter Searches.* An experiment at the LNGS, DAMA, lead by INFN scientists, did claim a positive observation of dark matter particles in its first phase. The experiment detects an annual modulation of the signal,

consisting of flashes of light presumably produced by the dark matter particles colliding with the target nuclei of the NaI crystals of the detector. A second phase of the experiment DAMA/LIBRA, with a larger mass, has released new data in April 2008 in which the signal is confirmed. This is a major result which remains controversial, since other experiments do not see the expected signal with other techniques. But the target material and the signals observed are different from those of DAMA, which makes it impossible to reach a definite conclusion. Ideally the DAMA experiment should be repeated independently, if possible in a different location.

Another experiment is WARP, (Argon TPC), in preparation. A 2.5 liter prototype of WARP has been successfully operated.

(c) *Supernovae (SN) neutrinos.* The LVD detector has been operating successfully at the Gran Sasso since 1992.

Cosmic Rays on Earth: This sector (16% of the budget) comprises the study of cosmic neutrinos with underwater telescopes and the study of gamma and charged cosmic rays with ground and space detectors.

ANTARES and NEMO are underwater neutrino projects. ANTARES (0.2 km², 12 strings) and has recently been completed. Both projects are demonstrator experiments for a future 1 km² neutrino telescope being designed in the context of the EU funded KM3Net design study.

AUGER (highest energy charged cosmic rays) is now almost completed in Argentina and has produced a very significant result indicating for the first time a correlation of the very high energy cosmic rays with Active Galactic Nuclei. The ARGO (INFN-China collaboration in Tibet) installation is proceeding smoothly.

The MAGIC telescope (study of cosmic gamma rays with low threshold) is now producing a large number of interesting results, including the discovery of several new sources as well as the detection of the most-distant source emitting at energies above 50 GeV. MAGIC-II, a second telescope, is almost completed and will become operational in 2008.

Cosmic Rays in Space: This sector amounts to 17% of the budget. AGILE, a small satellite for gamma-ray astronomy was launched in April of 2007 and is now taking data. PAMILA, launched in 2006, is also continuing data taking. AMS2, a magnetic spectrometer planned for the Space Station, is being integrated to be ready in 2009 but it is not yet guaranteed that a flight in the Space Shuttle will be available.

GLAST (now named Fermi), a major satellite for gamma-ray astronomy with an area 100 times that of the very successful EGRET predecessor, has been launched in 2008 and is likely to have a large impact in the field.

Gravitational Waves: The field of gravitational waves accounts for 10% of the CSN2 budget. The VIRGO interferometer located near Pisa (French-Italian collaboration) has almost reached the design specifications and it is the best in the world at low frequencies. It now operates in coincidence with the LIGO interferometers in the US. Both groups are working together in VIRGO+, an upgrade of VIRGO, and in an enhanced LIGO.

At present the INFN also maintains the operation of three resonant bar detectors which monitor the galaxy: AURIGA, EXPLORER and NAUTILUS.

General physics: In this sector (3% of the budget) a number of small experiments, focusing on fundamental physics, such as the test of the equivalence principle, the measurement of G and of Newton's law at short distances, the dynamical Casimir effect and others, are also being performed. The anomalous photon magnetic-field effect, claimed by PVLAS, has now been withdrawn by the collaboration.

In conclusion, the INFN has maintained a very competitive program in the field of astroparticle physics and neutrinos, which has entered the phase of producing results. It is also participating actively in several European initiatives promoted by ApPEC, which will result in a road map for the field in Europe. Based on this roadmap, the consolidation process of the program should continue.

Experimental nuclear physics-CSN 3

INFN activities in experimental nuclear physics continue to have four lines of research.

Structure and dynamics of hadrons: The experiment HERMES SIDIS (semi-inclusive deep inelastic scattering) has been concluded and has produced useful information for the future program at CERN-LHC-ALICE. The experiment AICE (photo-production of two mesons) is of interest in the study of the structure of hadrons in the range up to 1.5 GeV and can produce important information on the existence of multi-quark states. The experiment FINUDA at LNF studies hypernuclear spectroscopy and is of importance in the determination of the hyperon-nucleon interaction. The future of this line of research is, on one side, the INFN participation in the program with antiproton beams at GSI-FAIR and, on the other side, in the development of the Laboratori Nazionali di Frascati (LNF).

Matter at high density and temperature: INFN programs in this area are centred on the development of the detector ALICE at CERN-LHC. The detector is

almost completed. The discovery potential of this detector is very high. INFN participates with 20% to ALICE. Results in this area must wait until LHC is completed and the first experiment with ALICE is run.

Structure and dynamics of nuclei: This is the main part of the research program of INFN in experimental nuclear physics and is centred at the two National Laboratories LNL and LNS. Four experiments were presented. The GAMMA experiment is being performed at LNL in collaboration with GSI and GANIL. Its goal is the study of nuclear structure under extreme conditions (large angular momentum, large excitation energy and large proton-neutron asymmetry). Experiments with the PRISMA magnetic spectrometer in conjunction with the CLARA array at LNL have produced interesting results probing the shell structure of nuclei. Experiments with the MAGNEX magnetic spectrometer in conjunction with EXOTIC at LNS have produced also interesting results, especially in the production of weakly bound states and resonances. Two other experiments were presented: NUCLEX at LNL studying nuclear structure at finite temperature, and ESCOPEN at LNS devoted to the proton-neutron dependence of the liquid-gas phase transition in nuclei. All of these have received considerable international attention.

The future of the two national laboratories was also discussed.

The future of LNL is centred on the project SPES (production of radioactive beams of second generation). This project has been changed from earlier formulations. The production of radioactive species is now with proton beams directly on a thin target. Because of budget constraints the project has not been funded yet. INFN will re-evaluate this project in fall 2008. However, timing is essential here, since the larger and competing GANIL-SPRAL2 project in France is under way and is projected to deliver the first radioactive beams by 2013. The window of opportunity of SPES will shrink considerably after 2013.

The future of LNS was not discussed at this meeting. In a previous meeting, it was indicated that it laid in medical physics without long term commitments in structure and dynamics of nuclei. The CVI feels that medical physics alone cannot sustain the laboratory.

Nuclear Astrophysics: The nuclear astrophysics program of INFN has several aspects and is carried out at LNS and LNGS. At LNS-EXCYT, experiments have been performed related to big-bang nucleosynthesis (ASFEN). At LNGS reactions of astrophysical interest have been performed (LUNA). These activities have also received considerable international recognition.

In addition, the program n-TOF at CERN was presented. This program measures neutron-capture cross sections on the actinide nuclei and is of interest for nuclear energy generation at reactors and for transmutation of nuclear species.

The overall evaluation of the INFN research program in experimental nuclear physics is very good and in many cases excellent. Its program is broad and at the same time of very high quality. The only point of concern of the CVI is the future of the National Laboratories. Because of decreasing budgets, National Laboratories cannot develop new large projects unless additional funds are obtained from outside sources. The loss of the National Laboratories would be a major drawback in the scientific infrastructure of Italy. This is in obvious contrast to the scientific policy of other European countries, most notably Germany and France where major projects in this area are under way (FAIR at GSI and SPIRAL2 at GANIL).

The CVI also encourages INFN to establish a National Scientific Committee that can develop a common strategy for all National Laboratories.

Theoretical physics-CSN 4

INFN continues to play a key 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. The 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 would not be possible.

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 CVI worries about the consequences of the freezing of positions, both in INFN and the Universities. Italy, thanks to INFN, has an outstanding record in training young scientists. If some of them cannot find adequate positions in Italy for several years, the entire scientific program will be in danger. Research and education need continuity in effort and positions. Of course, this remark applies to both Theory and Experiment. However, in Theoretical Physics the situation starts already to be critical in some major Universities if no young faculty members are hired soon.

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.

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. The project has evolved over the years, has been extremely successful and has established Italy in the forefront of scientific research in this field. 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. Concerning the future of its high performance computing INFN had set up a committee to study two possible projects. The studies of the possible architectures continue. CVI encourages INFN management to reach a timely decision.

The CVI was pleased to learn that, following last year's recommendation, an effort has started to trace the careers of young scientists trained by INFN grants. The continuation of this effort is encouraged.

Laboratori Nazionali di Frascati (LNF)

At its 2008 meeting the CVI started a series of visits of the national laboratories in order to better assess the role and strategy of these laboratories in the context of INFN.

After a presentation given by the LNF Director, Mario Calvetti, the committee visited the major LNF installations: DAFNE, SPARC and the gravitational antenna NAUTILUS in presence of Eugenio Cocchia from LNGS.

With a total of 1000 person working at LNF (350 staff members, 180 associates, 460 visitors), Frascati is recognized among the most important laboratories in Europe. Its central installation is the DAFNE e^+e^- collider with its experiments (KLOE, FINUDA and SIDDHARTA) operating at the Φ production peak at high luminosity (peak value $1.5 \cdot 10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$). Currently work is focused on a luminosity upgrade of the DAFNE collider using low emittance beams and the crab-waist scheme. Impressive results from test runs have shown a 2 times higher ratio of luminosity/current than in the last KLOE run, which allows for higher luminosity, smaller backgrounds and lower running costs. The KLOE experiment proposes to upgrade its detector and to accumulate a luminosity of $20\text{-}50 \text{ fb}^{-1}$, a project that cannot be realized at the same time as a possible implementation of a Super-B factory close to Frascati.

SPARC is the realization of an ultra-bright photon injector, the first step for the SASE-FEL photon source SPARX. After the successful Linac commissioning and undulator installation, the commissioning reached its second stage with the aim to generate 500 nm FEL radiation in the SASE regime. An agreement between MUR, the Lazio region, CNR, ENEA, the University Tor Vergata and INFN has been reached in 2007 to proceed with the SPARX project and civil engineering has started. Among the synchrotron facilities, SPARX will respond to soft X-ray FEL demands. The project is well embedded in the European efforts in this area and provides many synergies for developments for an ILC.

NAUTILUS, the gravitational antenna hosted by LNF complements, together with EXPLORER at CERN, the interferometer antennas, such as VIRGO. Recently, interesting results on the detection of high energy cosmic rays by NAUTILUS and EXPLORER has been published, comparing the detection signal while operating in normal conducting and superconducting states.

LNF participates also in experiments and projects hosted outside the laboratory (LHC experiments, CDF, BABAR, OPERA, etc.) and in many areas of R&D for accelerators and detectors to medical applications. One should mention in particular the participation in CNAO, the hadron therapy facility in Pavia, where Frascati is in charge of the technical direction, provided training and tutoring for the accelerator operation besides other technical contributions. The installation and commissioning is ongoing, delivering beam to patients within the next 1-2 years.

Frascati provides a broad spectrum of scientific outreach initiatives and communication with the general public.

With its wide range of activities and its expertise in particular in accelerator physics, in operating facilities and in building detectors, Frascati is among the leading European laboratories. LNF should in particular be congratulated for its impressive results and progress on beam physics and accelerator developments. Similar to other laboratories hosting accelerators, the question on the future physics program with an in-house installation needs to be carefully analyzed. In the current situation, various scenarios need to be elaborated and the consequences and associated risks should be carefully evaluated to maintain the Frascati laboratory at its level of excellence.

Technological and interdisciplinary research-CSN 5

The activities carried out by this committee have continued as in the previous years along the three broad traditional lines: detectors, electronics and computing; accelerators and related technologies; and interdisciplinary physics.

These activities keep showing a fundamental role in science oriented experiments projects but also an important impact on applications such as medicine, cultural heritage and environment.

The CSN 5, as INFN in general, has deployed its special scientific and technological competences in developing devices and technologies often in the frame of collaborations also with Italian industries thus stimulating and allowing them to become more innovative and competitive in the high tech market.

The number of contracts to CERN as a major sophisticated equipment consumer, particularly in the frame of LHC, assigned to Italian companies, can be considered as an indicator of the INFN capability to qualify high tech Italian industries. The data reported during the meeting show that Italy is the second strongest supplier after France.

The tradition and competence of developing detectors particularly for science experiments is well established and recognized worldwide in high energy physics experiments and continues along the usual high quality level for the active detector projects.

As to accelerators and related technologies, SPARC and SPARX are relevant projects. The activities in the frame of SPARC project (housed in the Frascati National Laboratories), intended to develop high brightness photo-injectors to drive SASE-FEL, have shown that the design goal in terms of peak current has been successfully achieved with a UV "flat top" laser pulse illuminating the cathode.

SPARC has become the test facility for the soft X-ray FEL facility. In 2007 a framework agreement has been finalized with MUR and Lazio Region for the development of SPARX soft X-ray FEL facility. It will be built in the Tor Vergata campus by collaborations with other entities such as CNR, ENEA, Tor Vergata University. The domains of investigations and applications span from physics to material science, life science, and environment.

It is interesting to note that some of the photo-injectors operating or under design in Italy and abroad (FERMI in Italy, PAL in Korea, LCLS in USA, BESSY FEL in Germany and European XFEL) base their principle of operation on that originally conceived by the SPARC team.

Relevant strategic new projects are related to the ILC (international linear collider), innovative laser plasma acceleration, high power proton accelerators, fast ramping superconducting dipoles, and the participation in the European XFEL, where INFN is involved in the design and realization stages.

The expertise set up in the area of cancer treatment with accelerators (Catania, Pavia) has reached high levels and general recognition. The related interaction with industry underlines the visibility of INFN in this field. It is desirable that also Italian industries should be further sensitized and engaged in this field with an enhanced support by more Italian regions.

New cyclotrons for hadron therapy are subject of specific project studies together with intense activities related to image processing and to detectors and dosimetry for diagnostics.

MAGIC-V experiment is a particularly relevant project in the frame of activities having a great impact on medical applications. The related activities include the development of models and algorithms for a distributed analysis of biomedical images by making use of the GRID services. The project involves collaborations of 8 INFN sections with Italian universities and hospitals, international partners, and a development agreement with an Italian company. The project implies a strong interdisciplinary activity involving also the contributions of medical doctors and biologists. It creates benefits for mammography, for the early diagnosis of lung cancer, and the early diagnosis of the Alzheimer's disease.

The interdisciplinary activities related to cultural heritage and environmental applications are especially visible. These activities have led to very good results with a strong social and potentially economical impact. They have a great impact in the cultural heritage studies due to the development and application of techniques such as Ion Beam Analysis in combination with other complementary techniques such as Particle Induced X ray Emission, and radiocarbon dating with Accelerator Mass Spectrometry.

The collaboration with some public bodies of the Toscana region has been very fruitful and helped increase the visibility of INFN's activities, e.g. in the area of analysis of very fine particles and their impact on health and environment.

The number of publications and authors (FTE) related to CSN 5 projects has increased during the last years compared to the previous years, indicating an increased appeal to the researchers for this area of INFN activities.

INFN has been developing fruitful collaborations with certain regions. Also in the area of CSN 5 activities INFN should further expand collaborations and contracts with regions to strengthen funding particularly in the field of interdisciplinary physics.

CSN 5 activities and achievements can contribute to further increase the visibility of INFN in the field of Technology Transfer in an attempt to pursue contacts with the general confederation of Italian industries (Confindustria) and particularly its Innovation Committee, in addition to those already active

with the Italian Association for the Industrial Research (AIRI - of which INFN is a member).

Socio-Economic Impact

The report on the INFN scientific productivity and its socio-economic and interdisciplinary impact, prepared by a 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.

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 again 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

The total budget of Italian research institutes (eighteen institutes, some of them very small) increased from 2004 to 2007 by 8.9 %. In the same period the budget of INFN decreased by 1.9 %. Over the last six years the cut in real terms has been 19 %.

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 apply to the overall research field are:

- the budget authorisation is constrained by a cash limit so that a forced saving is imposed;
- operation 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 a forced saving, reaching a peak of 130 ME in 2002. In the following years the budget allocation has been decreasing. Resources from external funds and special projects represent, at best, a 2-3% of total resources. In 2006 the cushion of the forced saving, which has been used to finance some large projects requiring funding on a multi year basis, has disappeared.

The change in expenditures from 2004 to expected 2007 is described in the following table in terms of operation, personnel and research investments:

Total budget in share

	Operation	Personnel	Research	Budget ME
2004	22%	41%	37%	298.9
2005	26%	40%	34%	283.5
2006	19%	47%	34%	291.6
2007	24%	49%	27%	293.2

There is a clear trend visible: Personnel expenses have increased over three years from 117 ME to 140 ME (+20%) due to contractual renewals. Operation expenses have decreased by the same percentage (from 70 ME to 56 ME). As a consequence research expenses suffered a strong decrease of - 33%, from 94 ME to 62 ME. In 2006 INFN managed to maintain the share of research but in 2007 was no longer able to do so.

INFN has a peculiar characteristic with respect to other institutes of the research sector. Until a few years ago the personnel expenses were around 40% of total budget, while in general they are higher, reaching in some Institutes up to 90%. When there is a contractual renewal, Institutes with a big share of personnel expenses must receive the additional resources in order to pay wages, and at least a minimum amount of operational expenses. INFN did not get any compensation for wage increases but was obliged to absorb them by introducing a strong decrease in funding for new projects and by cutting existing ones.

A3. PIANO TRIENNALE DI AZIONI POSITIVE PARI OPPORTUNITA'

**PIANO TRIENNALE 2008-2010 DI AZIONI POSITIVE
PER LA REALIZZAZIONE DI PARI OPPORTUNITÀ
DI LAVORO E NEL LAVORO TRA UOMINI E DONNE**
art. 7, quinto comma decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 196

1) CONCILIAZIONE

- a. Elaborazione di rapporti periodici pubblici da parte dei Direttori di tutte le sedi dell'Istituto sulle necessità dei dipendenti in relazione al lavoro di cura familiare e sulle eventuali iniziative esistenti o sulle proposte per la realizzazione di nuove iniziative (stipula di convenzioni) e definizione del corrispondente piano finanziario..
- b. Definizione dei criteri per l'assegnazione delle risorse allocate nei codici 121650 (contributi per dipendenti con figli in età prescolare) e 121610 (asili nido) del bilancio dell'Istituto e relativa assegnazione annuale alle strutture dell'Istituto.
- c. Studio ed eventuale attuazione di provvedimenti che, nel rispetto delle norme vigenti, consentano ai titolari di assegni di ricerca e borse di studio il godimento di benefici equivalenti ai congedi parentali.
- d. Sostegno e agevolazione dei trasferimenti di sede richiesti per il ricongiungimento familiare

2) STATISTICHE DI GENERE E PROMOZIONE DELLA PRESENZA FEMMINILE NEI LIVELLI DECISIONALI

- a. Adozione del "Codice Minerva: la trasparenza per l'eccellenza", codice di procedura per le assunzioni dei ricercatori, approvato a Bruxelles nel giugno 2005 dal "Helsinki Group for Women in Science" dell'Unione Europea, raccomandato dalla Conferenza della Presidenza Europea a Vienna nel 2006.
- b. Presentazione di tutti i dati e le informazioni ufficiali dell'Istituto disaggregati per genere e disponibilità, in apposita area riservata al CPO, delle seguenti informazioni:
 - a) dati di genere del personale dipendente ed associato;
 - b) lista dei membri di tutte le commissioni nominate dal Presidente e dai Direttori;
 - c) lista dei membri delle commissioni istituzionali elettive;
 - d) lista dei rappresentanti dell'INFN nominati in organismi esterni all'Ente;
 - e) lista degli incarichi di responsabilità assegnati e delle indennità erogate.
- c. Nello spirito dell'art. 57 del Decreto Legislativo 3 marzo 2001 n. 165, riservare alle donne, salvo motivata impossibilità, almeno un terzo dei componenti in tutte le commissioni nominate dall'Istituto.
- d. Nello spirito dell'art. 57 del Decreto Legislativo 3 marzo 2001 n. 165 e per stabilire una continua e costante collaborazione tra amministrazione e CPO, in accordo a quanto indicato

nella Circolare 24 marzo 1993 n. 12 della Presidenza del Consiglio dei Ministri, consultare il CPO sulle questioni riguardanti il personale relativamente a temi riferibili al conseguimento di pari opportunità, tra i quali quelli previsti nelle trattative sindacali.

3) SVILUPPO DELLA CULTURA DI GENERE: FORMAZIONE E INFORMAZIONE

- a. Formazione regolare del personale e della dirigenza dell'Istituto su tematiche delle pari opportunità.
- b. Diffusione della documentazione dettagliata e della eventuale registrazione video di tutti i corsi di formazione e di aggiornamento professionale.
- c. Presentazione dell'attività del CPO e delle iniziative dell'Istituto per le pari opportunità nelle pubblicazioni ufficiali e nelle sedi istituzionali dedicate all'attività dell'INFN.

4) PREVENZIONE DELLE MALATTIE IN OTTICA DI GENERE

- a. Pubblicazione delle informazioni sui protocolli clinici adottati nelle diverse sedi dell'Istituto, ai fini di uniformare il trattamento dei dipendenti, e, compatibilmente con la normativa vigente, inserimento, tra gli esami previsti, di indagini cliniche facoltative mirate alla prevenzione delle malattie in ottica di genere.

5) ATTUAZIONE, VALUTAZIONE E VERIFICA DEL PIANO TRIENNALE DI AZIONI POSITIVE

- a. Inserimento del PTAP tra le linee programmatiche e strategiche di sviluppo dell'INFN.
- b. Verifica annuale delle azioni effettuate e dei risultati raggiunti e relazione dell'Istituto, indirizzata a tutto il personale, sullo stato di attuazione del PTAP.