

In questo campo l'I.N.F.N. impegna risorse rilevanti nella realizzazione di DAΦNE (un anello di accumulazione e^+e^- con una energia nominale di circa 1 GeV presso i Laboratori di Frascati) e dell'associato rivelatore KLOE.

Tutti i componenti di DAFNE sono in fase di consegna e di assemblaggio. La sua messa in funzione è prevista per la fine del 1997. Il rivelatore KLOE progettato per lo studio della violazione di CP nel decadimento dei mesoni K^0 è in costruzione e sarà completato insieme all'acceleratore.

Lo studio della violazione di CP nel decadimento dei K^0 è effettuato anche nell'esperimento NA48, in preparazione al CERN con una considerevole partecipazione italiana. Il rivelatore di NA48 è in fase avanzata di assemblaggio ed inizierà la presa dati nel 1996.

Durante il 1995 sono stati, infine, approvati due nuovi esperimenti dedicati allo studio della violazione di CP nel decadimento dei mesoni B. Il primo, "BaBar", opererà all'anello di accumulazione PEP2 in costruzione a Stanford mentre il secondo, "HERA-B", opererà presso il collisionatore HERA a DESY.

Tra gli esperimenti attivi alle macchine acceleratrici, si deve mettere in evidenza il successo ottenuto dall'esperimento PS210 (JETLEAR) al CERN. Studiando l'interazione di antiprotoni con un getto di Xenon gassoso, l'esperimento ha mostrato evidenza per la formazione di 11 atomi di anti-idrogeno, atomi composti da un antiprotone ed un antielettrone. L'esistenza dell'anti-protone e dell'anti-elettrone sono note da molti anni, ma l'evidenza del sistema composto, corrispondente ad un atomo di antimateria, non era mai stata ottenuta in precedenza. La sorgente di Xenon gassoso, determinante per il successo dell'esperimento, è stata realizzata dai gruppi italiani.

2.3 FISICA ASTROPARTICELLARE E DEL NEUTRINO

La ricerca di fenomeni rari, collegati alla unificazione delle forze (Grande Unificazione) ha motivato la crescita di ricerche al confine tra fisica delle particelle e astrofisica e, in Italia, la creazione dei Laboratori del Gran Sasso. La natura internazionale dei Laboratori del Gran Sasso ha ottenuto un importante conferma con il trattato bilaterale Italia-USA (Roma 11-12 maggio 1995) ⁶.

La ricerca dei monopoli magnetici da parte dell'esperimento MACRO⁽⁷⁾, situato nella sala C dei LNGS è un esempio di queste ricerche. Nel corso del 1995 MACRO ha raggiunto la configurazione finale di progetto ed ha raccolto dati con regolarità. La loro analisi ha già permesso di definire limiti significativi sul flusso di monopoli magnetici e di migliorare la conoscenza sullo spettro di energia e sulla composizione dei raggi cosmici primari.

Nel corso del 1995, dopo un lungo periodo di R&S, è stato approvato il primo stadio dell'esperimento ICARUS, che progetta di installare presso i LNGS un rivelatore di diverse migliaia di tonnellate di Argon liquido con cui ricercare il decadimento del nucleone. Il primo passo consiste nella realizzazione e messa in funzione di un modulo di 600 tonnellate.

(6) AGREEMENT BETWEEN THE GOVERNMENT OF ITALY AND THE UNITED STATES OF AMERICA FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL COOPERATION (Review Meeting of Bilateral Cooperation, Rome, May 11-12, 1995): (omissis) "A number of US research groups involving more than a dozen major US universities are continuing to take part in the experimental program at the INFN National Laboratories of Gran Sasso, with about 110 physicists and technicians engaged in the cooperative programs and a total investment by the US of about 10 million US dollars up to 1994.

The US community regards the Gran Sasso Laboratories as a unique facility world-wide. It should be recalled that US groups provided about half of the Macro detector. As regards in particular the Borexino Project, the US expects to be able, along with the Italians and Germans, to make a significant investment in this Project, in addition to supporting the US side of exchanges between US and Italian researchers which are already occurring."

(7) MACRO è una collaborazione Italia-USA cui partecipano 10 istituzioni italiane e 6 istituzioni statunitensi.

L'esperimenti MIBETA ha continuato la ricerca del decadimento Doppio Beta senza neutrini del Tl_{130} utilizzando dei bolometri criogenici sviluppati dal gruppo di Milano. Con più di 14000 ore di misura si è ottenuto un limite inferiore alla vita media di $5 \cdot 10^{22}$ anni, migliorando di un ordine di grandezza il limite precedente. Utilizzando gli stessi rivelatori limiti interessanti si sono ottenuti limiti stringenti sul flusso di eventuali particelle supersimmetriche presenti tra i residui fossili del Big Bang.

La ricerca di oscillazioni tra i diversi tipi di neutrino è oggetto di diversi esperimenti, in collaborazioni internazionali, con sorgenti sia artificiali sia naturali.

Tra i primi sono gli esperimenti CHORUS e NOMAD al CERN, che nel 1995 hanno continuato la presa dati, e CHOOZ, che utilizza i neutrini prodotti nel reattore di una centrale elettronucleare francese nelle Ardenne, in fase avanzata di assemblaggio⁽⁸⁾.

Tra gli esperimenti che utilizzano sorgenti naturali, gli esperimenti che studiano il flusso di neutrini provenienti dal Sole rivestono un ruolo centrale.

L'esperimento GALLEX⁽⁹⁾ presso i LNGS misura il flusso di neutrini di bassa energia, provenienti dal Sole e prodotti dalla reazione di fusione dell'idrogeno cui si deve la maggioranza dell'energia prodotta.

I dati acquisiti hanno determinato un flusso di neutrini di $77.1 \pm 8.5 \pm 4.9$ SNU (Solar Neutrino Unit⁽¹⁰⁾) da confrontare con la previsione degli attuali modelli del Sole, di circa 120-130 SNU. Una possibile spiegazione del deficit di neutrini consiste nella oscillazione dei neutrini elettronici, nel viaggio tra il centro del Sole ed il Laboratorio.

Nel 1995 è proseguita la presa dati ed è iniziata una nuova calibrazione dell'apparato mediante una sorgente di ^{51}Cr .

L'esperimento BOREX⁽¹¹⁾, in fase di allestimento presso i LNGS, mira alla rivelazione diretta dei neutrini solari in una massa di scintillatore liquido.

Durante il 1995, la collaborazione ha messo in funzione CTF (Counting Test Facility) un rivelatore con 5t di scintillatore per verificare i livelli di radioattività residua presenti nelle varie parti dell'apparato. I bassissimi livelli di ^{14}C e di U e Th nello scintillatore si sono rivelati adeguati al progetto. Sono in corso ulteriori misure, per garantire la stabilità temporale e studiare le restanti sorgenti di fondo. Si prevede di iniziare la fase costruttiva dell'esperimento nel corso del 1996.

Lo studio della radiazione cosmica primaria, il flusso di particelle di origine cosmica che investe la terra e di cui i neutrini solari possono essere considerati un caso molto particolare, è un esempio di ricerche astro-particellari in cui l'INFN ha una lunga tradizione. L'esperimento EAS-TOP, installato a Campo Imperatore (AQ) nell'ambito di una collaborazione con il CNR, misura i prodotti delle interazioni tra radiazione primaria e atmosfera, con il fine di determinare la natura e l'energia dei primari. L'esperimento è posto sulla verticale dei laboratori sotterranei del Gran Sasso, e permette interessanti correlazioni tra quanto misurato in superficie e quanto rivelato dai rivelatori sotterranei (MACRO, LVD).

La radiazione cosmica primaria può essere studiata direttamente inviando rivelatori nello spazio o nell'alta atmosfera.

L'esperimento WIZARD, pioniere in questo campo, ha svolto nel 1995 una duplice attività: da un lato ha continuato l'analisi dei dati raccolti con rivelatori montati su palloni stratosferici misurando i flussi di mesoni π , muoni, antiprotoni e positroni, dall'altro ha

(8) l'apparato CHOOZ è stato inaugurato nei primi mesi del 1996

(9) il rivelatore GALLEX è costituito da circa 30t di Gallio in soluzione acquosa. All'esperimento partecipano, oltre ai gruppi INFN, fisici provenienti da Francia, Germania e Stati Uniti.

(10) 1SNU = 1 reazione/ 10^{36} atomi del bersaglio/sec.

(11) BOREX è una collaborazione internazionale tra istituzioni italiane, statunitensi, tedesche e russe.

continuato la preparazione di un prototipo di rivelatore al Si (NINA), da collocare sul satellite russo Resource 04, che volerà nel 1997.

NINA è il prototipo di un rivelatore dotato di campo magnetico (PAMELA), da collocare su un satellite russo nel 1999 per studiare con alta statistica i flussi di antiprotoni ed antielettroni.

Nel corso del 1995 è stata presentata ed approvata un'altra iniziativa (l'esperimento AMS), progettata per rivelare la presenza nella radiazione cosmica di antinuclei. I gruppi si prefiggono la costruzione di uno spettrometro magnetico con tracciatore al silicio di significative dimensioni da collocarsi sulla Stazione Spaziale ALFA della NASA nei primi anni del 2000. È previsto uno volo di prova con lo Space- Shuttle, nel 1998.

I gruppi italiani partecipano ad AMS, nell'ambito di una vasta collaborazione internazionale, con responsabilità rilevanti nella costruzione del rivelatore di traccie cariche formato da contatori a semiconduttore e nella costruzione del sistema di misura del tempo di volo.

Una radiazione cosmica di tipo particolare è costituita dalle onde gravitazionali, previste dalla teoria della relatività generale ma mai rivelate direttamente. Sull'arco degli ultimi decenni, l'I.N.F.N. ha sviluppato un programma di ricerca delle onde gravitazionali prodotte nei collessi stellari, basato sulle oscillazioni indotte in cilindri metallici raffreddati a bassissime temperature (Antenne Criogeniche).

Queste ricerche sono proseguite nel 1995, con le antenne "Nautilus" ed "Explorer" in funzione presso i LNF ed il CERN, e con il completamento di una terza antenna, "Auriga", presso i LNL.

Un metodo diverso per la ricerca delle onde gravitazionali è basato sull'uso di interferometri che rivelano con metodi ottici le deformazioni dello spazio-tempo prodotte dal passaggio di un'onda gravitazionale.

Il metodo interferometrico è alla base del Progetto VIRGO, una collaborazione paritetica italo-francese di grande portata. Il progetto prevede la realizzazione di un grande interferometro a due bracci, di 3Km di lunghezza ciascuno, a Cascina (Pisa). Un progetto analogo in corso negli USA, il progetto LIGO, prevede la costruzione di due interferometri di dimensioni simili a quelle di VIRGO.

Nel corso del 1995, oltre alla attività di R&D e di definizione dei vari elementi, si è provveduto alla progettazione dell'edilizia ed alle pratiche di acquisizione dei terreni. La costruzione vera e propria dell'interferometro avrà inizio a partire dal 1996.

3. FISICA NUCLEARE

3.1 IL QUADRO GENERALE

Piuttosto che all'identificazione dei componenti fondamentali della materia, come le ricerche descritte nel capitolo precedente, le ricerche in Fisica Nucleare sono indirizzate, oggi, allo studio della dinamica e della struttura dei sistemi complessi, di natura nucleare e subnucleare.

Le ricerche tradizionali della Fisica Nucleare, rivolte allo studio delle proprietà dei sistemi di nucleoni tra loro interagenti (protoni e neutroni) che costituiscono i nuclei degli atomi, hanno portato alla formulazione di modelli che descrivono con successo i fenomeni nucleari. Questi modelli sono attualmente sottoposti a verifiche sempre più stringenti, grazie allo sviluppo di tecniche sperimentali che consentono lo studio di nuclei in condizioni estreme, prossime al limite di stabilità: nuclei altamente deformati, con alta energia di eccitazione, con valori elevati del momento angolare, oppure nuclei con valori estremi del rapporto tra protoni e neutroni. Questi temi vengono affrontati in esperimenti che utilizzano fasci di ioni accelerati in

un intervallo di energia compreso tra la barriera coulombiana ⁽¹²⁾ e i 100 MeV/nucleone (Fisica con ioni di energia bassa e intermedia).

Non mancano esempi di esperimenti condotti presso laboratori esteri (Ganil, GSI, Isolde). Tuttavia, con l'entrata in funzione di ALPI (LNL) e del Ciclotrone Superconduttore (LNS), un numero sempre maggiore di esperimenti di questo tipo si svolge presso i laboratori nazionali. Tra questi: gli esperimenti GASP, Euroball e 8 π LPai, presso i LNL, per lo studio della dinamica e della struttura dei sistemi nucleari in condizioni di alta eccitazione con tecniche di spettrometria gamma ad alta risoluzione, di spettrometria di massa e di carica; l'esperimento Ouverture al LNS.

La descrizione del nucleo in termini di nucleoni che interagiscono attraverso lo scambio di mesoni è un'approssimazione, valida per fenomeni di bassa energia, degli effetti delle strutture più elementari (quark e gluoni). Con il progredire delle conoscenze sul comportamento dei componenti subnucleari, è divenuto possibile cercare di "spiegare" i modelli nucleari a partire dalla teoria fondamentale delle interazioni forti (QCD).

A tal fine è interessante studiare, in collisioni a più alta energia, come le distribuzioni e le proprietà dei costituenti elementari dei nucleoni vengono alterate quando questi ultimi si trovano all'interno della materia nucleare.

In questo campo le ricerche sono tipicamente condotte con fasci incidenti di elettroni, disponibili oggi solo presso laboratori esteri quali DESY e NIKHEF, o con fasci di protoni e/o antiprotoni, ad esempio la macchina LEAR del CERN.

Studi più generale dei nuclei con sonde elettromagnetiche e dei prodotti delle reazioni di fotoproduzione verranno compiuti presso l'acceleratore di elettroni CEBAF (Newport News, Virginia, USA), in fase di consegna.

La teoria della QCD prevede che la materia nucleare, in condizioni estreme di densità e temperatura, subisca una transizione di fase, passando allo stato di plasma di quark e gluoni, non più confinati all'interno dei singoli nucleoni. La ricerca di un'evidenza sperimentale per questa transizione di fase si effettua con lo studio di collisioni tra ioni alle più alte energie disponibili, ottenibili accelerando fasci di Pb alla macchina SPS del CERN e, in futuro, con LHC.

3.2 RICERCHE IN FISICA NUCLEARE

Il 1995 è stato un anno di consolidamento dei risultati raggiunti e di preparazione al prossimo round di esperimenti, in quasi tutti i settori della ricerca in fisica nucleare. Riportiamo nel seguito lo stato di avanzamento dei progetti più impegnativi.

Fisica degli ioni pesanti

È stata completata la fase di collaudo delle macchine ALPI, Legnaro, e CS ai Laboratori del SUD. Sono state avviate, o realizzate, importanti iniziative nel campo della spettroscopia nucleare mediante multirivelatori 4 π di radiazione γ , rivolti tra l'altro allo studio di nuclei con elevato momento angolare e in condizioni di notevole deformazione rispetto alla configurazione fondamentale.

A Legnaro sono proseguiti i lavori preparatori per l'installazione del rivelatore EUROBALL. Con i suoi 229 rivelatori al Ge e la sfera interna di rivelatori al Si e allo CsI(Tl), EUROBALL, che impegna una vasta Collaborazione europea ⁽¹³⁾, avrà una sensibilità 50 volte più grande rispetto alla generazione attuale di rivelatori γ .

(12) si intende con questo l'energia necessaria per superare la repulsione tra i nuclei dovuta alle forze elettrostatiche (o di Coulomb).

(13) con la partecipazione di Danimarca, Francia, Germania, Italia, Gran Bretagna e Svezia. Il contributo estero coprirà l'80% del costo del rivelatore, stimato in circa 22 milioni di ECU.

Lo spettrometro GASP, in regime di pieno funzionamento, ha realizzato un'intensa attività sperimentale al complesso TANDEM+ALPI, ottenendo risultati di rilievo nello studio di nuclei lontani dalla stabilità e del decadimento di configurazioni nucleari superdeformate. Gli esperimenti 8π LP e GARFIELD, che studiano aspetti complementari della dinamica delle collisioni, sono in fase avanzata di preparazione.

Gli apparati MULTICS e MEDEA, che hanno preso dati rispettivamente presso i Laboratori della MSU (Università del Michigan, USA) e di Ganil (Caen, Francia), hanno ottenuto, nel 1995, risultati competitivi sul piano internazionale nel campo della multiframmentazione dei nuclei e dei fenomeni di pre-equilibrio.

Dopo il trasferimento ai LNS, MULTICS e MEDEA hanno dato origine all'esperimento OUVERTURE, attualmente in avanzata fase di assemblaggio. Sempre presso il LNS è in fase di realizzazione il progetto CHIMERA che mira alla identificazione di prodotti di reazione generati nell'urto tra ioni pesanti con bassa soglia di rivelazione, alta efficienza di rivelazione ed alta granularità.

Fisica delle energie intermedie

La partecipazione italiana al CEBAF è legata agli esperimenti AIACE ed ELETTRIO, esperimenti di grande spicco in vaste collaborazioni internazionali. La costruzione dei rivelatori è in fase di avanzata preparazione.

Ad HERA, i gruppi italiani sono impegnati nell'esperimento HERMES (studio della diffusione di alta energia di elettroni su nuclei di idrogeno, deuterio ed elio polarizzati; studio di asimmetrie nella produzione leptonica semiinclusiva di adroni). Nel 1995, l'esperimento Hermes ha dato inizio alla raccolta dei dati con il rivelatore nel suo assetto definitivo.

Allo ESRF di Grenoble, in collaborazione con gruppi del CNRS francese, ha preso avvio la sperimentazione con il fascio di fotoni GRAAL, (fascio polarizzato di alta intensità, alta definizione di energia, energia massima 1.5 GeV) costruito su progetto e responsabilità I.N.F.N..

La Collaborazione OBELIX studia, al LEAR del CERN, reazioni di annichilazione di antiprotoni ed antineutroni su protoni e su nuclei. Lo studio di sistemi complessi di quark e gluoni, ad esempio la ricerca di stati composti unicamente da gluoni (glueball), è compiuta utilizzando uno spettrometro a grande accettazione OBELIX. L'esperimento, da tempo in fase di produzione scientifica (concluderà la raccolta dati nel 1996), è in fase avanzata di analisi dei dati.

È proseguita la preparazione dell'apparato FINUDA (LNF) per lo studio degli ipernuclei (nuclei in cui un quark "normale" è sostituito da un quark *strano*) utilizzando l'abbondante produzione di mesoni K prevista a DAΦNE.

Fisica degli ioni relativistici

Nel 1994 è stato installato e messo in opera al CERN, con un importante contributo italiano, il fascio di ioni pesanti relativistici di Pb. Diversi gruppi I.N.F.N. hanno partecipato alla raccolta dei dati con apparecchiature rivolte alla misura della soppressione della J/ψ e della produzione di stranezza nell'urto Pb-Pb a 160 GeV/c, ottenendo risultati significativi sulla via della ricerca di segnali di formazione del plasma di quark e gluoni allo stato libero. La tematica verrà ampliata e ripresa dal progetto ALICE, in fase di approvazione al CERN, per l'osservazione dei prodotti di reazione di ioni ultrarelativistici ad LHC, in condizioni fisiche privilegiate rispetto alle alternative in campo mondiale (RHIC).

4. FISICA TEORICA

Le ricerche sperimentali sopra descritte sono indirizzate e completate da un'attività di ricerca in Fisica Teorica, tradizionalmente di alto livello. L'attività è organizzata in iniziative scientifiche, generalmente in collaborazione tra più gruppi, che possono essere classificate in quattro linee portanti: teoria dei campi, fenomenologia delle particelle, teoria dei nuclei e metodi matematici. Sul complesso dei ricercatori coinvolti in programmi I.N.F.N., un terzo ha attività sulla prima linea, un terzo sulla seconda, il resto è equamente diviso sulle altre due linee.

Le linee di ricerca in fenomenologia delle particelle ed in fisica nucleare hanno stretti legami con l'attività sperimentale, con particolare riferimento con le ricerche svolte nei laboratori nazionali. Tra i risultati più importanti, vogliamo ricordare:

- i calcoli di precisione nell'ambito della teoria elettro-debole (e' stato di recente ultimato il calcolo delle correzioni radiative a LEP) e le analisi dei dati provenienti dagli acceleratori in maniera indipendente dalla scelta di particolari modelli ;
- il calcolo degli effetti di ordine superiore nella QCD trattata perturbativamente, per ampiezze con polarizzazione, da paragonare con recenti risultati sperimentali ottenuti ad HERA e al Tevatron di Fermilab;
- previsioni nella fisica astroparticellare, riguardanti neutrini solari e materia oscura, in relazione alle attività svolte nei Laboratori del Gran Sasso;
- ricerche sulle proprietà di bassa energia dei mesoni K e dei processi fotone-fotone, nell'ambito dei modelli chirali e dei modelli con mesoni vettoriali, in relazione alla fisica di DAΦNE, a Frascati;
- l'inizio di una nuova attività teorica nell'ambito dello studio dei nuclei e nucleoni con sonde elettromagnetiche, intesa ad affiancare le ricerche sperimentali a CEBAF.

Nota saliente nell'evoluzione recente dell'attività teorica è l'uso sempre più massiccio di rilevanti risorse di calcolo simbolico, in particolare mediante l'acquisizione di macchine dedicate di tipo APE; queste risorse, di cui il gruppo si è dotato di recente, si sono rivelate determinanti nel conseguire risultati di notevole spessore nella trattazione della QCD e della teoria della gravitazione regolarizzate su reticolo.

5. RICERCHE TECNOLOGICHE IN ELETTRONICA, RIVELATORI DI PARTICELLE, ACCELERATORI E INTERDISCIPLINARE

L'Istituto sostiene una vigorosa attività di Ricerca e Sviluppo nel campo dell'elettronica, dell'informatica, degli acceleratori e dei rivelatori di particelle.

Idee e prototipi sviluppati in questo quadro, quando di successo, trovano poi applicazione negli esperimenti di Fisica Nucleare e Subnucleare.

Nel campo dell'elettronica, uno stadio di maturazione avanzato è stato raggiunto dal progetto Fermi, svolto in collaborazione internazionale, che consiste nello sviluppo di elettronica analogico-digitale integrata e resistente alle radiazioni, per calorimetria. Anche questo progetto troverà applicazione negli esperimenti a LHC.

Nel campo dei rivelatori sono da notare i risultati raggiunti con rivelatori gassosi ad alta risoluzione spaziale (Micro Strip Gas Chambers) che hanno caratteristiche tecniche ed economiche tali da permetterne l'impiego su vasta scala. L'utilizzo di questi rivelatori, come tracciatori di particelle, è previsto negli esperimenti di LHC.

Una linea complementare alla sperimentazione con i collisori per protoni (quali LHC, Sez. 2.2) è quella con collisori e^+e^- .

Elettroni accelerati su orbite circolari perdono energia (per radiazione della cosiddetta "Luce di Sincrotrone") in misura rapidamente crescente al crescere dell'energia del fascio stesso. In sostanza, l'uso di collisionatori circolari non sembra praticabile ad energie superiori a quelle raggiungibili con LEP200.

Per raggiungere energie ancora superiori, è in corso nel mondo un programma di R&S di grande respiro nel campo degli acceleratori lineari per elettroni e positroni di altissima energia e luminosità. Macchine di questo tipo rivestono un interesse per altri campi della ricerca fondamentale, ad esempio per la fisica nucleare, e per le loro implicazioni interdisciplinari, ad esempio la produzione di fasci coerenti di raggi X (free-electron LASER) di alta brillantezza, che permetteranno lo studio della struttura tridimensionale di molecole complesse, come quelle di interesse biologico.

L'I.N.F.N. partecipa alla realizzazione di un acceleratore di prova (TTF) presso il laboratorio DESY ad Amburgo, nell'ambito del Progetto Speciale "Tecniche di Accelerazione per elettroni". La realizzazione di TTF è finalizzata alla messa a punto delle tecnologie necessarie per la costruzione di un collisionatore per elettroni e positroni di almeno 500 GeV.

Nel corso del 1995 sono stati progettati e commissionati gli elementi di acceleratore che ricadono sotto la responsabilità dei gruppi italiani, in particolare i criostati, gli elementi di diagnostica del fascio ed il fotocatodo.

La partecipazione qualificata di gruppi italiani a TTF è stata facilitata dalla precedente realizzazione, presso i LNF, di LISA, un piccolo acceleratore lineare superconduttore di 20 MeV con cavità a 500 MHz, che ha permesso di acquisire le competenze necessarie. LISA è attualmente utilizzato per sperimentare in sede i contatori di diagnostica del fascio che sono poi utilizzati su TTF.

Sempre nell'ambito del Progetto "Tecniche di Accelerazione per elettroni", si svolge in Italia una intensa attività di R&S, volta alla realizzazione di cavità superconduttrici criogeniche con materiali o tecniche di costruzione innovative (presso le Sezioni di Milano e di Genova, il gruppo collegato di Salerno e i Laboratori di Legnaro). Le cavità acceleratrici ad alto gradiente sono l'elemento critico degli acceleratori lineari di alta energia e ogni miglioramento della tecnologia è determinante per la realizzazione dei futuri acceleratori. Cavità realizzate con le nuove tecnologie saranno sperimentate in TTF.

Particolare attenzione è anche rivolta a ricerche che, pur non essendo finalizzate a risultati nei campi istituzionali dell'Ente, sviluppino tecniche innovative proprie della Fisica Nucleare per applicazioni in altri campi. Sono numerose e tipiche le applicazioni in medicina, biologia, archeologia.

Una ricerca nello studio delle alterazioni dei cromosomi umani in seguito ad esposizione accidentale alle radiazioni ha permesso lo sviluppo di un originale protocollo di procedura biodosimetrica.

Si può anche rilevare che, nel 1995, l'I.N.F.N. è divenuto "Istituto autorizzato alla Sorveglianza Medica e alla Protezione delle Radiazioni Ionizzanti" ed ha espletato alcune richieste di intervento.

L'Istituto sostiene, da molto tempo, una vigorosa ricerca nel campo delle sorgenti a raggi X per applicazioni mediche, tra cui l'allestimento di una linea di luce di sincrotrone monocromatica alla macchina Elettra di Trieste, e di metodi per la rivelazione digitale delle immagini.

Sempre nel campo delle ricerche interdisciplinari volte alla medicina, sono continuate, nel 1995, le ricerche svolte nell'ambito del progetto ATER che mira alla creazione di un centro di terapia oncologica basato su fasci di protoni. Le tematiche affrontate da numerosi ricercatori I.N.F.N. riguardano non solo gli aspetti tecnici quali la progettazione degli acceleratori ma anche la dosimetria ed il trattamento dell'informazione.

6. CALCOLO E CONNESSIONI IN RETE

Il calcolo esteso e le connessioni via rete sono elementi essenziali di supporto ad una efficace attività di ricerca.

Il calcolo scientifico ha visto proseguire l'evoluzione degli ultimi anni, caratterizzata dall'utilizzo di mezzi di calcolo distribuiti (workstations) ed il corrispondente disimpegno dai grandi centri di calcolo regionali o nazionali.

Le reti sono, quindi, uno degli strumenti di lavoro più importante e ricoprono un ruolo fondamentale per lo scambio di informazioni, il controllo remoto di esperimenti ed apparati, il trasferimento di dati e programmi sia in ambito nazionale che internazionale.

L'impegno finanziario è in continua crescita ed ha superato nel 1995 i 6 miliardi di lire. Le continue richieste di aumento della capacità trasmissiva ha portato ad avviare in ambito europeo il progetto TEN34. Una delle esigenze più sentite è infatti quella di un aumento di connettività con i grandi laboratori internazionali con cui i ricercatori I.N.F.N. collaborano. Naturalmente un aumento di velocità delle linee internazionali sarà anche a beneficio dell'intera rete GARR.

Tramite il Progetto Speciale APE l'I.N.F.N. dedicato un interesse particolare al calcolo massicciamente parallelo.

Durante il 1995, oltre ad una attività volta al miglioramento del calcolatore APE100, è stato approvato dagli Organi Direttivi un nuovo Progetto Speciale (APE1000), che prevede la progettazione e la costruzione di un nuovo sistema dieci volte più veloce.

Sempre nel 1995, ha avuto inizio il progetto PQE2000, una collaborazione tra Alenia Spazio, CNR, ENEA ed I.N.F.N. per la creazione di un supporto informatico per i calcolatori paralleli della serie APE commercializzati da Alenia Spazio. L'I.N.F.N. contribuirà al progetto PQE2000 con un consistente programma di formazione.

7. CONCLUSIONI

Il 1995 è stato un anno cruciale per l'I.N.F.N.. Dopo un periodo di relativa stasi nell'attività di ricerca, a livello nazionale ed internazionale, hanno preso il via le più importanti iniziative del Piano Quinquennale, ad esempio la preparazione della sperimentazione ad LHC, il progetto VIRGO, la sperimentazione al CS di Catania e alla macchina ALPI di Legnaro. Sono state portate a conclusione fasi importanti di iniziative avviate negli anni precedenti, come il completamento delle parti più importanti del progetto DAΦNE, a Frascati.

L'I.N.F.N. ha mantenuto un elevato livello nelle ricerche di base, con risultati ampiamente riconosciuti come l'osservazione del quark top o la misura del flusso dei neutrini solari di bassa energia, ed ha impresso una vigorosa accelerazione ai programmi per il trasferimento alla società civile di conoscenze e tecnologie acquisite ai fini delle ricerche istituzionali.

Tutto questo non sarebbe stato possibile senza il sostegno del Governo e del Parlamento, che non sono mancati anche nell'attuale, delicata, fase dell'economia del Paese, e, prima di ogni altra cosa, senza l'impegno profuso, con entusiasmo ed alta professionalità, dai ricercatori e dal personale tecnico ed amministrativo dell'Istituto.

APPENDICE

SPIEGAZIONE DELLE SIGLE IMPIEGATE NEL TESTO

CDF:	Collider Detector at FermiLab
CERN:	Centro Europeo per le Ricerche Nucleari
CNAF:	Centro Nazionale Analisi Fotogrammi, attualmente orientato su attività di Ricerca e Sviluppo nel settore del calcolo e delle reti informatiche
DAΦNE:	Double Annulus For Nice Experiments (anello di collisione e^+e^- da 1 GeV, in costruzione presso i LNF)
DESY:	Deutsche Elektron-Synchrotron (Amburgo)
eV:	elettrone Volt (energia acquisita da un elettrone attraverso la differenza di potenziale di 1 Volt)
GeV:	Giga- elettrone Volt (1 GeV= 10^9 eV)
LEP:	Large Electron Positron ring (anello di accumulazione elettrone-positrone del CERN)
LEAR:	Low Energy Antiproton Ring (anello di accumulazione di antiprotoni di bassa energia, utilizzando i quali è possibile studiare reazioni di annichilazione tra protone-antiprotone di bassa energia)
LHC:	Large Hadron Collider (collisore circolare protone-protone da costruire nel tunnel che attualmente ospita LEP, al CERN)
LNF:	Laboratori Nazionali di Frascati (dell'I.N.F.N.)
LNGS:	Laboratori Nazionali del Gran Sasso
MeV:	Milione di elettroni Volt (1 MeV= 10^6 eV)
MSST:	Minimal Supersymmetric Standard Theory
RHIC:	Relativistic Heavy Ion Collider (macchina acceleratrice per produrre collisioni tra ioni pesanti di altissima energia, in costruzione presso i Laboratori di Brookhaven, Long Island, USA)
SLAC:	Stanford Linear Accelerator Center
SLC:	SLAC Linear Collider (collisore lineare elettrone-positrone di SLAC)
SLD:	SLAC Linear collider Detector
SNU:	Solar Neutrino Unit (1 SNU= 1 reazione/ 10^{36} /atomi di rivelatore/secondo)
TS:	Teoria Standard, cfr. Sez. 2.1
TeV:	Tera- elettrone Volt (1 TeV= 10^{12} eV)
TTF:	Tesla Test Facility (collisionatore lineare per elettroni da 1 MeV con cavità superconduttive, preliminare alla realizzazione di un collisionatore lineare di altissima energia, progetto Tesla)

PAGINA BIANCA

relazione finanziaria

PAGINA BIANCA

P R E M E S S A

Il Conto Consuntivo 1995 espone i risultati della gestione finanziaria, economica e patrimoniale dell'Istituto, sviluppatasi sulla base del Bilancio di Previsione approvato dal Consiglio Direttivo con propria deliberazione n. 4872, nella seduta del 28 ottobre 1994 (doc.gen. 1080/94) e delle variazioni apportate al Bilancio medesimo con successive deliberazioni adottate dal Consiglio Direttivo stesso, che sono allegate al documento del Consuntivo.

Il Conto Consuntivo dell'Istituto, è redatto secondo quanto previsto dal D.P.R. n. 696/79 e successive modifiche intervenute e si compone del rendiconto finanziario, della situazione patrimoniale, del conto economico e della situazione amministrativa. Esso è accompagnato da altri elaborati intesi a meglio illustrare, in particolare, la situazione patrimoniale, le variazioni in esse intervenute, nonché, la concordanza con le risultanze delle scritture finanziarie. Ad esso sono allegati, inoltre, a norma dell'art. 39 del citato D.P.R. n. 696/79, la situazione dei residui al 31.12.95 e la deliberazione di variazione degli stessi nell'anno 1995. Per completezza dell'informazione è allegata altresì la situazione del personale dipendente e associato all'inizio e alla fine dell'Esercizio.

Nel corso del 1995, come per gli anni passati, la gestione dell'Istituto si è sviluppata sulla base di specifici programmi di attività cui corrispondono altrettanto specifiche destinazioni dei mezzi finanziari secondo i contenuti del documento n. 1081/94 *"Addendum al Bilancio di Previsione per l'anno 1995 - analisi programmatica e funzionale della spesa"*, approvato con deliberazione del Consiglio Direttivo n. 4873 del 28 ottobre 1994 e successive sue modificazioni ed integrazioni. La gestione programmatica del Bilancio dell'Istituto, peraltro, è stata seguita durante l'anno attraverso apposite scritture, le cui risultanze sono esposte in un documento programmatico-finanziario anch'esso allegato al Conto Consuntivo e nel quale sono fornite le informazioni analitiche della gestione programmatica della Spesa ed esposte le sue risultanze finali, cioè l'avanzo di competenza - inteso come minori spese impegnate - che è naturalmente in concordanza con le risultanze del Rendiconto Finanziario. Nel corso della presente relazione ci si riferirà anche a tale documento compendiandone, ove necessario, le informazioni.

AVANZO DI AMMINISTRAZIONE DEL PRECEDENTE ESERCIZIO 1 9 9 4

L'avanzo di amministrazione del precedente Esercizio 1994, previsto in sede di formazione del Bilancio 1995 in lire 10.000.000.000, è stato accertato a Consuntivo in L. 55.554.920.218 ed è stato interamente utilizzato nel corso del 1995 con delibera del Consiglio Direttivo n. 5051 del 28 aprile 1995 a copertura di altrettante maggiori spese.

Le relazioni illustrative delle proposte della Giunta Esecutiva contenute nelle delibere citate, annesse in appendice al documento del Consuntivo, danno ampia e motivata contezza dei criteri adottati al fine delle predette utilizzazioni ed alle stesse, pertanto, si rimanda per i necessari approfondimenti.

RISULTANZE COMPLESSIVE DELLA GESTIONE E AVANZO DI AMMINISTRAZIONE ANNO 1995

Le risultanze complessive dell'Esercizio Finanziario 1995, escluse le partite di giro che si compensano, si riassumono nel seguente prospetto:

gestione di competenza

ENTRATE

• previsioni iniziali	L.	452.300.000.000
• variazioni deliberate	L.	3.404.283.328

• previsioni definitive	L.	455.704.283.328
• accertamenti al 31.12.95	L.	456.082.965.541

maggiori entrate accertate L. 378.682.213

SPESE

• previsioni iniziali	L.	452.300.000.000
• variazioni deliberate	L.	58.959.203.546

• previsioni definitive	L.	511.259.203.546
• impegni al 31.12.95	L.	475.096.700.090

minori spese impegnate L. 36.162.503.456

avanzo finanziario di competenza 1995 L. 36.541.185.669

gestione dei residui

• sopravvenienze ed insussistenze nei residui attivi	L.	0
---	----	---

• sopravvenienze ed insussistenze nei residui passivi	L.	7.719.069.676
--	----	---------------

saldo sopravvenienze nei residui L. 7.719.069.676

avanzo di amministrazione 1995 L. 44.260.255.345

Come si legge nella tabella che segue, allo stesso risultato si giunge se si evidenzia la risultanza algebrica della gestione di competenza 1995 confrontando Entrate e Spese accertate nel 1995 (L. 19.013.734.549 e a questa si aggiunge il saldo attivo della gestione dei residui (L. 7.719.069.676). Si ottiene così un risultato complessivo (disavanzo) di L. - 11.294.664.873 che sommato all'avanzo di amministrazione del precedente Esercizio (L. 55.554.920.218) dimostra ancora l'avanzo di amministrazione per l'anno 1995.

Entrate accertate al 31.12.95	L.	456.082.965.541
Spese impegnate al 31.12.95	L.	475.096.700.090
disavanzo della competenza	L.	- 19.013.734.549
sopravvenienze dei residui (saldo attivo)	L.	7.719.069.676
disavanzo Esercizio 1995	L.	- 11.294.664.873
avanzo '94 riassegnato nel '95	L.	55.554.920.218
avanzo di amministrazione '95	L.	44.260.255.345

A proposito dell'avanzo di amministrazione 1995, appare necessario, in via preliminare segnalare come, nonostante l'incremento di L. 31,8 miliardi di lire del finanziamento statale per l'anno 1995 rispetto al precedente Esercizio, si è realizzata, negli stessi periodi, una diminuzione dell'avanzo pari a circa L. 11,3 miliardi di lire. Ciò significa, in altri termini, un riassorbimento complessivo di mezzi finanziari pari a circa L. 43,1 miliardi

di lire a dimostrazione degli sforzi compiuti verso una ancor più dinamica gestione delle risorse rispetto ai programmi previsti.

In ogni caso occorre, comunque, fare alcune considerazioni generali in merito alle cause che hanno concorso alla formazione dell'avanzo di amministrazione per l'Esercizio '95.

Per quanto riguarda poi l'analisi dettagliata delle sue specifiche componenti (minori spese, maggiori entrate, e sopravvenienze nei residui) si dirà ampiamente nei paragrafi successivi, ai quali pertanto si rimanda.

In primo luogo si ritiene ancora una volta utile precisare - come già più volte ricordato dalla Commissione C.I.P.E. nelle sue relazioni annuali - che un avanzo pari a circa il 10% delle ~~spese totali preventivate~~ debba ritenersi fisiologico ed anzi inevitabile nel "sistema INFN". Il nostro Istituto infatti, a fronte di un unico Bilancio svolge la propria gestione attraverso ben 24 "centri" periferici di spesa, ciascuno dei quali, in quanto vincolato al rispetto degli stanziamenti approvati dagli Organi Centrali, tende a realizzare al proprio interno dei modesti "residui", peraltro sostanzialmente "tecnici", che sommati insieme determinano la misura dell'avanzo nel suo complesso.

Occorre inoltre ricordare che nel corso dell'anno 1995 ha pesato, nella formazione dell'avanzo di amministrazione, un fattore contingente di carattere generale e precisamente l'incertezza venutasi a creare circa la disponibilità dei futuri finanziamenti per l'Istituto derivante ancora dalla mancata approvazione della legge di finanziamento del nuovo Piano Quinquennale 1994-1998.

Anche per il 1995 (così come accaduto nel 1994) infatti, soltanto sul finire dell'anno, attraverso una specifica previsione inserita nella "legge finanziaria" sono stati assicurati i necessari trasferimenti statali. Questo stato di cose ha prodotto ancora ed inevitabilmente una generale cautela nella gestione dei nuovi programmi e degli ordini che si è tradotta in una effettiva capacità di spesa inferiore alla previsione e quindi in un maggior avanzo rispetto a quello previsto.

Deve considerarsi poi l'incidenza, sull'avanzo di amministrazione, di quelle spese previste ma non ancora impegnate a causa della necessità dei tempi lunghi di realizzazione delle iniziative programmate. Ci riferiamo qui per esempio a quelle relative alla gestione di un "museo della scienza" da costruire a Teramo (ex legge n. 366/1990) che incide sull'avanzo per L. 3.645 milioni.

Infine occorre sottolineare come abbia concorso a formare l'avanzo di amministrazione il mancato avvio di alcune procedure di gara per fornitura finanziate in occasione dell'assestamento di Bilancio di novembre 1995 che possono stimarsi in complessivi 7.000 milioni di lire.

Per quanto riguarda le "partite di giro" della gestione di competenza, si osserva che esse hanno avuto un movimento compensativo di lire 413.429.341.510. L'importo è comprensivo dei movimenti relativi alla gestione decentrata dei fondi (circa L. 318.458.895.865 dovuti alla rotazione di fondi in tesoreria unica per operazioni delle Strutture periferiche), dei contributi previdenziali ed assistenziali a carico del personale dipendente, dalle somme dovute all'Erario per ritenute I.R.P.E.F. nonché dei depositi e cauzioni. Tra le partite di giro, si segnala in particolare, il capitolo acceso alle partite "in conto sospesi" contenente somme liquidate centralmente a fornitori esteri (C.E.R.N.) ed alla società DIGITAL E.C. per forniture di calcolo e contratti di manutenzione di elaboratori, di competenza delle Strutture periferiche, le quali sono successivamente girate nei fondi di funzionamento in tesoreria unica, mediante addebito ai relativi capitoli di spesa.

VARIAZIONI INTERVENUTE NELLE PREVISIONI DI ENTRATA E DI SPESA

Le *Entrate* (escluse le partite di giro) inizialmente previste in L. 452.300.000.000 hanno subito complessivamente variazioni incrementative per L. 3.404.283.328. Tali variazioni si riassumono nel seguente prospetto:

<i>n. delibera</i>	<i>entrate correnti</i>	<i>entrate conto capitale</i>	<i>totale</i>
CD 4972	- 888.400.000	0	- 888.400.000
CD 5051	- 10.912.202.500	257.708.181	- 10.654.494.319
CD 5141	3.750.234.051	627.077.412	4.377.311.463
CD 5222	4.431.739.016	6.138.127.168	10.569.866.184
	-----	-----	-----
<i>Totale</i>	- 3.618.629.433	7.022.912.761	3.404.283.328

Riassumendo quanto più ampiamente spiegato nelle relazioni illustrative delle predette delibere (allegate in appendice al Conto Consuntivo), si evidenzia che le predette variazioni si riferiscono:

- per le Entrate correnti, a permute e vendita di rottami per L. 14,6 milioni, a recuperi e rimborsi su spese di personale e rimborsi diversi per L. 1.337 milioni ed ai contributi di Enti e dell'Unione Europea per la realizzazione di programmi di comune interesse per L. 1.794 milioni nonché al contributo di L. 7.266 milioni di lire per l'intervento straordinario dello Stato a copertura degli oneri derivanti dall'applicazione del vigente contratto collettivo nazionale di lavoro (D.P.R. n. 171/1991) e al contributo di L. 2.200 milioni per l'anno 1995 per il "programma GARR", oltre a L. 140 milioni per contributi da parte delle regioni a programmi di ricerca, nonché a maggiori Entrate derivanti dal interessi su cartelle fondiarie provenienti da mutui concessi a dipendenti I.N.F.N. (D.P.R. 589/79).
- per le Entrate in conto capitale, esse si riferiscono principalmente ai movimenti in entrata relativi alla annuale gestione dei fondi di quiescenza e di previdenza cui corrispondono, nelle spese, prelevamenti dai fondi depositati presso l'I.N.A. in occasione della cessazione dal servizio dei dipendenti (L. 5.330 milioni).

Le *Spese* (escluse le partite di giro) inizialmente previste, in pareggio con le Entrate in L. 452.300.000.000, hanno subito variazioni incrementative per complessive L. 58.959.203.546 peraltro interamente compensate dalle maggiori Entrate di L. 3.404.283.328 e dall'utilizzo dell'avanzo di amministrazione dell'Esercizio '94 di L. 55.554.920.218. Tali variazioni si riassumono nel seguente prospetto:

<i>delibera n.</i>	<i>spese correnti</i>	<i>spese conto capitale</i>	<i>totale</i>
CD 4972	245.600.000	- 1.134.000.000	- 888.400.000
CD 5028	- 34.000.000	34.000.000	0
CD 5051	23.861.377.942	21.039.047.957	44.900.425.899
CD 5081	1.006.000.000	1.006.000.000	0
CD 5115	1.871.000.000	1.871.000.000	0
CD 5141	- 6.504.097.494	10.881.408.957	4.377.311.463
CD 5186	- 608.500.000	608.500.000	0
CD 5186	- 9.675.019.347	20.244.885.531	10.569.866.184
	-----	-----	-----
<i>Totale</i>	10.162.361.101	48.796.842.445	58.959.203.546