

La produzione delle griglie, sotto la responsabilità INFN, non ha presentato particolari difficoltà. Sono stati prodotti nelle tolleranze richieste due prototipi di Super Basket che, inviati al CERN, hanno permesso il montaggio del primo supermodulo (SM0) all'inizio di luglio. La procedura di gara è stata successivamente espletata e la serie ordinata in dicembre. I primi pezzi sono attesi per marzo 2003.

Il gruppo ha potenziato la propria attività sul computing (sono stati prodotti circa  $3 \times 10^5$  eventi sulla farm di PC di CMS Roma) e sull'analisi di dati simulati, con particolare riferimento ad eventi fisici che saranno indispensabili per calibrare il calorimetro nella sua collocazione finale. La partecipazione alla presa dati e l'analisi di dati raccolti su fasci di test ha costituito una parte consistente del programma di lavoro. Particolarmente significativo è il risultato del confronto tra costanti di calibrazione ottenute da misure su fascio e misure di light yield ottenute in laboratorio nonché il metodo sviluppato per la misura "on line" del guadagno degli APD. Gli APD del modulo su fascio di test sono stati alimentati con il prototipo finale del sistema di HV.

Con l'ingresso di due nuovi gruppi di Milano e Torino l'attività INFN su ECAL si è allargata. Al gruppo di Milano la collaborazione ha affidato la responsabilità del sistema di raffreddamento interno al rivelatore che è stato completamente ridisegnato e razionalizzato. Attualmente si sta studiando l'integrazione con l'elettronica che ha subito, a sua volta, diverse modifiche. A dicembre è stato ordinato un prototipo per il raffreddamento di un singolo modulo che verrà sottoposto a test di verifica nel corso del 2003. L'interesse del gruppo di Torino è rivolto alla parte VFE dell'elettronica di lettura e si è concretizzato, al momento, nell'installazione di un centro di test in sede per le schede prototipali attualmente in sviluppo.

#### **Rivelatore di Tracce (TRACKER)**

La produzione dei sensori, dopo la qualifica delle prime pre-serie, è entrata a regime: il test di massa dei diversi disegni procede nei centri di qualifica con i tempi previsti; i componenti principali della meccanica sono in produzione comprese le attrezzature per gli assemblaggi; in particolare è cominciato l'assemblaggio della meccanica del layer #3. Dopo una serie di test con schede di valutazione e con moduli finali sono stati qualificati i due prototipi di power supply ordinati nel 2001 e sono state definite le specifiche finali per i power supply; nel corso del 2002 sono stati consegnati e qualificati anche spezzoni di cavo speciale per distribuzione di HV e LV. Si sono definite le specifiche finali dell'optoibrido ed è stata lanciata la gara per la sua produzione. È stato completato con successo sia il test di sistema generale del tracciatore (sei moduli su una rod dell'outer barrel), sia il test di sistema specifico del tracciatore interno (tre moduli su una stringa nella configurazione meccanica finale del TIB). Sono stati organizzati due test, uno, al Cern, su fascio da 25ns ed uno con pioni e protoni di basso impulso al PSI, per

studiare effetti sottili dell'elettronica di lettura: misure di efficienza e tempo morto in presenza di particelle altamente ionizzanti (HIP).

Tutti i centri di produzione italiani hanno completato l'addestramento per la produzione ed il test dei moduli; ogni centro ha partecipato alla produzione ed al test di moduli di pre-produzione M200.

L'inizio effettivo della produzione è stato ritardato per le difficoltà legate allo sviluppo dell'ibrido di lettura; dopo varie iterazioni, il congelamento finale della tecnologia e degli ultimi dettagli dell'ibrido è avvenuto soltanto a novembre. A dicembre sono stati ordinati i primi 700 ibridi (nei tre disegni TOB-TEC-TIB) la cui consegna è prevista fra gennaio e marzo 2003.

Software e simulazione: messa a punto degli algoritmi per l'utilizzo del tracciatore nei trigger di alto livello (HLT); contributo alla preparazione del DAQ TDR; analisi dei dati di test beam.

#### **Rivelatore di Muoni (DT)**

La costruzione delle camere procede ormai secondo i ritmi stabiliti. La produzione di I-Beams e di lastre a Protvino e Dubna ha raggiunto il regime previsto nella pianificazione generale. A ottobre è stato raggiunto un "buffer" di componenti di circa 4 mesi rispetto alle esigenze previste nei siti di assemblaggio. 17 camere sono state assemblate a LNL su un totale di 56 (24 a CIEMAT e 15 ad Aachen); 36 camere sono stoccate al CERN (5 da LNL, 12 da Aachen, 19 da CIEMAT). Altre 10 saranno spedite da LNL al CERN a fine gennaio 2003. A partire da metà 2002 tutti i siti hanno raggiunto la velocità di produzione nominale di 18 camere/anno. La linea di assemblaggio di Torino è ancora in costruzione.

Nell'agosto 2002 è stato effettuato con successo un esercizio di installazione per camere MB2 (con culla di installazione orizzontale); l'esercizio è stato ripetuto in dicembre per camere MB2-MB3 in configurazione inclinata e capovolta. Sono state definite le lunghezze ed il layout dei cavi di alta tensione ed è stata avviata la produzione.

È stata definita una nuova sequenza di installazione per il 2003-2004 che tiene conto dei ritardi fin qui accumulati (linea di Torino e minicrates). La nuova sequenza è risultata compatibile con il piano generale di installazione di CMS.

Si è conclusa infine positivamente l'analisi dei dati del test beam dell'ottobre 2001. Questo test è stato il primo in cui una camera MB2 era accoppiata ad RPC in un fascio con struttura a "bunch" di 25 ns. Per quanto riguarda la simulazione c'è stata una partecipazione efficace ai gruppi PRS (coordinazione del Gruppo MU) e significativi contributi al primo volume del TDR di Fisica.

**Rivelatore di Muoni (RPC)**

Durante il 2002 è stata consolidata la procedura di costruzione e test delle gap e doppie gap di CMS, apportando notevoli miglioramenti alla qualità della produzione. Una nuova macchina automatica per l'incollaggio degli spaziatori entrata in funzione alla General Tecnica (GT) ha notevolmente accorciato i tempi di assemblaggio delle gap e annullato le imperfezioni causate precedentemente dalle operazioni manuali. Fino alla fine del 2002 CMS ha prodotto circa 400 gap utili per l'assemblaggio delle stazioni. Una procedura dettagliata per il controllo di qualità di gap e doppie gap è stata messa a punto presso GT.

Parallelamente è proseguito l'assemblaggio delle stazioni presso la Sezione di Bari, dove con l'aiuto di team bulgari e cinesi sono state approntate e testate 24 RB3 e 24 RB1. È stato anche fatto uno sforzo notevole per permettere alla GT di cominciare le attività di assemblaggio. A dicembre 2002 sono state completate le infrastrutture ed è stata assemblata la prima stazione RB2. È stato infine messo a punto un nuovo schema di produzione che comporta l'utilizzo di una seconda ditta per gli assemblaggi ed una più razionale distribuzione delle attività fra le istituzioni partecipanti. Il nuovo piano è anch'esso compatibile con il piano generale di installazione di CMS.

Un'intensa attività non prevista è stata portata avanti da luglio 2002 presso la GIF del CERN per testare in condizioni simili a quelle attese in CMS alcuni piccole RPC (50x50cm<sup>2</sup>) e due stazioni RB1 finali. I test sulle piccole RPC sono in fase avanzata ed una carica di 0.02 C/cm<sup>2</sup> è stata già integrata. Fino ad ora nessun particolare problema è stato segnalato e le performance delle camere non sono cambiate nel corso dell'irraggiamento.

**Calcolo**

In preparazione del DAQ-TDR sono stati prodotti in Italia 1.6M di eventi su un totale di 5.5M simulati per tutto CMS all'interno della produzione MC "Spring 2002". Nella coda di simulazione organizzata nella seconda parte dell'anno i centri INFN hanno contribuito con 1.5 M di eventi su un totale di 10 M.

Tutte le sedi italiane hanno il software di CMS installato e funzionante; molti siti stanno lavorando in modo coordinato e distribuito. L'installazione di alcuni "server" di analisi a Legnaro ed al Tier1 del CNAF ha permesso di esportare i data-base tra le sedi italiane e di aggiornarli periodicamente con il CERN.

Il Tier1 al CNAF è operativo per CMS. I 4 Tier2 prototipali sono operativi ed integrati nelle attività della Collaborazione. Uno di essi, Legnaro, è coinvolto nella fase di partenza del Progetto LCG sul Computing ad LHC. CMS Italia è fortemente coinvolta nei progetti GRID e nello

sviluppo di tools integrati per la produzione di eventi, in preparazione dei prossimi Data Challenge del 2003 e 2004. Lo "Stress Test" sul Testbed DataGrid con la produzione di 250K eventi ufficiali di CMS nel mese di dicembre 2002 è un esempio di questa attività. Hanno partecipato alle modifiche del software in preparazione ai nuovi tools di persistenza (POOL al posto di Objectivity) e alla nuova simulazione con GEANT4. Hanno pronti ad installare il nuovo software in tutte le sedi.

**LHC-B** (Gruppi INFN: Bologna, Cagliari, Ferrara, Firenze, Genova, LNF, Milano, Roma, Roma2)

Al fine di decidere l'utilizzo o meno del trattamento con olio di lino delle superfici delle RPC, è continuato nel 2002 un intenso programma di test di invecchiamento alla Gamma Irradiation Facility al CERN. Il sistema di monitoring e di controllo remoto realizzato a Firenze ha permesso di mantenere in funzionamento continuo le RPC da maggio a dicembre.

I risultati di questo test sono stati fondamentali in quanto hanno dimostrato un aumento notevolissimo della resistività degli elettrodi di bakelite delle RPC. In conseguenza di tale effetto la capacità di rate dei rivelatori si è dimostrata insufficiente a soddisfare le richieste di LHCb. Per questo motivo si è giunti alla importante decisione di abbandonare la tecnologia RPC e sostituirle con MWPC.

Nel corso del 2002 è continuato il lavoro di ingegnerizzazione del rivelatore a MWPC nei vari aspetti che lo compongono: la realizzazione di pannelli in schiuma strutturale ad alta planarità, lo studio della struttura dei catodi di lettura, il disegno delle barre di alta tensione e la componentistica relativa, la valutazione di colle adeguate. Parallelamente è andata avanti la definizione e la realizzazione del tooling per la preparazione delle camere e per i controlli di qualità della produzione dei rivelatori. È stato realizzato un apparato sperimentale per la misura dei coefficienti di Townsend in miscele gassose con il fine di migliorare la simulazione del comportamento delle camere a filo.

Nel corso del 2002 è stato completato il disegno della struttura di supporto delle camere e un elemento scala 1:1 di metà parete di M2 è stato costruito e installato presso LNF. Nel corso dell'anno, la programmazione delle attività ha avuto una ridefinizione temporale per lo slittamento in avanti della schedula di LHC. Alla fine del 2002, a causa dell'abbandono degli RPC, la collaborazione ha dovuto studiare una redistribuzione del carico di lavoro per la produzione di nuove camere.

Dopo la definizione dell'architettura del sistema, avvenuta fundamentalmente durante il 2001 e culminata nella stesura del TDR, il 2002 è stato dedicato alla realizzazione dei prototipi dell'elettronica di front-end e read-out.

Secondo programma, questo lavoro di prototipizzazione viene completato attraverso il test della prima catena di acquisizione completa, milestone stabilita per la fine dell'anno. La responsabilità riguardo alla realizzazione del sistema è interamente italiana, ad eccezione del disegno e realizzazione del CARIOCA (CERN), il circuito integrato che svolge le funzioni di Amplifier-Shaper-Discriminator nel front-end.

Sono state studiate le prestazioni temporali di rivelatori tripla-GEM utilizzando le camere 10x10 cm<sup>2</sup> su fascio al PS del CERN. Tali camere sono state equipaggiate con una FEE basata sul VTX/KLOE, che ha permesso di lavorare con una soglia di 2-3 fC.

Le migliori prestazioni in termini efficienza, che soddisfano le richieste dell'esperimento, sono state ottenute con le miscele di Ar/CF<sub>4</sub>/Iso-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> (65/28/7) e con Ar/CO<sub>2</sub>/CF<sub>4</sub> (45/15/40), per le quali sono state misurate risoluzioni temporali di 4.5 ns. È stata anche misurata la probabilità di scarica e di aging nelle GEM. La transizione dal regime di avalanche a quello di streamer può provocare fenomeni di scarica. Per stimare la durata media di un rivelatore sottoposto a frequenti fenomeni di scarica è stato effettuato nel maggio 2002 un test su fascio adronico ad alta intensità al PSI durante il quale 3 rivelatori 10x10 cm<sup>2</sup> hanno accumulato almeno 5000 eventi di scarica, equivalenti a 10 anni LHC, senza danni e senza deterioramento delle prestazioni temporali. Poco prima della fine 2002 è stato effettuato un pre-test di invecchiamento globale dei detector al laboratorio ENEA della Casaccia, utilizzando la sorgente di Co<sup>60</sup> da 25 kCi. Tale sorgente permetterà di simulare 10 anni ad LHCb in poco più di un mese. Il test di invecchiamento è previsto nella primavera 2003.

Sono stati realizzati dei test di invecchiamento dell'aerogel del RICH sotto irradiazione con protoni e neutroni, la pubblicazione finale è in preparazione. Nell'ambito dell'R&D per il nuovo disegno del "RICH1 light", a Milano sono stati prodotti 19 specchi compositi leggeri. Tutti sono stati misurati per le loro proprietà ottiche e due sono stati testati in atmosfera di gas C5F10. È stata osservata una deformazione correlata con la permanenza nel gas. Nel 2003 si faranno gli ulteriori test necessari per comprendere quale possa essere il meccanismo che determina il comportamento osservato.

Parte della collaborazione italiana ha lavorato alla stesura dell'EDR (Engineering Design Review) del Rich2. In particolare è stato curato il progetto dettagliato, sia dal punto di vista elettrico che

meccanico, di installazione dei fotorivelatori sia nel caso degli HPD che nel caso dei fotomoltiplicatori multianodo. È stato finalizzato il disegno dello schermo magnetico per il RICH.

Il trigger L0 dei calorimetri adronico ed elettromagnetico, è realizzato in collaborazione con il gruppo dell'IN2P3 di Orsay (Francia). Il gruppo italiano si occupa della realizzazione dell'elettronica (denominata Selection Crate) che implementa l'algoritmo di selezione dei cluster di maggiore energia utili al trigger, e della realizzazione del sistema di trasmissione in fibra ottica dal front-end al Selection Crate. Durante il 2002 è stato realizzato il prototipo di una delle schede di selezione dei cluster che costituiranno il Selection Crate. La logica secondo cui si deve operare la selezione dei cluster è stata implementata mediante dispositivi programmabili FPGA. Le prove di funzionamento hanno dimostrato l'adeguatezza della soluzione tecnologica adottata. Sono stati inoltre realizzati e collaudati con successo due differenti canali di trasmissione ottica, che differiscono per l'impiego di due diverse combinazioni di chip di protocollo seriale.

#### **TOTEM (Gruppi INFN: Genova, Roma2)**

L'attività di TOTEM ha visto nel 2002 la continuazione del lavoro di simulazione con studi sull'accettazione e sulle topologie di trigger e lo sviluppo della descrizione dell'apparato nel programma OSCAR di CMS.

La definizione delle specifiche e della filosofia del supporto di T1 e di una prima versione calcolata dello stesso. Lo studio delle caratteristiche dei materiali (pannelli compositi) e delle tecnologie di fabbricazione dei rivelatori (PCB di grandi dimensioni); la costruzione di prototipi funzionanti di CSC e RPC di dimensioni simili a quelle finali, con misure sul fascio che hanno confermato le ipotesi di funzionamento.

La costruzione, in collaborazione col gruppo del CERN, di rivelatori al silicio per validare la tecnologia dei rivelatori criogenici senza bordo, con misure che hanno dato ottimi ed originali risultati.

Durante l'anno è continuato insieme a CMS lo studio della configurazione migliore per la camera a vuoto che riguarda i rivelatori per il rate inelastico di TOTEM.

**Nuovi esperimenti****MEG** (Gruppi INFN: Ganova, Milano, Pisa)

MUG-TEST è stata una attività di R&D in vista di un esperimento per la ricerca del decadimento  $\mu \rightarrow e\gamma$  al PSI di Zurigo con una sensibilità sul rapporto di decadimento migliore di  $10^{-13}$ . Durante la prima parte del 2002 sono stati svolti test in Giappone su un prototipo di calorimetro elettromagnetico a Xenon liquido in stretta collaborazione tra i gruppi di Tokyo e Pisa. Mediante l'utilizzo di fotoni da 40 MeV, sorgenti radioattive e raggi cosmici, sono state studiate alcune delle caratteristiche di questo prototipo di calorimetro. In particolare si è misurata per la prima volta una buona trasparenza dello Xenon alla propria luce di scintillazione ( $\lambda_s > 1$  metro) dopo opportuna purificazione. Questa misura costituisce una prova della possibilità di realizzare un calorimetro a Xenon liquido di grande volume (800 litri) con ottima risoluzione energetica (4% FWHM per fotoni da 50 MeV). Nella seconda parte dell'anno è iniziato il progetto di una facility criogenica per lo studio dei fotomoltiplicatori da utilizzare nell'esperimento MEG. Il disegno della facility è ora completo. Parallelamente si è proceduto nello sviluppo di un prototipo di scheda di trigger basato sull'utilizzo di FPGA. Sono stati selezionati ed acquistati tutti i componenti della scheda. La simulazione degli algoritmi da implementare nell'FPGA è stata terminata. Si sta attualmente completando il disegno della board VME che deve ospitare l'FPGA. Ricercatori di tutti i gruppi italiani hanno partecipato ad un test-beam al PSI a novembre per lo studio delle caratteristiche del fascio di muoni. L'analisi dei dati ottenuti durante questo test beam è in corso.

L'attività MUG-TEST è da considerarsi conclusa con la presentazione della proposta MEG nel 2002.

**B-TEV** (Gruppi INFN: LNF, Milano, Pavia, Torino)

Le attività si sono principalmente concentrate su programmi di R&D per il Forward Tracker. Milano e Pavia si sono occupati dei rivelatori a microstrip al Silicio in avanti, Frascati dei rivelatori a straw e dei sistemi per il monitoraggio on-line della posizione. Torino ha caratterizzato alcuni prototipi di specchio per il rivelatore a RICH.

Giova in particolare ricordare il nuovo sistema di acquisizione dati sviluppato interamente da Milano per il test su fascio dei pixel. Si tratta di un nuovo sistema d'acquisizione completamente data-driven, basato su schede PCI intelligenti (con FPGA Altera), che diventerà lo standard di BTeV per tutta l'attività di R&D e test su fascio. Il sistema è stato recentemente completato e

corredato con un'interfaccia utente grafica. La versione finale del sistema è stata installata e provata con successo sul sistema di rivelatori a pixel al fascio di test del Fermilab. Milano ha poi assemblato e caratterizzato alcuni prototipi di ladder di rivelatori a microstrip utilizzando sensori Hamamatsu (Agile) e ST (CMS) di grandi dimensioni (9 \* 9 cm<sup>2</sup>). La lettura è eseguita tramite preamplificatori IDE, a loro volta acquisiti dal sistema di sviluppo IDE.

Frascati ha sviluppato un sistema di monitor di precisione per i rivelatori a microstrip che garantisce una precisione micrometrica nel posizionamento relativo ad un riferimento esterno. Alcuni sensori sono anche stati direttamente integrati nella struttura di supporti campione onde ottenere strutture auto-monitoranti. Parallelamente, il gruppo ha sviluppato un nuovo progetto per la meccanica degli straw vicini alla linea dei fasci con lo scopo di integrare direttamente nella struttura degli straw un supporto per le stazioni di microstrip, che coprono la zona di accettazione più interna. L'obiettivo finale è quello di ridurre drasticamente la quantità di materiale presente nel cono di tracciamento.

Pavia ha progettato lo stadio analogico del chip di FE delle microstrip. Le simulazioni dimostrano che il rumore atteso rientra con un ampio margine nelle richieste di BTeV. Sta ora collaborando, insieme a Milano, con il gruppo elettronico di Fermilab per la realizzazione del layout finale onde sottomettere in primavera un primo prototipo multicanale del chip con tutte le funzionalità. Pavia (Bergamo) ha dimostrato la fattibilità di un sistema di raffreddamento per il FE delle strip con gas. Il sistema basato su compatti dissipatori a micro-canali consente di eliminare i rischi derivanti dall'impiego dei comuni fluidi di raffreddamento. Ha iniziato la realizzazione di un prototipo per certificare i risultati delle simulazioni.

Torino ha caratterizzato le proprietà ottiche di alcuni prototipi di specchi leggeri utilizzando la strumentazione presente nel laboratorio apposito del CERN. I risultati confermano le specifiche fornite dai costruttori per due dei tre specchi provati, mentre hanno evidenziato un grossolano difetto di produzione del terzo che verrà prontamente sostituito dal costruttore.

#### **KOPIO (Gruppo INFN: Perugia)**

Nel corso del 2002 la collaborazione italiana ha compiuto importanti progressi nella definizione del trigger di primo livello dell'esperimento KOPIO, sia dal punto di vista della valutazione delle efficienze e delle velocità di conteggio dovute ai fondi, sia della sua struttura logica ed elettronica. In particolare è stato avviato il prototipaggio di un circuito per la riduzione del time jitter del segnale veloce proveniente dai rivelatori di sciame dell'esperimento e si sono iniziati a definire algoritmi di pattern recognition realizzabili in pipeline.

È stato sviluppato il software necessario per la simulazione di un rivelatore destinato a migliorare il contenimento degli sciami di fotoni a piccoli angoli (*inner liner*) e si sono definite le configurazioni di quest'ultimo che saranno studiate mediante simulazioni Monte-Carlo e mediante lo sviluppo di prototipi per verificarne la fattibilità tecnica.

La collaborazione internazionale continua a portare avanti un vigoroso programma di sviluppo degli elementi critici del fascio e dei rivelatori. Il livello di dettaglio raggiunto nella progettazione e nei test dell'esperimento consentiranno di portarne a termine la costruzione in meno di 4 anni a partire dal momento in cui saranno disponibili fondi per la costruzione.

### Conclusioni

Le attività 2002 di competenza della CSN1 sono state descritte con qualche dettaglio. Gli impegni finanziari sono riportati nella tabella seguente.

#### RIEPILOGO IMPEGNI FINALI DELLA CSN1 - ANNO 2002

Linee di ricerca	Impegni 2002 (in K€)
LHC	14513,5
P-Pbar	2051,5
LEP	334
CP-K	1869,5
CP-B	4514,5
E+-P	690,5
DIS e decadimenti rari	1424,5
Dotazioni	3302
<b>Totale</b>	<b>28700</b>

# FISICA ASTROPARTICELLARE E DEI NEUTRINI

## Relazioni di attività 2002

Le ricerche e gli esperimenti di competenza della Commissione Scientifica II<sup>a</sup> riguardano la fisica astroparticellare e dei neutrini. Le problematiche scientifiche sono distribuite su un ampio spettro, e sono talvolta complementari a quelle affrontate con gli esperimenti alle grandi macchine acceleratrici. Alcuni di questi esperimenti prevedono tempi di misura molto lunghi: si tratta di veri e propri osservatori che ricercano fenomeni molto rari, talvolta non ancora osservati, che hanno origine al di fuori della terra: neutrini dal sole, nuove particelle di origine cosmologica, esplosioni di supernovae, eventi rari nella radiazione cosmica ordinaria, onde gravitazionali.

In una suddivisione schematica si possono distinguere i grandi esperimenti ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS), le misure di processi rari a bassa energia, lo studio della radiazione cosmica in superficie e nello spazio, la fisica dei neutrini con fasci da acceleratori o reattori, la ricerca di onde gravitazionali e la fisica generale, che riguarda aspetti fondamentali della elettrodinamica e della meccanica quantistica.

Le misure di eventi molto rari implicano sensibilità tali da richiedere rapporti segnale/rumore non ottenibili in presenza del rumore di fondo causato nei rivelatori da eventi indotti dai raggi cosmici: i LNGS, 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 nella ricerche in corso.

L'attività sperimentale viene svolta presso molti altri laboratori: le ricerche sulle onde gravitazionali sono condotte presso i Laboratori di Frascati e di Legnaro, al CERN e presso l'European Gravitational Observatory (EGO); gli esperimenti sulla radiazione cosmica sono in corso in Argentina e in Tibet, in Bolivia e nelle Canarie, per le favorevoli condizioni meteorologiche, di altitudine e latitudine. Due siti sottomarini nel Mediterraneo fanno da scenario a nuovi esperimenti e proposte.

Se da un lato la Commissione ha sempre verificato che gli esperimenti venissero effettuati nelle sedi più adatte al raggiungimento degli obiettivi scientifici, essa ha costantemente stimolato attività che implicassero un potenziamento scientifico e tecnologico delle strutture dell'INFN: ai LNF l'esperimento ROG, ai LNL gli esperimenti AURIGA e PVLAS hanno indotto uno sviluppo delle tecnologie criogeniche e superconduttive.

Due iniziative per la ricerca di antimateria primordiale nell'universo stanno installando rivelatori su satelliti e sulla stazione spaziale internazionale (ISS). Altri due esperimenti spaziali riguardano il campo della astronomia gamma ora in grande espansione. L'utilizzo di questi nuovi

"laboratori" per ricerche di fisica fondamentale implica anche l'impiego di nuovi metodi e procedure nella progettazione e costruzione degli apparati.

Questa complessa attività scientifica impegna circa 650 fisici italiani, di cui quasi la metà sono impegnati negli esperimenti presso i LNGS.

Nell'ambito dei circa 40 esperimenti del 2002, si devono segnalare:

- l'inizio della costruzione dell'esperimento OPERA per lo studio delle oscillazioni di neutrino mediante il fascio CNGS;
- la preparazione per l'installazione del modulo da 600 tonnellate di ICARUS presso i LNGS;
- la fase finale dell'installazione di BOREXINO presso i LNGS. Si attende la soluzione delle vicende legate alle sicurezze per poter procedere alla fase operativa
- la realizzazione di CUORICINO, il più grande array di cristalli (42 kg di TeO<sub>2</sub>) dedicati al decadimento doppio beta;
- il completamento della costruzione dell'esperimento spaziale PAMELA, pronto per volare nel 2003;
- il raggiungimento di sensibilità e stabilità di operazione senza precedenti dei rivelatori di onde gravitazionali EXPLORER e NAUTILUS;
- la fine della costruzione dell'esperimento VIRGO a Cascina, nel sito del consolidato European Gravitational Observatory (EGO).

La scoperta del fenomeno delle oscillazioni di neutrino può essere considerata di portata rivoluzionaria per la fisica delle particelle. L'interesse nel realizzare esperimenti con fasci artificiali di neutrini da lunga distanza ha portato alla definizione del programma sperimentale per il fascio dal CERN ai LNGS ed all'esperimento OPERA, utilizzando emulsioni nucleari per la rivelazione del decadimento del  $\tau$ , oltre a rafforzare le motivazioni dell'esperimento ICARUS. Le indicazioni attuali favoriscono una regione dello spazio dei parametri ( $\sin^2 2\theta, \Delta m^2$ ), che richiede ai rivelatori sensibilità molto spinte. La Commissione ha programmato ad inizio 2003 una riunione tematica per discutere della attuale e della nuova generazione di esperimenti di fisica del neutrino.

La Commissione ha ricevuto ed ha discusso nella sua riunione di Settembre un grande numero di esperimenti richiedenti finanziamenti nel 2003. In particolare è consolidata l'importanza di esperimenti di tipo spaziale nell'ambito delle attività INFN. Essi riguardano l'astronomia gamma, lo studio della radiazione cosmica, la ricerca di antimateria, la ricerca di materia oscura, la ricerca delle interazioni di neutrini di alta energia e la ricerca di onde gravitazionali. Lo sviluppo dei rivelatori che è stato portato avanti dall'INFN essenzialmente per gli esperimenti ad acceleratori, ad es. quello relativo ai rivelatori a semiconduttore, quando inserito ed utilizzato in esperimenti nello spazio, porta ad un grande aumento delle potenzialità degli esperimenti ed all'ottenimento di numerosi risultati scientifici di notevolissimo interesse. Il costo di questi esperimenti è particolarmente elevato; è necessaria la collaborazione con le agenzie spaziali italiane, europee, americane, con complessi problemi di programmazione, di conduzione dei progetti e di divisione del finanziamento per gli esperimenti.

**BILANCIO CONSUNTIVO 2002**

I fondi disponibili durante tutto il 2002, per un totale di 21.6 ME, sono stati ripartiti come illustrato nella tabella.

*(in milioni di Euro)*

Linee di Ricerca	Finanziamento
grandi esperimenti ai LNGS	6,0
processi rari a bassa energia	0,6
studio della radiazione cosmica	10,1
fisica del neutrino	0,5
ricerca di onde gravitazionali	2,4
fisica generale	0,2
fondi di dotazione	1,8
<b>totale</b>	<b>21,6</b>

Risulta evidente l'impegno dell'INFN per la sperimentazione presso i LNGS, a cui si riferiscono le prime due linee di ricerca ed una piccola parte della terza. Risulta anche evidente l'impegno negli studi sulla radiazione cosmica.

**GRANDI ESPERIMENTI NEL LABORATORIO SOTTERRANEO DEL GRAN SASSO**

I programmi scientifici degli esperimenti che si svolgono presso i LNGS potrebbero tradizionalmente essere distinti in due linee diverse: "fisica delle interazioni fondamentali e delle particelle elementari" e "astrofisica". In realtà i due aspetti sono sempre più connessi, sì che lo stesso esperimento, studiando lo stesso processo può dare risposte che riguardano entrambi. Le ricerche sulla "materia oscura" nell'universo hanno certamente interesse astrofisico, ma riguardano anche la scoperta di nuove particelle elementari o di proprietà fondamentali di particelle note; le misure del flusso dei neutrini solari permettono di verificare la descrizione delle reazioni termonucleari e dei meccanismi di trasporto di energia nel sole, ma anche di cercare con grande sensibilità le oscillazioni tra neutrini.

**GNO**

L'esperimento GNO è da considerare come un osservatorio permanente dedicato alla misura del flusso di neutrini solari tramite un rivelatore contenente 30 tonnellate di Ga sotto forma di soluzione di GaCl<sub>3</sub>, analizzato radiochimicamente per rivelare la presenza dei nuclei di <sup>71</sup>Ge