

È stato realizzato un nuovo contenitore per il diffusometro DEWAS, di cui è stata testata la resistenza alle alte pressioni fino a 3500 mt con risultato soddisfacente. Per le finestre ottiche sono stati testati due anelli circolari in un solo pezzo di quarzo, che non hanno retto oltre i 1500 metri, ed un anello di plexiglass che non ha dato alcun problema. Si sta realizzando un anello di quarzo in sei settori in modo da poter resistere alle maggiori pressioni. Si è realizzata la sorgente a quattro colori. Si è realizzato il rivelatore di misura e quello di confronto. Si è realizzato il sistema di movimentazione di sorgente e rivelatore.

Nel corso del 2000 sono state effettuate due campagne oceanografiche per il recupero della strumentazione posizionata sul sito di Capo Passero. In agosto è stata recuperata la stazione di fondo per la misura dell'effetto della crescita biologica e della sedimentazione sulle sfere in vetro posizionata a 3400 m dal dicembre 1999. La stazione ha preso dati per circa 60 giorni; successivamente, come è stato riscontrato al suo recupero, la corrosione su uno dei suoi elementi ha provocato un ingresso di acqua che ne ha interrotto il funzionamento. Nel corso della seconda metà del 2000 si è proceduto alle necessarie riparazioni. La stazione sarà nuovamente posizionata sul sito nel giugno-luglio 2001.

L'esperimento PACO si è concluso avendo raggiunto gli obiettivi previsti. È stato infatti realizzato un prototipo di rivelatore, basato sul principio del convertitore parametrico, in grado di rivelare spostamenti periodici delle pareti del rivelatore con una sensibilità relativa:

$$\Delta L / L = 3 \cdot 10^{-20} \text{ Hz}^{-1/2}$$

Tale risultato è stato ottenuto con la seconda cavità realizzata per l'esperimento, la quale, grazie anche all'esperienza accumulata con il primo prototipo, non ha i difetti di fabbricazione che hanno fortemente limitato le caratteristiche elettriche di quest'ultimo. Il fattore di merito ottenuto in tale dispositivo è stato infatti pari a $2 \cdot 10^8$, alla temperatura di 4.2 K, e $2 \cdot 10^9$ @ 1.8 K (valore teorico BCS circa $3 \cdot 10^{10}$). Tale valore del fattore di merito corrisponde ad una resistenza superficiale residua di $2.5 \cdot 10^{-7}$ ohm @ 1.8 K. La misura della sensibilità limite è stata effettuata con un'energia elettromagnetica immagazzinata in cavità pari a 1.8 Joule, che corrispondono, per la data geometria del risonatore, ad un campo magnetico di picco di superficie di circa 600 gauss. Tali risultati rappresentano un significativo passo in avanti rispetto a quelli ottenuti con il primo prototipo e di fatto segnano il raggiungimento degli obiettivi del progetto in questa prima fase di sperimentazione (1998-2000). Nel corso della sperimentazione sono stati ottenuti i seguenti risultati intermedi:

1. È stato messo a punto un prototipo di elettronica di rivelazione che sfrutta il sistema a quattro porte sviluppato nell'ambito dell'esperimento;
2. Tale elettronica garantisce 140 dB di reiezione del modo fondamentale con un guadagno di 70 dB rispetto al sistema a due porte di Melissinos et al.;

3. È stato misurato lo spettro delle risonanze meccaniche del risonatore evidenziando un ottimo accordo con le simulazioni numeriche effettuate con Ansys;
4. La misura ha evidenziato come al disopra dei 10 kHz lo spettro meccanico del risonatore coincida con ottima approssimazione con quello previsto dai ricercatori del gruppo ed ipotizzato per la valutazione del contributo a tali frequenze del rumore prodotto dalle fluttuazioni termiche delle pareti;
5. È stata elaborata una tecnica di calibrazione della sensibilità del rivelatore basata sulla misura diretta della variazione di frequenza indotta dalle perturbazioni meccaniche.

Tali risultati permettono di cominciare a guardare ad una possibile applicazione del dispositivo sviluppato sia ad un rivelatore per onde gravitazionali, sia ad applicazioni anche in altri campi. Perché tali possibilità si concretizzino in una proposta di esperimento è necessaria una ulteriore fase di R&D che è stata proposta per il triennio 2001-2003.

Il programma di ricerca dell'esperimento A.E.A. (Acoustic Emission Absorption) fin qui svolto ha riguardato la caratterizzazione dell'acciaio Maraging diffusamente impiegato nella costruzione dei Superattenuatori dell'interferometro VIRGO. I risultati ottenuti dallo studio delle caratteristiche meccaniche in funzione dei trattamenti termici e superficiali delle molle a lama usate sui filtri sismici di VIRGO, sono di notevole interesse per questo tipo di applicazioni e sono riportati nel nostro articolo "The Maraging steel blades of the VIRGO Superattenuator" (Meas. Sci. Tech. 11 (2000), 467-476). Questa ricerca ci ha permesso di ottimizzare i trattamenti termici e superficiali del Maraging per ridurre il rumore dovuto al creep (rilassamento su lunga scala temporale di strutture meccaniche sottoposte ad alto stress) che può mascherare i deboli segnali delle Onde Gravitazionali.

Attualmente stiamo mettendo a punto, attraverso la tecnica non distruttiva dell'Emissione Acustica, un sistema di caratterizzazione dei segnali dovuti al moto delle dislocazioni all'interno del reticolo cristallino (moto responsabile del rumore di creep). Se in futuro dovessimo riuscire a localizzare, con la tecnica di triangolazione dei segnali provenienti dai sensori di EA (misure preliminari sono attualmente in corso), la sorgente degli eventi di creep, si potrebbe pensare di realizzare un sistema di veto da utilizzare nell'interferometro VIRGO.

ACCELERATORI

L'attività si sviluppa seguendo consolidate linee di ricerca in cui i gruppi tradizionalmente hanno ruoli guida:

- ❖ Studi teorici in fisica degli acceleratori
- ❖ Dinamica fasci

- ❖ Simulazioni
- ❖ Studio analitico di componenti
- ❖ Sorgenti
- ❖ Cavità acceleranti
- ❖ Superconduttori
- ❖ Tecnologie di diagnostica fasci
- ❖ Sorgenti X
- ❖ Raffreddamento fasci di ioni mediante elettroni o laser
- ❖ Metodologie quantistiche e stocastiche in Fisica degli acceleratori
- ❖ Strutture acceleranti per adroterapia
- ❖ Sorgenti di ioni e fotoiniettori ad alta brillantezza
- ❖ Laser al femtosecondo per acceleratori di particelle a plasma.
- ❖ Dinamica dei fasci e tecniche di polarizzazione
- ❖ Fasci ad alta intensità
- ❖ Film superconduttivi

Collaborazione LIBO - Studi teorici avanzati di strutture acceleranti; acceleratori di protoni con caratteristiche uniche. Studi di acceleratori compatti (a misura di ospedale) che possano raggiungere energie (fino a 220MeV) per le applicazioni di terapia adronica nella cura dei tumori. Il primo modulo di LIBO è stato progettato per dare 12MeV; al test si è dimostrato capace di dare un guadagno di 20 MeV.

Nell'ambito dell'esperimento ECLISSE è stata studiata e realizzata una *sorgente di ioni ad alto stato di carica e accoppiamento con sorgenti ECR.*

L'esperimento si è svolto su due linee differenti:

- a) Presso l'IPPLM di Varsavia è stato studiato l'effetto del campo magnetico sul processo di emissione ionica indotta da laser su bersagli metallici e l'effetto del campo elettrico.
- b) Presso i LNS è stato studiato il processo di erosione laser e di emissione di particelle ionizzate e neutre, nonché la minimizzazione dell'energia degli ioni.

L'attività svolta nel 2000 è sintetizzata qui di seguito:

- Completamento dei tests presso l'IPPLM di Varsavia, con particolare riguardo alla minimizzazione dello spread energetico, per differenti dimensioni del fascio laser incidente sulla targhetta.
- Tests e caratterizzazione del laser presso i LNS, utilizzando una camera di prova (non attrezzata con IEA e set di collettori, ma solo con uno o due collettori).

- Costruzione camera sperimentale per tests off-line presso i LNS, in modo da caratterizzare il processo di produzione dei fasci di ioni intensi ed ottimizzare il processo di accoppiamento tra sorgente laser ed ECRIS.
- Studio del processo di ionizzazione successiva mediante codici di calcolo basati sull'equazione di bilancio nel plasma, forniti dal JINR.
- Studio della produzione ed estrazione di fasci a carica multipla, con neutralizzazione della carica spaziale.

Tutti questi punti sono stati affrontati in modo soddisfacente, tranne l'effetto del campo elettrico che non ha dato risultati chiari e sarà ripetuto nel 2001 ai LNS con un alimentatore più potente.

In effetti, alcuni dei punti sopra esposti sono stati studiati con netto anticipo sui tempi previsti, il che ha permesso di dare spazio a misure di interesse interdisciplinare come lo studio approfondito del processo di etching dal metallo, che ha un limitato interesse per quanto riguarda l'esperimento ECLISSE, ma che è di grande interesse per la fisica dei materiali. Nei prossimi anni tale studio potrebbe essere un interessante spin-off dell'esperimento ECLISSE.

MQSA - studi di dinamica collettiva e stocastica di fasci di particelle con metodologie simil-quantiche. Dinamica dello spin. Test di meccanica quantistica (interazione Stern-Gerlach) insieme con BNL e MIT-Bates. Problemi legati all'alta intensità: fusione inerziale e reattori a fissione attivati da neutroni di spallazione: quest'ultimo lavoro viene svolto in prevalente collaborazione con GSI. Produzione di anti-idrogeno.

Studi sui superconduttori: esperimento CATRAME. La transizione allo stato normale di un filo o di un cavo superconduttore è un processo continuo e graduale. L'esperimento ha portato allo sviluppo di una descrizione della transizione.

Le disomogeneità dei filamenti (disuniformità nella sezione, danni localizzati) portano a variazioni della densità di corrente critica che, vicino alla transizione, inducono una ridistribuzione della corrente tra i filamenti stessi. Il meccanismo di trasferimento di corrente ha portato anche ad evidenziare l'esistenza di altri fattori che possono influenzare il valore dell'indice di transizione: in particolare la disomogeneità del campo magnetico (in genere non trascurabile per via dell'autocampo), influenzando sulla corrente critica, provoca un trasferimento di corrente esattamente come nel caso della degradazione meccanica. Questo spiega perché, misurando la corrente critica di cavi ad alta corrente, si osservano indici di transizione più bassi rispetto a quelli misurati sui singoli fili che compongono i cavi: in questi casi si ha una forte disomogeneità di campo dovuta ad elevati valori di autocampo (talvolta dell'ordine del tesla).

Recenti misure su cavi indicano che una maggiore resistenza tra i fili, ostacolando il trasferimento di corrente, porta a valori di n di poco inferiori a quelli misurati sui singoli fili. Queste considerazioni portano a concludere che l'indice di transizione non

può essere banalmente considerato un indice della qualità del conduttore, in quanto è sensibile anche alla disomogeneità del campo magnetico e di conseguenza alla geometria del conduttore ed alla configurazione sperimentale scelta per la misura (conduttore singolo, conduttori accoppiati anti induttivamente, ecc.).

I risultati dell'esperimento, oltre ad aver chiarito alcuni aspetti del meccanismo di transizione dei fili e dei cavi superconduttori, hanno stabilito che esiste una correlazione di uno dei parametri misurabili (l'indice di transizione) con la configurazione di misura, con la geometria del cavo e con la resistenza interstrand. Ciò risulta di notevole utilità per l'interpretazione delle misure di corrente critica ed in particolare di quelle eseguite su conduttori di grande dimensione con correnti elevate, quali quelli impiegati nei magneti per LHC, ATLAS e CMS.

SMMS - Costruzione di un microscopio basato su SQUID, di alta risoluzione spaziale e sensibilità, per l'osservazione di flussoni e della loro localizzazione ed interazione con i difetti in materiali Superconduttori. Nel corso del 2000 si è conclusa la costruzione del microscopio magnetico a SQUID, ma tale apparato non è risultato immediatamente operativo, richiedendo invece una lunga opera di messa a punto. Nella relazione precedente, a giugno 2000, si erano messi in luce i problemi di raffreddamento dello SQUID e di altre parti del criostato. Tali difficoltà sono state risolte, cosicché il chip raggiunge ora la temperatura richiesta in maniera regolare. Non è però possibile effettuare misure a temperatura elevata e ad alta risoluzione, in quanto lo SQUID risente del riscaldamento del porta campioni, se in contatto o in stretta prossimità con esso. Modifiche sono state apportate all'elettronica dello SQUID, per accoppiarla al particolare micro SQUID in uso. I miglioramenti ottenuti sono parziali e non permettono l'uso ottimale del sensore. La perdita nel rapporto segnale/rumore non dovrebbe superare un fattore due; tale situazione viene accettata a causa del ridotto budget e dei ritardi nel programma.

ESPERIMENTO SAFTA - I temi di particolare importanza del gruppo SAFTA riguardano le seguenti attività:

- Realizzazione delle corrugazioni dell'intera camera da vuoto della macchina acceleratrice LHC del CERN di Ginevra, in base allo studio delle onde superficiali prodotto da rugosità;
- Applicazione dell'effetto dei fori di pompaggio sui campi scia alla camera da vuoto della macchina acceleratrice LHC del CERN di Ginevra;
- Determinazione di un campo elettromagnetico risonante parassita "intrappolato" nella sezione di interazione della macchina acceleratrice LHC del CERN di Ginevra;
- Applicazione dello studio dei BPM (Beam Position Monitor) per la realizzazione e relativa installazione sulla macchina acceleratrice LHC del Cern di Ginevra.

INTERDISCIPLINARE

- ❖ Dosimetria, microdosimetria
- ❖ Effetti delle radiazioni ionizzanti sui sistemi biologici
- ❖ Contatti con medici, contatti con l'industria
- ❖ Position sensitive detectors
- ❖ Applicazioni di piccoli acceleratori
- ❖ Analisi beni culturali, analisi di reperti di interesse artistico, archeologico, storico
- ❖ Misuratori di flusso per fasci radioterapici
- ❖ Sviluppi ed applicazioni per lo spazio.
- ❖ Le applicazioni di astro particelle, astronomia, space science, biofisica nello spazio sono in crescita e con queste quality assurance, space qualification, sviluppi di elettronica di bassa potenza resistente alle radiazioni, effetti biologici di radiazioni, schermaggi, applicazioni di tecniche nucleari e di rivelazione; sono evidenti le potenziali di ricadute industriali.
- ❖ Rivelatori, elettroniche, tecniche di calcolo dedicati a:
 - Imaging medico; imaging farmacologico; imaging neurobiologico
 - Radiologia digitale, Diagnostica X, Mammografia
 - Scintigrafia, Tomografi positroni
 - PET, SPECT
 - Effetti biologici da radiazioni ionizzanti
 - Acceleratori per la terapia oncologica
- ❖ Identificazione di esplosivi con sorgenti di neutroni
- ❖ Monitoraggio ambientale

ESPERIMENTO FREEDOM/LNF 1) Sviluppo di un nuovo procedimento elettrolitico per la "ipercarica" di Idrogeno (e successivamente Deuterio) in Palladio filiforme. Risultati, per la prima volta in tale linea di ricerca, RIPRODUCIBILI. Esperimenti riprodotti a: Pirelli Ricerca-Avanzata (Milano), Stanford Research Institute International (USA). Lettere ufficiali di "ringraziamento" inviate al Presidente dell'INFN. 1998-1999: 2) Scoperta di 2 nuove Specie batteriche nell'acqua pesante usata negli esperimenti del punto 1). I batteri scoperti sono dei Generi: Ralstonia, Stenotrophomonas. Assegnati dai ricercatori dell'esperimento ad entrambi, come nomi di nuove specie: "detusculanense" (de → Deuterio; tusculanense → nome latino di Frascati, i.e. Tusculum). I batteri del genere Ralstonia hanno mostrato una spiccata capacità di sopravvivenza in brodi di coltura "avvelenati" con grossi quantitativi (concentrazioni >> del m Molare) di metalli pesanti e/o Sr. Provati finora: Hg, Cd, Co, Ni, U (Remediation). Tali batteri inoltre, in opportune condizioni ambientali, producono H₂ gas utilizzando gli alimenti del brodo di coltura e luce solare "attenuata" (circa 10% dell'irraggiamento solare). Produzione tipica di 5ml/l/hr con valori di picco fino a 600ml/l/hr.

Nel 2000 è iniziata la costruzione dell'apparato Alteino/Sileye3 per lo studio dell'ambiente radioattivo e dei raggi cosmici a bordo della stazione spaziale internazionale. Il prototipo è già stato provato su fascio ed è attualmente in corso la fase di integrazione che terminerà con ulteriori test su fascio ad Uppsala (Svezia) prima dei test in Russia. Il lancio è previsto per l'inizio del 2002. Questo esperimento segue una serie di sviluppi che hanno portato strumenti che applicano tecniche sviluppate per esperimenti di particelle agli acceleratori ad essere applicati nello spazio. In particolare Sileye ha volato per più di 1000 ore sulla MIR ed ha dato importanti informazioni sull'irraggiamento in orbita di astronauti e strumentazione.

È cominciata la realizzazione del Flight Model del rivelatore Altea/Sileye-4, costituito da un casco ad ampia area per lo studio, a bordo della stazione spaziale, della radiazione e del fenomeno dei lampi di luce da parte degli astronauti. Il casco è costituito da rivelatori al silicio ed è accoppiato ad un elettroencefalografo ed uno stimolatore visivo per lo studio della risposta degli astronauti all'ambiente radiattivo nello spazio.

Nel corso del 2000 il gruppo MGR (Muon Ground Radiography) ha portato a termine il disegno di due tipi di rivelatori:

- per fori di perforazione nel sottosuolo;
- per cavità naturali con possibilità di accesso.

La misura dei muoni cosmici nel terreno permette di ottenere una mappa delle densità delle strutture sovrastanti lo strumento di misura in un raggio pari alla profondità raggiunta: si possono così analizzare siti di interesse archeologico o di ingegneria civile per indirizzare i successivi scavi.

Sono state realizzate 8 camere a barre di scintillatore plastico con fibre WLS (140x35x3 cm³ con 16 elementi ciascuna) e foto-moltiplicatori multi-anodo Hamamatsu R5900-M16 (inclusi nelle camere) per test con raggi cosmici in laboratorio. Due prototipi in formato ridotto con 64 fibre scintillanti ciascuno, letti da fototubi Hamamatsu a 64 pixel R5900-M64, hanno permesso di ottimizzare elettronica e raccolta di luce. L'elettronica è basata su chip VLSI VA32_75 e TAN per registrazione dei segnali dei fototubi.

Per questa metodologia di radiografia del sottosuolo è stato già manifestato interesse in applicazioni quali la prospezione per l'avanzamento degli scavi per le metropolitane romane, l'individuazione di zone ricche di reperti archeologici o anche per ricognizione di terreni o strutture costruite a rischio di crolli per cavità di erosione.

L'esperimento nell'ambito interdisciplinare della auto-radiografia MAMA registra progressi notevoli; è uscito dalla fonderia IBM il chip Medipix2 ad altissima granularità ed è ora in fase di test.

Il sistema per auto radiografia digitale BETAvue, basato per ora sul chip Medipix 1, ha prodotto sequenze di immagini che mostrano, per la prima volta, la cinetica di incorporazione di un aminoacido (marcato con C_{14}) in cellule uovo in crescita.

Esperimento Med-46 / L46: è stata una collaborazione tra le Sezioni INFN di Pisa, Napoli e Cagliari. Nel giugno 2000 è iniziata l'applicazione della Legge 46/art.10, relativa al progetto di Imaging Mammografico Integrato.

È stato sviluppato un sistema per l'imaging digitale in campo medico, basato sulla rivelazione del singolo fotone; il sistema si basa su rivelatori a pixel, connessi "bump-bonding" a un chip VLSI (Photon Counting Chip), sviluppato dal gruppo di Microelettronica del CERN per la collaborazione Medipix. Il rivelatore, che è stato realizzato su substrati sia di Silicio sia di Arseniuro di Gallio, risulta composto da una matrice di 4096 pixels, ciascuno di lato 170 micron. Il sistema ha rivelato fotoni nell'intervallo 10-140 KeV, ovvero applicazioni nel campo della Mammografia e della Medicina Nucleare, realizzando immagini di fantocci significativi nei rispettivi campi di applicazione.

L'attività della collaborazione CALMA è consistita nella realizzazione di:

- un database di circa 4800 mammografie digitalizzate a 12 bit con passo di 85 micron e corredate di referti radiologici ed istologici che attualmente costituisce il più grande database mammografico europeo;
- programmi per l'analisi automatica delle immagini mammografiche basati su reti neurali capaci di riconoscere tipo di tessuto, lesioni massive e clusters di microcalcificazioni con buoni valori di sensibilità e specificità;
- una stazione integrata che permette di digitalizzare, archiviare ed analizzare le immagini mammografiche e di eseguire statistiche, attualmente in fase di trial clinico ed utilizzo come stazione didattica presso diversi ospedali italiani.

Nell'ambito dell'esperimento DESR, dedicato alla messa a punto di una tecnica radiografica di cancellazione tissutale basata sull'ottenimento di due sole immagini radiografiche di partenza, si sono ottenute coppie di immagini ad energie comprese tra 17 e 36 keV con fantocci plastici contenenti dettagli a tre componenti. I fantocci utilizzati sono stati di due tipi, senza e con sovrapposizione di materiali. Le immagini ottenute a Trieste sono state ad ampio campo e hanno utilizzato fasci di luce di sincrotrone insieme a tre tipi diversi di rivelatore: un rivelatore lineare single-photon counting a microstrip di silicio, una lastra di fosfori "a memoria" per impiego diagnostico, e un assembly costituito da rivelatore CCD accoppiato a scintillatore più telecamera. Nei laboratori del Dipartimento di Fisica di Ferrara sono state acquisite immagini a diversa energia utilizzando fasci quasi monocromatici prodotti dalla diffrazione di Bragg con monocromatore a mosaico e fasci generati da un tubo a raggi X con anodo di tungsteno; il rivelatore 2D impiegato è stato un CCD direttamente accoppiato a uno scintillatore. Le immagini sono state processate per annullare il contrasto generato da diverse coppie di materiali.

I risultati ottenuti sono stati incoraggianti. Lo studio dell'annullamento del contrasto in fantocci con sovrapposizione di materiali ha mostrato, sia con luce di sincrotrone sia con fasci quasi monocromatici, che è possibile realizzare una tecnica radiografica di cancellazione tissutale basata sull'ottenimento di due sole immagini radiografiche di partenza, a bassa e ad alta energia. È stato effettuato uno studio dell'annullamento del contrasto al variare della differenza tra le due energie, confrontando i risultati sperimentali con quelli derivanti da simulazioni e previsioni teoriche.

Attività legata all'ADROTERAPIA

AterII-Tlip, Rivelatori TL per ioni leggeri e protoni

La dosimetria TL, che utilizza diverse molecole bersaglio, rimane ancora oggi un sistema affidabile e con caratteristiche confrontabili, se non superiori, con quelle di altre tecniche di dosimetria delle radiazioni ionizzanti di tipo relativo. Nel caso dell'uso terapeutico di radiazioni ionizzanti di diversa natura è fondamentale la misura di dosi anche inferiori a 10 Gy con incertezza complessiva non superiore al 5%, e ricavare profili di valori relativi di dose sull'asse del fascio incidente o su un piano ad esso perpendicolare. A tale scopo, il contributo dovuto alle incertezze di tipo stocastico non dovrebbe superare il 3-4%, valore non facilmente ottenibile per esempio oggi anche con dosimetri alanina/ESR, soprattutto a causa di fluttuazioni intrinseche nel segnale ESR di dosimetri non irradiati. Per quanto riguarda la dosimetria a termoluminescenza (TL), i rivelatori a LiF con diverse impurezze sembrano essere i più adatti anche in relazione alle altre caratteristiche di risposta (linearità, fading, omogeneità). Nell'ambito del progetto sono utilizzati dosimetri a termoluminescenza LiF:Mg,Ti e LiF:Mg,Cu,P reperibili in commercio per il confronto delle glow curve in seguito ad irraggiamento con fotoni, elettroni, protoni 14-70 MeV, ioni leggeri.

È noto d'altra parte che per qualsiasi sistema dosimetrico la conoscenza dei fenomeni che portano alla perdita di energia nel mezzo irradiato e il tipo di difetto che in esso si genera può ridurre le incertezze sulla valutazione della dose, che in alcuni casi può risultare anche del 20% dopo esposizione a dosi relativamente basse di raggi gamma, elettroni e protoni di diversa energia.

L'attività preventivata per l'anno 2000 consisteva in quanto di seguito specificato.

- continuazione delle attività avviate nel I anno; messa a punto di nuovi algoritmi di deconvoluzione delle glow curve per dosimetri TL;
- studio con tecniche di fisica della materia (analisi di eventuali segnali ESR in seguito ad irraggiamento e delle modificazioni in seguito a trattamento termico delle stesse) delle caratteristiche fisiche del danno dosimetrico per radiazioni a diverso LET;
- elaborazione dei dati delle glow curve in funzione della qualità e dell'intensità del fascio (fotoni, elettroni, protoni, ioni leggeri);

- scelta delle migliori condizioni di lettura per una ottimizzazione del rapporto segnale rumore e della sensibilità della lettura dosimetrica.
- completare le caratteristiche dosimetriche dei TL con fasci di protoni di energia (14-70 M.e.V.);
- interconfronto con i risultati ottenuti con le camere a ionizzazione e con la Faraday cup, ed eventualmente sistemi di dosimetria assoluta che sono in fase di progetto nell'ambito di altri esperimenti R&D dell'INFN;
- confronto delle caratteristiche dosimetriche con quelle di altri sistemi dosimetrici a stato solido (Fotoluminescenti, ESR).
- sperimentazione di nuovi TL.

Principali risultati raggiunti.

L'analisi della risposta e della relativa deconvoluzione per i due tipi di dosimetri TL esposti a fasci di protoni di energia (14-70 M.e.V.) ha evidenziato i seguenti risultati:

- dipendenza significativa della risposta in funzione del LET per i GR-200 e trascurabile per i TLD-100;
- variazione della risposta ad alta e bassa temperatura al variare del numero di picchi della deconvoluzione;
- possibilità di una caratterizzazione della dipendenza della dose dal LET per fasci di protoni di uso terapeutico.

Sviluppo della facility "Microfascio" dei LNL. Il Microfascio (protoni ed He di 2 MeV, prodotti dal Van de Graaff detto AN2000) permette l'analisi localizzata con risoluzione spaziale del micron di campioni di varia natura (materiali, beni culturali, minerali, campioni biologici e ambientali). Negli ultimi due anni sono stati attivi gli esperimenti Selt ed Alchimia. Essi hanno tra l'altro potenziato la tecnica IBICC (Ion Beam Induced Charge Collection) e, tra i pochi microfasci nel mondo, sviluppato IBIL (Ion Beam Induced Luminescence) con e senza analisi spettrale. Le ultime applicazioni hanno soprattutto riguardato l'analisi di materiali isolanti e semiconduttori (p.e. diamante policristallino, GaAs), minerali e beni culturali (marmi).

Nel campo della dosimetria per neutroni sono state eseguite dall'esperimento NEUDO, a seguito di calcoli Montecarlo preliminari, misure di fattibilità per la separazione della dose da neutroni termici e da protoni di rinculo, nella colonna di un reattore nucleare. Il metodo impiega dosimetri a gel proposti dall'esperimento. I promettenti risultati hanno suscitato un forte interesse al simposio internazionale su "NEUTRON CAPTURE THERAPY NCT for Cancer". Il metodo è stato incluso nel protocollo d'operazione dalla commissione incaricata di preparare un protocollo europeo per NCT.

ASPETTI FINANZIARI E BILANCIO SCIENTIFICO

La somma degli impegni complessivamente assunti dagli esperimenti del gruppo V nel 2000 è stata di 9.189 milioni di lire, di cui 269 milioni sostenuti al di fuori dei finanziamenti della Commissione. La capacità di spesa della Commissione 5 risulta evidente dalla differenza tra le assegnazioni INFN (9.000 milioni) e gli impegni (8.920 milioni). La Commissione ha un buon dinamismo ed è in grado di mettere a frutto praticamente la totalità dei fondi assegnati nell'anno.

Percentualmente il finanziamento è risultato ripartito tra le diverse linee come segue:

rivelatori elettronica e calcolo	41.2%	60 esperimenti
acceleratori e tecnologie associate	25.1%	24 esperimenti
fisica interdisciplinare	18.1%	25 esperimenti
dotazioni	15.6%	

Queste assegnazioni sono state ripartite secondo le seguenti voci economiche:

missioni interne	12.3%
missioni estere	15.6%
materiale di consumo	38.4%
manutenzioni	00.6%
materiale inventariabile	21.0%
costruzione apparati	11.0%
varie	01.1%

In questo periodo sono state prodotte 289 pubblicazioni, di cui 188 con referaggio, e 101 note interne, (98 rivelatori, 108 acceleratori, 88 interdisciplinare). I contributi a conferenze sono stati 206 (70 rivelatori, 47 acceleratori, 89 interdisciplinari).

La Commissione 5 è presente in 23 sezioni, il CNAF e 5 gruppi associati con un totale di 612 ricercatori.

Considerando le percentuali dichiarate di attività nell'ambito della CSN5 questo dato corrisponde a 368 ricercatori attivi al 100% del loro tempo. Circa il 30% di questi sono giovani ricercatori, borsisti, dottorandi.

Laboratori nazionali di Frascati

Laboratori Nazionali di Frascati

I Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN sono impegnati essenzialmente nella progettazione, costruzione e gestione di macchine acceleratrici per elettroni, con le annesse tematiche di trasporto, ultravuoto, etc. (Divisione Acceleratori); nella partecipazione allo sviluppo ed utilizzo di apparati sperimentali, sia in sede che presso vari Laboratori nazionali ed esteri, nonché nella ricerca di tipo teorico (Divisione Ricerca); in studi a indirizzo tecnologico; e infine nel mantenimento di strutture di supporto allo studio della Fisica Nucleare e SubNucleare.

Nel corso del 2000, lo sforzo principale della Divisione Acceleratori è stato rivolto alla messa a punto dello storage ring DAΦNE, e di tutto il complesso di macchine acceleratrici e di apparati ausiliari, con l'obiettivo di rendere massima la luminosità ottenibile da esso per gli studi di Fisica; ma importanti risultati si sono ottenuti anche nel campo della Luce di Sincrotrone, osservata in dicembre sia nel canale a raggi X che nell'Ultravioletto.

DAΦNE è un doppio anello di accumulazione per elettroni e positroni, ottimizzato per realizzare collisioni all'energia di produzione del mesone "strano" Φ (1020 MeV nel centro di massa). La disintegrazione di questa particella permette di ottenere fasci puri e monocromatici di mesoni K, sia carichi che neutri. Il progetto è un'impresa all'avanguardia del settore, e il pieno sfruttamento delle potenzialità della macchina si presenta come una sfida di notevolissime proporzioni.

La ricerca sperimentale su DAΦNE utilizza tre rivelatori, destinati rispettivamente alla misura di violazione di CP nel sistema dei K (KLOE), allo studio della spettroscopia degli ipernuclei (FINUDA) e alla formazione e decadimento di atomi kaonici (DEAR). KLOE, attualmente in presa dati, ha presentato i primi risultati preliminari nell'estate del 2000 alla XXXth Int. Conf. on High Energy Physics a Osaka.

Oltre a tale impegno, l'attività di ricerca interna ai Laboratori si sviluppa in Fisica Teorica, nella Fisica delle onde gravitazionali con l'antenna ROG, e in Fisica delle macchine acceleratrici con ARES-T. È iniziato inoltre un programma di R&D finalizzato alla costruzione di apparati per la rivelazione di oscillazioni di neutrino (NUTEST, OPERA e MONOLITH). Queste linee di ricerca si avvalgono di una attiva e qualificata partecipazione di ricercatori stranieri e di altre sezioni INFN.

L'attività esterna si sviluppa con la partecipazione dei gruppi sperimentali attivi nei LNF ad esperimenti al CERN (ALEPH, ATLAS, DIRAC, OBELIX), negli USA a Fermilab (CDF, E831), SLAC (BABAR), CEBAF (A1ACE), in Germania a DESY (HERMES), e in Francia a Grenoble (GRAAL). Importante è anche il contributo ad esperimenti in corso presso altri Laboratori dell'INFN (MACRO, ICARUS, VIRGO) e allo studio di raggi cosmici nello spazio (WIZARD).

Va menzionato infine il notevole impegno dei Ricercatori nell'attività di presentazione degli studi svolti ai LNF in una forma accessibile a tutti, tramite l'organizzazione di "Giornate di Apertura" dedicate alla visita dei laboratori da parte di Scuole, e anche di Cittadini interessati.

Nel seguito è presentato un sommario delle attività principali svolte nel 2000 dalle due Divisioni e dalle Unità Funzionali dei LNF.

DIVISIONE ACCELERATORI

Nel 2000 la Divisione Acceleratori ha gestito un importo complessivo di 7.318 ML suddiviso come segue: a) materiale inventariabile: 2.654 ML; b) materiale di consumo: 4.416 ML; c) missioni: 248 ML.

La Divisione, che ha in carico il complesso di acceleratori di DAΦNE, ha quindi potuto svolgere, con i fondi che le sono stati assegnati, le seguenti attività:

- ❖ funzionamento degli acceleratori con collisione dei fasci di elettroni e positroni per gli esperimenti KLOE e DEAR;
- ❖ continuazione del *commissioning* degli anelli di accumulazione per migliorare le prestazioni di DAΦNE;
- ❖ *upgrading* di alcuni sistemi fondamentali quali il sistema di controllo e il sistema di *feedback* trasverso e longitudinale;
- ❖ manutenzione e sviluppo dell'acceleratore lineare, dell'Accumulatore e degli anelli di accumulazione;
- ❖ *tests* di funzionamento del magnete dell'esperimento FINUDA, misura del profilo di campo magnetico e *upgrading* del sistema di controllo;
- ❖ operazione, manutenzione e *upgrading* dei sistemi di condizionamento e raffreddamento di DAΦNE;
- ❖ manutenzione e sviluppo degli impianti elettrici dei LNF.

Di seguito viene riportato un sintetico consuntivo degli impegni di spesa e delle attività svolte dai singoli Servizi della Divisione.

Servizio Elettronica, Controlli e Diagnostica

(1033 ML Mat. Inv. + 410 ML Mat. Consumo = 1443 ML)

Le attività principali nel 2000 hanno riguardato:

- ❖ operazione, manutenzione e *upgrading* del sistema di controllo e diagnostica di DAΦNE;
- ❖ operazione, manutenzione e *upgrading* del sistema di *feedback* trasverso per *multibunch* di DAΦNE;
- ❖ operazione, manutenzione e *upgrading* del sistema di *feedback* longitudinale di DAΦNE;
- ❖ manutenzione e *upgrading* della strumentazione e dei sistemi di diagnostica di DAΦNE.