

LNF-72/106
13 Dicembre 1972

C. Mencuccini e R. Santangelo: ANALISI DEI MEZZI TECNICI
E FINANZIARI DELL'INFN E PROSPETTIVE FUTURE NELLA
FISICA CON MACCHINE AD ELETTRONI. -

C. Mencuccini e R. Santangelo^(x): ANALISI DEI MEZZI TECNICI E FINANZIARI DELL'INFN
E PROSPETTIVE FUTURE NELLA FISICA CON MACCHINE AD ELETTRONI. -

Relazione presentata al: "Convegno Scientifico dell'INFN" presso i Laboratori Nazionali di
Frascati, 21-22 Novembre 1972.

1. - PROSPETTIVE A LUNGA SCADENZA. -

1.1. - Questa relazione non vuole essere un inventario di mezzi tecnici e finanziari. Il tempo avuto a disposizione per preparare questa relazione, la nostra scarsa competenza e la non disponibilità immediata di tutta una serie di dati statistici non potrebbero assolutamente produrre una relazione-inventario cioè descrivere la situazione presente dell'INFN o dei LNF meglio di quanto viene fatto dalle usuali relazioni annuali. Il senso della nostra relazione cre diamo vada trovato sullo stretto legame tra le prospettive scientifiche a medio e lungo termine e i mezzi tecnici, finanziari e umani di cui la Fisica di Particelle Elementari dispone. Su la base delle prospettive tecnico-scientifiche trainanti (siano esse di sviluppo o addirittura di contrazione di attività) si potrà infatti indicare con sufficiente anticipo quali scelte operare a breve e a lungo periodo, relative a linee di ricerca o alla stessa organizzazione della ricerca.

1.2.1. - Nella fisica ottenibile con macchine a protoni il quadro italiano, europeo e mondiale sarà dominato per molti anni dal PS (CERN) e AGS (Brookhaven), da Sherpukov, dagli ISR (CERN) e da NAL (Batavia) e SPS (CERN). Queste macchine o sono già funzionanti o sono in costruzione ma con tempi sufficientemente definiti. Inoltre attorno a queste macchine è già stata prevista tutta una serie di grosse attrezzature (fasci secondari, grossi sistemi di rivelazione come il magnete Ω o le grandi camere a bolle, magneti particolari come lo Split Field Magnet, etc.). In questo campo si tratta quindi di razionalizzare le strutture tecnico-scientifiche dell'INFN al fine di un impiego corretto di uomini e di mezzi su quei programmi di ricerca che presentino rilevante interesse e di impostare dei canali di interazione fra organi direttivi e di programmazione dell'INFN e gli analoghi organi del CERN.

1.2.2. - Nel campo delle macchine a elettroni le prospettive a lunga scadenza sono invece molto meno definite. Mentre infatti la Francia, la Germania e gli USA hanno programmi di sviluppo nelle macchine a elettroni, non vi è alcuna macchina e. m. italiana o europea sovranazio nale in costruzione o in programma. D'altronde se i fisici italiani, come singoli o a gruppi, possono partecipare a qualche esperienza su macchine straniere, non è certamente pensabile di impostare una programmazione scientifica a livello nazionale su macchine che, giustamente, devono adeguarsi alla programmazione scientifica di altri paesi. Inoltre la costruzione di una nuova macchina italiana o europea sovranazionale implica di iniziare con notevole anticipo i passi

(x) - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Padova.

2.

necessari all'approvazione e al finanziamento del programma, dal momento che i tempi tecnici relativi anche soltanto alla costruzione sono lunghi.

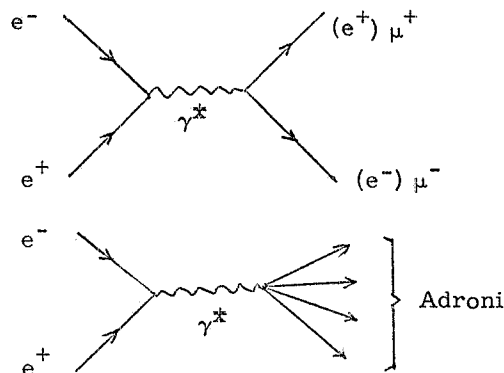
Ci preme quindi sottolineare che questa relazione dovrà dedicare uno spazio piuttosto ampio alla individuazione di prospettive scientificamente valide, che non siano incompatibili con i mezzi tecnici, finanziari e umani presumibilmente disponibili in sede nazionale.

1.3. - Crediamo inoltre che sia abbastanza evidente che non è possibile impostare correttamente una discussione su prospettive a lungo termine che tenda a trattare separatamente lo INFN ed i LNF. Infatti non è pensabile che una linea di sviluppo implicante considerevoli sforzi finanziari, tecnici ed umani (o anche una linea di contrazione nella ricerca) per gli effetti che essa avrebbe sulla occupazione produttiva del personale, non debba coinvolgere complessivamente tutte le forze interessate e potenzialmente disponibili, e quindi almeno l'INFN e i LNF.

2. - INTERESSE SCIENTIFICO DEGLI ANELLI e^{\pm} - e. -

2.1. - L'analisi delle prospettive scientifiche delle macchine da elettroni mostra immediatamente la grande rilevanza delle linee di ricerca che con queste macchine si aprono. Nel seguito, per diverse ragioni, si indirizzerà particolarmente l'attenzione a macchine di tipo anelli di accumulazione per elettroni e positroni e ci si riferirà, per ciò che riguarda l'analisi delle prospettive scientifiche connesse, ad un recente lavoro di un gruppo di ricercatori dei laboratori di SLAC e del Lawrence Berkeley Laboratory⁽¹⁾. L'interesse per la costruzione di un anello di accumulazione per e^+e^- di energia totale compresa tra (2×5) GeV e (2×10) GeV è molto evidente. Nel seguito si darà in modo succinto un elenco delle principali motivazioni fisiche che suggeriscono imprese del tipo indicato. Saranno toccati separatamente i processi relativi ad annichilazione di e^+e^- tramite i canali ad uno o due fotoni rispettivamente.

2.2. - I processi di annichilazione tramite il canale ad un fotone, come:



danno luogo a stati finali caratterizzati da precisi numeri quantici (momento angolare unitario, coniugazione di carica negativa) tali da consentire un'analisi molto selettiva sia delle sezioni d'urto di produzione e della loro dipendenza dall'energia, sia delle correlazioni e molteplicità delle particelle presenti nello stato finale. I primi lusinghieri risultati di questo tipo di indagini su stati finali leptonic, fotonici ed adronici quali sono stati finora raccolti con le macchine attualmente in funzione (Aco, Vepp, Adone, Cea by-pass) si trovano sintetizzati in forma aggiornata nella relazione che V. Silvestrini ha presentato al recente Congresso di Batavia⁽²⁾. Si pone ora il problema di presentare e discutere in qualche forma gli aspetti delle problematiche fisiche che la disponibilità di energie totali nel c. m. dell'ordine dei $15 + 20$ GeV (con luminosità che si avvicinano ai $10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$) potrà aprire per la ricerca nel campo delle particelle elementari.

2.2.1. - Sezione d'urto totale di produzione adronica in funzione dell'energia. - Il problema, quale lo si può porre oggi alla luce degli alti valori di sezione d'urto trovati fino ad energie to tali di $3 + 4$ GeV e delle indicazioni sulla costituzione degli adroni provenienti dall'interpretazione della scaling law per il deep inelastic electron scattering, principalmente si concentra sull'andamento della sezione d'urto con l'energia (tipo I/S, limite asintotico?) esplorato in un intervallo di S sufficientemente esteso da consentire risposte significative. In questo tipo di problematica avrà certamente rilievo l'esistenza di possibili risonanze vettoriali (del tipo del ρ da 1,6 GeV che si è evidenziato in Adone) che, accoppiandosi con la corrente e. m., potranno influenzare l'andamento con l'energia della sezione d'urto totale di produzione adronica.

2.2.2. - Studio inclusivo di sezioni d'urto di produzione adronica. - Ad energie totali dell'ordine di 20 GeV lo studio di reazioni inclusive, in cui cioè si riveli uno solo tra gli adroni prodotti dall'annichilazione di e^+e^- , condurrà a confronti diretti con previsioni di andamenti tipo "scaling" quali si possono desumere dai modelli partonici del nucleone. Per esempio, nel caso di scambio di un fotone, la scaling law assume la forma (nel sistema del laboratorio):

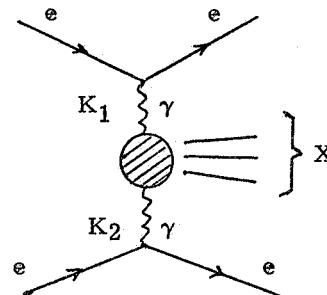
$$\frac{d^2\sigma}{dw d\cos\theta} = \frac{1}{S} \left[f_1(w) + \sin^2\theta f_2(w) \right]$$

dove w rappresenta la frazione dell'energia di uno dei fasci che si ritrova nell'adrone rivelato nel laboratorio, e θ è l'angolo di produzione dell'adrone rivelato rispetto alla linea dei fasci. Sarà compito degli esperimenti dare risposte a quesiti spontanei riguardanti la dipendenza effettiva dall'energia della $d^2\sigma/dw d\cos\theta$, i valori e gli andamenti delle funzioni $f_1(w)$ ed $f_2(w)$, la dipendenza di $f_1(w)$ ed $f_2(w)$ dal tipo di adrone rivelato (π , K, N, Σ , ...), le correlazioni eventuali tra $f_1(w)$ ed $f_2(w)$ e le analoghe funzioni di struttura del deep inelastic scattering su protone, la sezione d'urto differenziale di produzione dell'adrone rivelato in funzione del momento trasferito $P_1 = \sqrt{S} ((w/2) \sin\theta)$ come test tra modelli estremi di produzione ecc.

2.2.3. - Ricerca di leptoni pesanti. - Tale ricerca si inquadra nel problema fondamentale dello studio dello spettro di massa dei leptoni e può coprire, nel caso di un anello di accumulazione per e^+e^- da $2 (6 + 10)$ GeV, un intervallo di masse leptoniche comprese tra 6 e 10 GeV. La sezione d'urto di produzione di coppie leptone-antileptone potrebbe essere dello stesso ordine di grandezza di quella di coppie $\mu^+\mu^-$ ed il modo di rivelare tale processo si baserebbe sul riconoscimento dei prodotti dai decadimenti: leptone pesante $\rightarrow \mu \nu \mu \nu$
 $\rightarrow e \nu_e \nu'$.

2.2.4. - Interazioni deboli. - Alte energie ed alte luminosità per anelli di accumulazione di e^+e^- possono aprire campi di ricerca di eccezionale interesse nel campo delle interazioni deboli. Per esempio si potrebbero produrre in modo e. m. coppie di bosoni vettoriali W (che mediano le interazioni deboli) qualora la loro massa fosse compatibile con l'energia resa disponibile nella collisione e^+e^- .

2.3. - Una seconda categoria di processi a cui l'annichilazione di e^+e^- ad alta energia dà luogo in modo importante riguarda la produzione di stati finali con il tramite di due fotoni virtuali nello stato intermedio. E' noto che il fattore depressivo α^4 è ampiamente compensato da altri fattori cinematici così che, già alle energie attualmente coperte da Adone, alcuni di questi processi hanno largamente superato il limite di rivelabilità statistica e delle misure relative al processo $e^+e^- \rightarrow e^+e^-e^+e^-$ sono già state pubblicate ed altre sono in corso di elaborazione. La disponibilità di elevate energie renderà questi processi relativamente molto frequenti ed aprirà il campo di ricerca degli stati adronici con coniugazione di carica +1 prodotti da due fotoni. Apparecchi sperimentali capaci di rivelare l'elettrone e positrone finali e di misurarne le energie renderanno possibili misure di processi di collisione di due fotoni "quasi reali" di cui è noto K_1 e K_2 .



4.

2.4. - Vale la pena di osservare che i campi di fisica fondamentale ai quali si è accennato e che sono accessibili con l'uso di un anello di accumulazione per e^+e^- di alta energia sono praticamente preclusi sia alle macchine da elettroni attualmente esistenti od in oggetto sia ai fasci secondari di adroni o leptoni o fotoni che i grandi protosincrotroni (NAL, SPS) potranno produrre. In questo senso una macchina del tipo anello di accumulazione per e^+e^- si presenta come strumento di grande originalità e capace in modo insostituibile di fornire informazioni fondamentali complementari a quelle ricavabili da macchine di tipo adronico.

3. - SITUAZIONE DELLA FISICA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI IN ITALIA. -

3.1.1. - La fisica di particelle elementari è attualmente dominata dalle ricerche presso il CERN e presso i LNF, soprattutto in Adone. Esistono gruppi di ricerca italiani presso laboratori nazionali esteri, ma l'impegno globale finanziario e di uomini non è importante. È prevedibile che l'impegno italiano al CERN nei prossimi anni dovrà aumentare e che l'INFN intende prepararsi adeguatamente allo sfruttamento scientifico delle macchine come ISR e SPS.

3.1.2. - La linea di ricerca al CERN, soprattutto con le macchine di più alta energia, è una linea costosa ma indubbiamente scientificamente interessante. È importante domandarsi quanti fisici saranno impegnati su di essa al pieno delle loro capacità. Una stima del CERN⁽³⁾ prevede che in Europa nel 1976, faranno ricerca attorno alle macchine del CERN (PS+ISR+SPS) circa 900 fisici sperimentali usanti tecniche di tipo elettronico su un totale di 1200, e circa 700 fisici sperimentali usanti le tecniche delle camere a bolle su un totale di 900. Poiché i fisici sperimentali italiani attivi in particelle elementari potranno essere circa 400 (v. Tabelle 3. I, II) risulta che almeno un centinaio di essi dovrà servirsi di macchine nazionali per produrre scientificamente. D'altronde è difficile che la percentuale di fisici europei che faranno ricerche significative con le macchine del CERN possa ulteriormente aumentare. Infatti nella stessa relazione di Shopper (Maggio 1972) si ammette abbastanza esplicitamente che le ricerche di una certa percentuale di fisici sperimentali attorno alle macchine del CERN, saranno motivate non tanto da ragioni di interesse scientifico quanto dalla disponibilità di certe attrezzature, sottintendendo così una sorta di sotto-occupazione scientifica.

3.2.1. - Appare dunque che oltre ad un interesse scientifico eccezionale nel campo e. m. ed oltre ad un desiderio comprensibile di continuare la tradizione italiana nelle macchine e. m., sia necessaria una ulteriore iniziativa autonoma anche al fine di garantire fra 5-10 anni, ad un'importante frazione dei fisici italiani, la possibilità di lavorare scientificamente in modo significativo. Una iniziativa autonoma è tra l'altro importante perché nell'ambito di un settore magari limitato, essa è "totale"; cioè essa implica un coordinamento di uomini, di sforzi tecnici a carattere diverso finalizzati ad uno scopo ben definito. Non sarebbe stato possibile costruire Adone se non fosse stato realizzato prima con successo l'Elettrosincrotrone; non sarebbe possibile proporre la costruzione di una nuova macchina di una certa rilevanza se Adone non avesse funzionato con successo.

3.2.2. - I paesi che hanno una capacità produttiva abbastanza elevata impiegano una certa aliquota del loro prodotto nazionale per attività di conoscenza della natura la cui utilità sociale apparirà palese in un tempo a priori non precisabile. Sia gli USA che l'URSS, che il Giappone posseggono macchine acceleratrici di una certa importanza. Per ragioni di omogeneità e perché ugualmente collegati tramite il CERN, noi discuteremo in dettaglio i casi della Gran Bretagna, Francia e Germania che saranno utili a chiarire le scelte italiane.

3.2.3. - Nella Tabella 3. III appare schematicamente l'impegno dei grossi paesi europei su iniziative autonome nazionali nel campo delle particelle elementari. Ciascun paese, conformemente alle proprie tradizioni di scuola, porta avanti una iniziativa autonoma avente una piena rilevanza scientifica, oltre a contribuire alla ricerca nazionale che viene fatta al CERN (v. anche Tab. 7. VI). Questo confronto ci autorizza, pertanto, a prospettare una iniziativa autonoma italiana che non sia incompatibile con le strutture esistenti ed i finanziamenti previsti. Nella Tabella 3. III abbiamo aggiunto schematicamente anche elementi sull'attività di SLAC, al fine di un utile confronto fra laboratori con macchine a elettroni.

TABELLA 3-I - Previsioni delle Sezioni INFN (1972)

	Gruppo 1		Gruppo 2		Gruppo 3		Gruppo 5	
	Ric.	Tecn.	Ric.	Tecn.	Ric.	Tecn.	Ric.	Tecn.
Dip. INFN	33	51.5	23.5	115.5	12	49.5	11	32
Coll. INFN	58	12	53.5	26.5	58	11	19	9
Totale (INFN)	91	63.5	77	142	70	60.5	30	41
Est. INFN	75	13	48	26.5	73.5	14.5	40.5	3.5
Totale generale	166	76.5	125	168.5	143.5	75	70.5	44.5

Talvolta il ricercatore o tecnico è simultaneamente coinvolto in esperienze relative a 2 gruppi di ricerca (per es. GR 1 - GR 2, GR 1 - GR 3, GR 1 - GR 5, GR 2 - GR 5, GR 3 - GR 5). In tutti questi casi esso è stato valutato come partecipante a metà tempo nel gruppo di ricerca (peso = 0.5). Sarebbe opportuno che, nel consuntivo, ogni Sezione precisasse a quali gruppi di ricerca ciascun ricercatore o tecnico ha effettivamente partecipato.

TABELLA 3-II - Laboratori Nazionali di Frascati

Unità operative	Laureati				Diplomati	Altri	TOTALI
	F	I	A	Totali			
ADONE	10	3	-	13	12	34	59
ALTE ENERGIE	28	-	-	28	5	21	54
TEORICO	5	-	-	5	-	-	5
SINCRO	5	1	-	6	3	23	32
LEALE	7	-	-	7	3	2	12
MAGNETI	5	1	-	6	8	9	23
TECNOLOGIE	3	-	-	3	4	6	13
CRIOGENICO	4	-	-	4	4	11	19
ELETTRONICA	-	1	-	1	10	12	23
CALCOLI NUMERICI	5	-	-	5	4	1	10
SICUREZZA LAVORO	1	1	-	2	-	1	3
FISICA SANITARIA	4	-	-	4	3	2	9
MEDICINA LAVORO	-	-	1	1	2	2	5
OFFICINA	-	1	-	1	1	35	37
SERVIZI DI CENTRO	-	1	-	1	11	35	47
SAMM - UFF. MATERIALI	-	-	-	-	5	11	16
- CONTABILITA'	-	-	-	-	4	5	9
SEPERS	-	-	-	-	4	3	7
SEGRETERIA DIREZIONE	-	-	1	1	-	4	5
INFORMAZIONI SCIENTIFICHE	1	-	-	1	-	-	1
RICERCA TECNICO-MERCEOLOGICA	-	-	-	-	-	3	3
DOCUMENTAZIONE	-	-	-	-	1	8	9
Tot ali:	78	9	2	89	84	228	401

TABELLA 3-III

PAESE	LAB.	PRINCIPALI ATTIVITA'
G. B.	RHEL	- Nimrod Uso: 5-10 anni; goal 10^{13} ppp (7 GeV) - Supporto Università per uso CERN ($\sim 50\%$ fondi) - Analisi dati (HPD I-II) con capacità di $\sim 10^6$ eventi/anno - Tecnologia finalizzata a Fisica Nucleare a) superconduttori (1000 GeV superCERN) b) track sensitive targets (B. C.) (BEBC) c) separatori R. F. superconduttori
	DNPL	- NINA (5 GeV) - Supporto CERN ($\sim 25\%$ fisici) - Progetto acceleratore 20-30 MeV ioni (1977)
Francia	Orsay	- ACO (e^+e^- : $2 \times 0,54$ GeV): Vacuum polarization $\phi(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)$, decadimenti neutri ρ, ω, ϕ , rivelatore magnetico utile anche per DCI - Costruzione D. C. I. (e^+e^- : $2 \times 1,8$ GeV, alta luminosità, primo anello 1974) - Analisi dati C. B. : (Gargamelle e BEBC); costruzione PEPR - Esperimenti contatori CERN
Germania	Desy	- Elettrosincrotrone 6 GeV - DORIS (e^+e^- : $2 \times 3,5$ GeV 1975); Progetto ep in DORIS - Camere a bolle - Camere a streamer
U. S. A.	SLAC	- Acceleratore lineare 20 GeV (2×10^{14} e/s) - Spettrometri: 1,6 GeV/c, 8 GeV/c, 20 GeV/c - Camere a bolle: 40" (Slac) 26 KGauss centro 82" (ex Berkeley) 17 KGauss centro - Camera a streamer: Fotopr. Molti corpi, Decadimenti K_L^0 (16 KGauss su 2 metri di lunghezza) - SPEAR (e^+e^- : 1° goal $2 \times 2,4$ GeV) $10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \rightarrow 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ - Progetto RLA (Recirculating linear accelerator): 40 GeV elettroni 20 GeV con duty cycle 7% (beam stretcher)

4. - DISCUSSIONE FRA ALCUNE POSSIBILI PROSPETTIVE. -

4.1.1. - Da più parti (Commissione Adone, lettere di ricercatori, relazione a questo Congresso) è stata proposta la costruzione di una macchina e^+e^- di alta energia ed alta luminosità. Dai confronti emersi precedentemente ci sembra più difficilmente sostenibile la costruzione di un anello attorno ai 2×3 GeV, che in ogni caso arriverebbe dopo Spear, Doris e D. C. I. (Orsay). Ci sembra viceversa che possa essere una prospettiva molto valida la costruzione di un anello e^+e^- (anzi, se i costi lo consentono, di un doppio anello per lo studio e^+e^- ed e^-e^-) che partendo da una energia di 2×6 GeV possa essere portato con successive integrazioni fino all'energia di 2×10 GeV, e che abbia una luminosità comunque non inferiore a qualche unità in $10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ma possibilmente dell'ordine di qualche unità in $10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

4.1.2. - Questa soluzione avrebbe i seguenti aspetti favorevoli:

- il campo di ricerche aperto dalla nuova macchina avrebbe una grande rilevanza scientifica, non dissimile da quella connessa all'uso dell'SPS;
- offrirebbe lavoro significativo ad almeno un centinaio di fisici sperimentali per almeno un decennio dall'inizio del funzionamento;

- c) si inserirebbe bene nel panorama mondiale degli anelli ee;
 d) costituirebbe una iniziativa autonoma, su un tema tradizionale della scuola italiana e quindi costituirebbe uno sforzo ed un arricchimento ottimale di uomini e di mezzi.

4.2. - In linea di principio si potrebbe anche pensare ad anelli di collisione e^{\pm} -p ad alta energia, di indubbio e straordinario interesse scientifico. Una tale impresa è notevolmente più impegnativa di un anello per soli elettroni/positroni, poiché, a prescindere da difficoltà tecniche non trascurabili, implica fra l'altro, la costruzione di un acceleratore per protoni di energia abbastanza elevata. Essa quindi può venire fatta solo al CERN o in sede europea. Noi però riteniamo che ben difficilmente il CERN o i paesi europei possano prendere seriamente una iniziativa ad alta energia di questa mole, prima di diversi anni. Infatti il CERN è impegnato al limite delle risorse, sull'SPS e sulle aree sperimentali fino al 1980 circa e successivamente cercherà di portare l'energia della macchina a 1000 GeV. L'unico laboratorio che mostra già ora un notevole interesse è Desy, dove si pensa di inserire entro DORIS protoni ed elettroni per una energia equivalente nel laboratorio (protoni fermi) di 36.5 GeV, e quindi di interesse non eccezionale nei confronti dello SLAC potenziato (RLA). Tuttavia poiché non è escluso che gli USA decidano di partire con un anello e-p di alta energia (ISABELLE) prima del 1980, i paesi europei ed il CERN saranno probabilmente stimolati a rivedere le loro posizioni.

E' comunque importante che l'INFN segua molto da vicino queste iniziative, per l'interesse che può avere una futura impresa sovranazionale con consistente partecipazione italiana.

4.3. - Esiste infine un'altra possibilità derivante da eventuali mancati finanziamenti di iniziative straordinarie. In questo caso di crisi strisciante, del resto non da escludersi, finirebbe inevitabilmente per prevalere una prospettiva di minor spesa contabile da parte dell'INFN, ma anche di maggiori spese di consumo e di trasferte e minori spese di investimenti tecnologici e umani. Si dovrebbe evidentemente potenziare Adone e prolungarne al massimo l'esistenza su linee di ricerca che richiedano alte precisioni. Alla sostanziale sottoccupazione scientifica non si potrebbe porre facilmente rimedio favorendo la emigrazione di singoli fisici o di singoli gruppi di ricerca verso altri laboratori stranieri o cercando di riconvertire parte dei fisici sperimentali di particelle elementari in fisici sperimentali di struttura nucleare. Entro breve tempo, nel settore delle particelle elementari, l'INFN finirebbe per ridursi ad un comitato di finanziamento di esperienze che in definitiva verrebbero decise dagli organi di programmazione scientifica di altri laboratori con i quali, almeno presentemente, l'INFN non ha rapporti organici di interazione. Alla lunga questa situazione insostenibile porterebbe o ad una crisi di identità dell'INFN nel campo delle particelle elementari, o a una crisi di rigetto nei confronti del CERN.

5. - COMPATIBILITA' DELL'ANELLO $e^{\pm}e^{\mp}$ DA $2 \times (6 \div 10)$ GeV CON LE STRUTTURE ITALIANE. -

5.1. - E' necessario ora analizzare più in dettaglio l'iniziativa della nuova macchina per comprendere se essa sia ragionevolmente compatibile sia sul piano finanziario che su quello umano e tecnico.

Nella relazione di Amman a questo Congresso è riportato un esempio di anello per e^+e^- da 2×6 GeV, costruibile entro il terreno dei LNF e previsto con una luminosità accettabile e presumibilmente sufficiente ad esplorare i canali dovuti a interazioni deboli.

5.2.1. - Nell'ipotesi che tale macchina venga costruita presso i LNF e quindi si risparmi sul costo del terreno e degli impianti di base, il preventivo di costo si aggira sui 10 miliardi di lire. Tale preventivo certamente ancora approssimato, non sembra irragionevole, dal momento che le somme preventivate nel Piano Quinquennale a favore della fisica di particelle elementari per nuove iniziative nazionali e per miglioramenti su Adone ammontano a 10 miliardi (7 miliardi per nuove iniziative nazionali sul campo delle particelle elementari e 3 miliardi per potenziamento di Adone) (Tab. 5. I). Riviste a posteriori, queste cifre non sembrano esagerate; e corrispondono ad un ragionevole equilibrio fra settori diversi della fisica nucleare e

TABELLA 5-I - Piano Quinquennale INFN 1970-1974 (pag. 22, Doc. Gen. 215/68)
 Quadro riassuntivo delle spese italiane per la ricerca nucleare fondamentale (in miliardi di Lire).

Natura delle spese	Totale	INFN	CNEN	CERN	Super CERN
1 - Prosecuzione programmi attuali e potenziamento del livello di base:					
- Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	39	39			
- Laboratori Nazionali di Frascati ^(x)	27.7		27.7		
2 - Nuove iniziative strumentali ("Torri"):					
- per la fisica dei nuclei	8	8			
- per la fisica delle particelle elementari	25	7	3		15
3 - Partecipazione al CERN	25			25	
TOTALI	124.7	54	30.7	25	15
		84.7 (spese allo interno)		40 (organismi internaz.)	

(x) - La somma di 27,7 miliardi include anche le spese di personale valutate direttamente dal CNEN.

particellare presso il CERN e le macchine nazionali, anche tenuto conto del numero di ricercatori coinvolti e dei costi delle attrezzature.

5.2.2. - E' inoltre da tener conto che sarebbe certo possibile, compatibilmente con l'impegno tecnico necessario, integrare la nuova macchina o una sua parte con un sistema a laser (effetto Compton inverso) in grado di fornire un fascio di raggi gamma polarizzati e quasi monocromatico. Inoltre la nuova macchina costituirebbe una notevole sorgente di luce di sincrotrone. Questi dispositivi integrativi interesserebbero certamente un certo numero di ricercatori nucleari e di struttura della materia.

5.3. - Da un punto di vista scientifico e tecnico, a livello di progettazione non di dettaglio, non ci possono essere dubbi che una tale nuova iniziativa possa essere portata avanti dall'INFN e dai LNF: il successo delle macchine passate lo conferma. E' però importante farsi una idea anche approssimativa di quanto personale sarà necessario in totale per arrivare alla macchina funzionante. Nel cap. 7 verrà discussa più in dettaglio la stima. Qui anticipiamo che almeno 200 persone fra fisici, ingegneri, tecnici e meccanici dovrebbero essere necessari sia per la costruzione che per il funzionamento di Adone. A parte limitate assunzioni di personale tecnico l'organico potrebbe essere reperito in gran parte all'interno dei LNF.

5.4. - Tuttavia anche se abbiamo la convinzione che l'INFN ed i LNF siano in grado di affrontare l'impresa proposta, ci sembra che i margini di compatibilità finiranno per essere piuttosto ristretti sia dal punto di vista finanziario che dal punto di vista umano (soprattutto tecnico a livello di progettazione di dettaglio e di esecuzione). Pertanto riteniamo necessario che sia i LNF che l'INFN debbano riorganizzarsi per poter far fronte simultaneamente agli impegni che derivano da una seria partecipazione al CERN e da questa nuova iniziativa autonoma. Dovendo la nuova macchina avere priorità all'interno dei LNF riteniamo inevitabile in prospettiva una chiara programmazione delle attività attualmente in corso nei LNF che consenta la migliore utilizzazione delle forze umane e finanziarie disponibili.

6. - LA NUOVA INIZIATIVA DAL PUNTO DI VISTA DELL'ORGANIZZAZIONE DELL'INFN. -

6.1. - Per non cedere alla tentazione di immaginare organizzazioni perfette sulla carta, ma di difficile realizzazione pratica, è forse più opportuno partire da una analisi critica delle difficoltà che si sono avute sulla sperimentazione con Adone. Dalla corretta comprensione delle difficoltà passate e tenendo conto delle prospettive future a medio e lungo termine (ricerca presso Adone e impostazione strutture sperimentali per la futura macchina) è possibile indica-

re le modifiche più importanti da discutere.

Come ulteriore elemento da sottolineare, è necessario che le conclusioni non siano in contrasto con quelle che derivano da una partecipazione seria e consistente al CERN.

6.2.1. - Le esperienze in Adone di prima generazione sono state progettate sulla fede, a posteriori risultata "fortunatamente" del tutto sbagliata, che il modello a dominanza vettoriale fosse valido anche molto al di là della zona dei mesoni vettoriali ρ, ω, ϕ . Ne derivava che gli eventi aspettati erano quasi totalmente a due corpi sia nel caso adronico ($\pi^+\pi^-$, K^+K^- , con un poco di $\pi^+\pi^-\pi^0$) che nel caso leptonic ($\mu^+\mu^-$ e e^+e^-).

Inoltre si supponeva che Adone avrebbe avuto una luminosità abbastanza elevata anche a bassa energia (sul picco della ϕ per es.) e che la zona di interazione potesse essere considerata puntiforme (incrocio ad angolo). Da queste premesse discendeva che gli apparati sperimentali potevano essere di dimensioni limitate (per 2 corpi), che l'angolo solido non era un parametro importantissimo e che l'analisi degli eventi sarebbe stata piuttosto facile.

Inoltre non risultava necessario un analizzatore magnetico se non per separare eventualmente il canale K^+K^- da quello $\pi^+\pi^-$ ad alta energia, dal momento che praticamente non esisteva produzione di molti corpi, ed il canale $\pi^+\pi^-\pi^0$ si sarebbe dovuto comportare come decadimento di un vettore 1^- e quindi in modo largamente prevedibile e conosciuto.

6.2.2. - All'inizio del funzionamento di Adone e cioè quando si vide che la sorgente era esausta, che la minima energia totale esplorabile con luminosità accettabile era 1,2 GeV e che la produzione di molti corpi era abbondante, quasi tutte le esperienze entrarono in crisi. Occorrevano apparati sperimentali, con dimensioni dell'ordine di svariati metri e le Sezioni non erano attrezzate né a costruire moduli dell'ordine di 2 m, né a verificare il funzionamento di apparati di rivelazione di grande dimensione dal momento che le Officine ed i Laboratori non erano stati attrezzati adeguatamente in precedenza.

Inoltre l'analisi degli eventi era diventata un problema di difficoltà non indifferente, e aveva trovato quasi tutti i gruppi di Adone impreparati e scollegati dai gruppi di camera a bolle che avevano maggiore esperienza in proposito.

6.2.3. - Forse perché le difficoltà nelle esperienze ad Adone sono capitate in un periodo di acuta crisi sociale nelle Università ed in tutto il paese, e in un momento di difficoltà finanziaria nella ricerca, prevalse soprattutto all'inizio una logica di sopravvivenza, di aggiustamenti limitati, di relativamente scarsi investimenti.

E' innegabile che recentemente la situazione sia migliorata. Vi sono stati maggiori contatti fra gruppo 1 e gruppo 2 dell'INFN (specie in previsione di esperienze con sistemi ibridizzati all'SPS); è stato creato un gruppo di ricerche tecniche il quale contribuirà certamente a mantenere aggiornato il livello tecnico e strumentale delle Sezioni; è stata creata una Commissione Adone che dovrebbe seguire più da vicino le difficoltà delle singole esperienze senza essere vincolata dalla logica, spesso di miope conservazione, propria dei gruppi. Tuttavia queste modifiche non sono ancora sufficienti. La distribuzione dei finanziamenti segue ancora puntualmente criteri di sopravvivenza: consumi e trasferite (v. Tab. 6.I). Troppo poco viene ancora speso in beni inventariabili e troppo poco si investe nelle Sezioni per adeguare le Officine e i Laboratori alle mutate dimensioni delle esperienze. Le conseguenze di questa situazione sono manifeste nelle esperienze di 2^a generazione presso Adone. Da una parte i fisici delle Sezioni sono sempre più impegnati nelle attività universitarie e non possono facilmente venire nei LNF, d'altra parte gli apparati sperimentali, a causa delle dimensioni e delle tecniche occorrenti vengono in gran parte affidati ai LNF. Per contro i LNF, come verrà chiarito nel capitolo 7, non dispongono di strutture tecniche sufficienti a far fronte adeguatamente e tempestivamente a tutte le richieste di grosse e sofisticate attrezzature sperimentali (che ovviamente non provengono soltanto da Adone).

TABELLA 6-I - Esperimenti approvati dalle Commissioni Scientifiche Nazionali dell'INFN
Riepilogo gruppi I, II, III, IV, V (in Kl.) (Esercizio 1972).

Gruppo	Mater. invent.	Mater. consum.	Altre spese	Calcolo	Viaggi e miss.	Totale
I	46.680	124.030	30.480	60.650	193.160	455.000
II	39.960	80.220	52.220	168.750	58.850	400.000
III	104.160	93.290	24.950	35.550	72.050	330.000
IV	-	1.000	12.930	25.870	30.200	70.000
V	9.760	12.540	1.150	900	3.250	27.600
Totale	200.560	311.080	121.730	291.720	357.510	1.282.600
Indiviso V						10.400
Totale						1.293.000

6.3.1. - Le esperienze di 2^a generazione in Adone e le attrezzature previste per il SPS ci hanno fatto capire che gli apparati sperimentali tendono sempre più a diventare "totali" cioè ad osservare ed analizzare completamente i prodotti di reazione e quindi ad essere in certa misura prevedibili, compatibilmente con i progressi tecnici e strumentali.

Una prima osservazione riguarda la notevole complessità degli eventi sia nelle esperienze di 3^a generazione in Adone, che in quelle della futura macchina. Anche supponendo di disporre di rivelatori completamente digitizzati, l'analisi degli eventi (ricostruzione spaziale, fit, attribuzione e separazione fra i diversi canali di reazione) costituirà una parte non trascurabile del lavoro di ricerca. Questa parte può essere svolta bene nelle Sezioni e si accorda molto bene con gli impegni universitari della gran parte dei ricercatori.

Pertanto, anche per questa ragione e non soltanto perché le camere a bolle verranno sempre più ibridizzate, è opportuno che si prosegua sulla strada di una integrazione fra Gruppo 1 e Gruppo 2.

6.3.2. - Già nelle esperienze in Adone, ma ancor più sulle esperienze sulla futura macchina gli apparati di rivelazione saranno collegati con l'acceleratore più strettamente che in passato (segnalazione elettronica del momento di incrocio, monitor, analisi magnetica degli elettroni e/o positroni sullo stesso magnete della macchina per gli eventi prodotti da interazione di due fotoni, rivelazione dei cosmici). Questa problematica concreta e legata ad una grossa impresa nazionale, unitamente alla progettazione e costruzione di parti di grossi apparati sperimentali, potrebbe costituire un elemento determinante di coagulazione per il Gruppo Nazionale di Ricerche Tecniche (Gruppo 5). Il potenziamento umano e finanziario del Gruppo 5 su un tale programma dovrebbe poi essere collegato alla razionalizzazione nelle Sezioni dei Servizi Generali (officine e laboratori, uffici di acquisto e di controllo delle apparecchiature o della strumentazione acquistata o fatta costruire esternamente alla Sezione). Le Sezioni, così potenziate, costituirebbero delle basi di appoggio molto più valide sia per le esperienze con la nuova macchina che per quelle con l'SPS.

6.3.3. - Come è già stato osservato da più parti, risulta sempre più difficile conciliare una seria attività di ricerca presso grandi acceleratori con l'attività didattica di tipo tradizionale (lezioni, esercitazioni, esami scritti e orali mensili) che richiedono una presenza abbastanza continua nelle Università. Sembra quindi indispensabile che l'INFN si adoperi presso il Ministero della Pubblica Istruzione affinché venga esplicitamente contemplata una attività didattica avanzata, più direttamente legata alla ricerca, rivolta a studenti laureandi o delle Scuole di Perfezionamento, tale da configurare la permanenza presso i Laboratori Nazionali i sovranazionali come presenza effettiva nelle Università.

7. - ANALISI DEI MEZZI TECNICI E FINANZIARI PER GLI SVILUPPI DELLA FISICA CON MACCHINE A ELETTRONI PER CIO' CHE RIGUARDA I LNF. -

Il tema della fisica con fasci leptonici coinvolge direttamente i LNF come luogo dove tradizionalmente si è sviluppato il maggiore sforzo italiano in questo campo e dove, conseguentemente, si è realizzata una notevole capitalizzazione di cultura specifica.

In un futuro più o meno prossimo, nella prospettiva di una iniziativa nazionale di tipo Super Adone ($2 \times 6 + 10$ GeV) interna ai LNF e con la disponibilità di grandi strumenti di ricerca (leptonica e non) da parte dell'SPS-CERN, nascerà certamente il problema di una corretta ed equilibrata utilizzazione del patrimonio tecnico e scientifico italiano. Sotto questi riguardi verranno nel seguito esaminati i LNF in sé e comparativamente ad altri laboratori stranieri allo scopo di analizzare criticamente le reali possibilità e possibilmente suggerire elementi utili per la loro migliore utilizzazione.

7.1. - Informazioni sulle strutture ed attività dei LNF. - Informazioni dettagliate sui LNF sono state recentemente raccolte in occasione dell'"Enlarged Ecfa Meeting at CERN" del maggio 1972 e pubblicate in un apposito report. A questo ci si può riferire per dettagli. Nel seguito invece sono riportate informazioni sintetiche, per lo più in forma di tabelle, utili a fornire elementi essenziali su attività e persone coinvolte nei vari settori dei LNF.

La Tabella 7.1 sintetizza l'attività connessa all'uso degli acceleratori di cui i LNF sono dotati. Il numero in basso nelle caselle indicanti gli acceleratori rappresenta il numero totale di persone della staff impegnate (tra parentesi, con la lettera L, è riportato il numero di laureati coinvolti). In questa, come nelle successive tabelle, alcuni numeri sono incerti (per esempio computo dei fisici partecipanti a più di un esperimento, degli ospiti stranieri, dei gruppi con esperimenti in fase di conclusione, ecc.). Tali incertezze sono comunque contenute

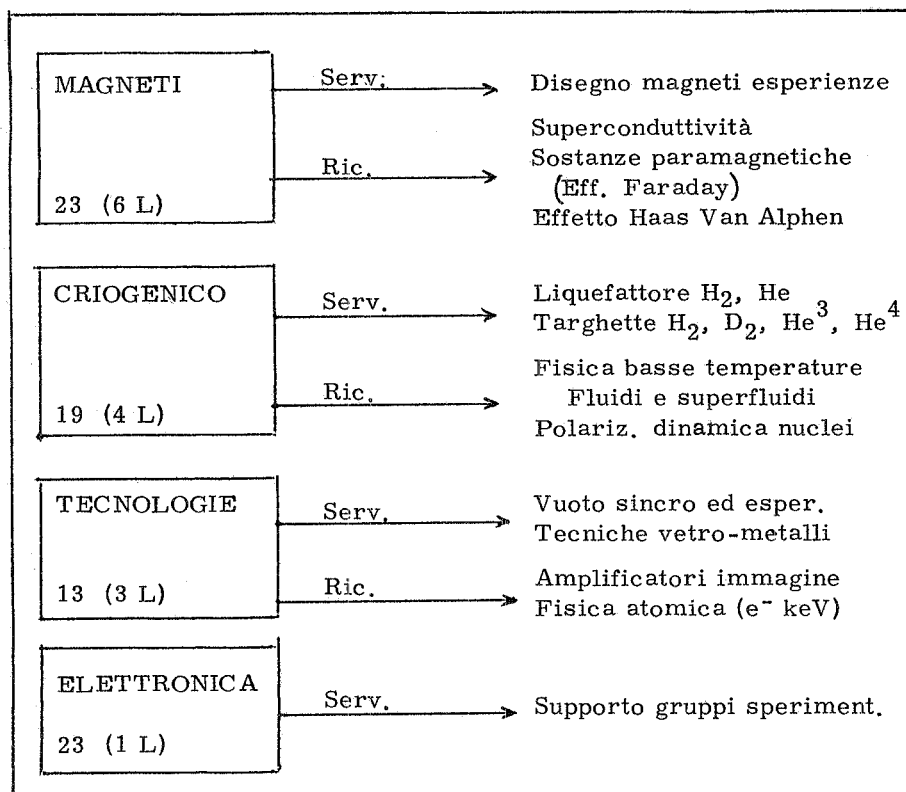
TABELLA 7-I - Situazione attività intorno agli acceleratori dei Laboratori di Frascati

MACCHINA E STAFF	PRODOTTO	USO PER RICERCHE IN	FISICI SPERIMENTALI ATTIVI AL 1/XI/72 STAFF	ESTERNI
ELETTRICO SINCRO 32 (6 L)	$E = 1.1 \text{ GeV}$ $e^- : 2 \times 10^{11} / \text{s}$ $\gamma : 10^{11} \text{ Qeq}$ Luce sincr.	→ PART. ELEM.	3	10
		→ FIS. NUCL.	3	13
→ STATO SOLIDO		2	10	
	Sviluppi Vulcano $e^- : 0.6 \text{ MeV}$ Alte correnti			
LINAC	$\pi : \approx 10^5 / \text{s}$ $\langle T_\pi \rangle \approx 70 \text{ MeV}$ $\gamma \text{ MONO} : \approx 10^7 / \text{s}$ $E_\gamma = 60 - 350 \text{ MeV}$	→ FIS. NUCL.	7	9
ADONE 59 (13 L)	$e^+e^- 1.5 \text{ GeV}$ $\mathcal{L} = 4 \times 10^{29} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ $\mathcal{L} \rightarrow 1 - 2 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$	→ PART. ELEM.	23	~ 40
TOTALE :			38	82

entro limiti dell'ordine del 10%. Esiste anche un'attività presso laboratori esterni (raggi cosmici Monte Bianco e collaborazione Frascati-Saclay) che attualmente impegna 4-5 fisici dei LNF ed una certa frazione dell'officina Alta Energia dei laboratori per la preparazione dei rivelatori.

La Tabella 7. II si riferisce alle attività dei gruppi di tipo tecnologico. Questi gruppi, accanto ad attività di supporto alle iniziative nel campo della fisica nucleare fondamentale, hanno sviluppato delle attività autonome di ricerca in settori diversi.

TABELLA 7-II - Situazione delle attività dei gruppi tecnologici dei Laboratori Nazionali di Frascati



La consistenza complessiva dei LNF è di 401 persone globalmente suddivise come mostrato in Tabella 7. III.

Dal punto di vista delle qualificazioni professionali la situazione dei LNF è schematizzata a grandi linee nella Tabella 7. IV.

L'ordine di grandezza del costo complessivo (personale compreso) dei LNF nel contesto delle spese italiane per la ricerca nucleare fondamentale si può dedurre dalla Tabella V del Piano Quinquennale dell'INFN per gli anni 1970-1974 (Doc. Gen. N. 215/68) riportata in Tabella 5. I.

Il costo del personale dei LNF in funzione del tempo fino all'anno 1971 è riportato nel grafico di Fig. 7. 1.

Più precisamente, per esempio per l'anno 1971, le spese di gestione dei LNF sono state di 4,288 miliardi di Lire di cui 2,226 miliardi per il personale (inclusi trasporti e mensa).

TABELLA 7-III - Suddivisione del personale dei Laboratori Nazionali di Frascati secondo gruppi di attività.

AMMINISTRAZIONE		
Segreteria, Personale, Magazzino, Ricerche mercato, Contabilità, Materiali, Acquisti	59	15 %
DIVISIONE TECNICA		
Acceleratori, Magneti, Criogenico, Tecnologie, Elettronica, Officina, Servizi di Centro	261	65 %
RICERCA		
Alte Energie, Teorico, Leale	81	20 %
	401	100 %

TABELLA 7-IV - Suddivisione del personale dei Laboratori Nazionali di Frascati secondo qualificazioni professionali.

LAUREATI	DIPLOMATI	ALTRI
79	84	235
68 fisici	9 ing.	2 altro

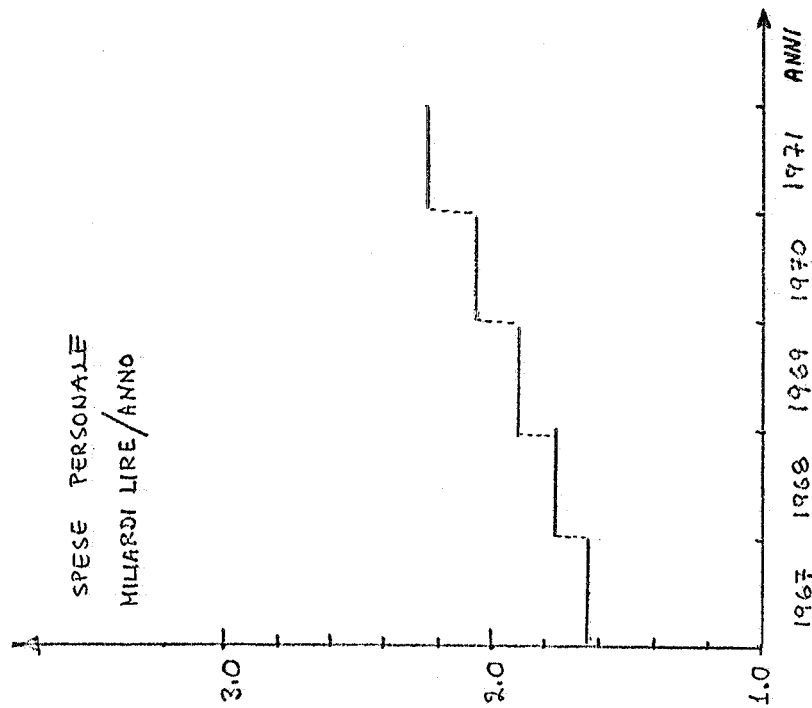


FIG. 7.1

7.2. - Confronto tra i LNF ed altri laboratori impegnati in ricerche di fisica nucleare fondamentale. - Allo scopo di ben valutare la reale consistenza delle forze disponibili in relazione con le possibili attività future è utile analizzare la situazione di altri grandi laboratori stranieri impegnati in ricerche di fisica nucleare fondamentale. In questa analisi comparativa qualche difficoltà si è presentata per ciò che riguarda le strutture organizzative dei vari laboratori. I dati disponibili (in gran parte aggiornati alle relazioni che i vari direttori hanno presentato al Meeting ECFA del CERN del maggio 1972) non sono risultati sempre omogenei e completi per prestarsi a facili confronti. Malgrado questa limitazione si pensa che già la sintesi realizzata sia utile a trarre delle conclusioni almeno nell'ambito del tema proposto per questa relazione. In Tabella 7. V si riportano per un certo numero di laboratori le principali attività e la consistenza del personale. Per ciò che riguarda la suddivisione del personale nei gruppi di attività amministrativo, tecnico in senso lato e di ricerca è da osservare che tutti i laboratori citati (LNF compresi) registrano delle percentuali molto simili del tipo: amministrazione 15%, divisione tecnica 65-60%, ricerca 20-25%.

Dall'esame della Tabella 7. V appare subito chiaro come, almeno dal punto di vista delle forze organizzate in strutture potenti come i laboratori citati, l'Italia con le 400 persone dei LNF possa trovarsi in posizione piuttosto precaria soprattutto se all'interno dei LNF non si operano delle scelte che tendano ad unificare gli sforzi su pochi e precisi obiettivi fondamentali.

Obiettivi che si intravedono dalle analisi precedenti e che potrebbero costituire le linee di sviluppo asintotico dei LNF sono:

TABELLA 7-V - Situazione delle attività e del personale di laboratori di fisica nucleare e fondamentale.

Laboratorio	Principali attività	Staff	Note
RHEL (G. B.)	Nimrod, uso e sviluppo Supporto CERN Fisica applicata	1200	I fisici sperimentali complessivamente appoggiati ai due laboratori sono circa 300 di cui circa 20 % staff
DNPL (G. B.)	NINA Supporto CERN Progetto accel. ioni	520	
ORSAY (FR.)	ACO (2x0,54 GeV) D.C.I. (2x1,8 GeV) Analisi dati (PEPR) Supporto CERN	500	Non è nota la frazione dell'attività di Saclay in fisica nucleare fondamentale
SACLAY (FR.)		X	
DESY (G.)	Elettrosincrotrone DORIS (2x3,5 GeV) Camera a bolle Camera a streamer	1 143	Oltre Desy è disponibile in Germania anche il laboratorio di Bonn (elettrosincr; da 2,5 GeV)
SLAC (USA)	Acceleratore Lineare Spettrometri Camere a bolle Camera a streamer Spear (2x2,4 GeV) Progetto RLA	1368	

- costruzione di un anello di accumulazione di e^+e^- da $2 \times (6 \div 10)$ GeV;
- disponibilità a sostenere in modo adeguato la costruzione di 1-2 grandi apparati di rivelazione per biennio;
- attività di minore impegno (analisi dati, piccoli esperimenti, attività di ricerca non nucleare, ecc.).

Per grandi apparati si intendono gli apparati tipici che la fisica delle particelle elementari (ISR, Adone, SPS) sta richiedendo. Si tratta di oggetti del costo di diverse centinaia di milioni di Lire, che coinvolgono gruppi sperimentali di 20-30 ricercatori e la cui preparazione occupa tempi dell'ordine di 1-2 anni. Apparati di questo tipo facilmente escono finora dalle dimensioni controllabili delle strutture delle varie Università e Sezioni INFN impegnate in grandi esperimenti sia al CERN sia nei LNF e potrebbero invece trovare un luogo naturale di sviluppo nei LNF.

Gli obiettivi citati sono, ovviamente, molto impegnativi e richiedono un'analisi delle eventuali possibilità dei LNF a farvi fronte. Tale analisi, che verrà in qualche modo sviluppata nel seguente paragrafo, deve naturalmente tenere conto delle attività attualmente in corso nei LNF e delle loro prospettive future.

7.3. - Possibilità tecniche dei LNF per sviluppi futuri. - L'analisi delle possibilità realizzative di un laboratorio deve partire dal presupposto che attualmente la richiesta di mezzi tecnici sia per nuovi acceleratori, sia per moderni esperimenti, sia per ricerche di fisica applicata finalizzata alla fisica nucleare fondamentale, ha subito in pochi anni un'evoluzione considerevole nel senso della complessità e del grado di professionalità necessari. Esempi molto evidenti sono gli anelli di accumulazione, i rivelatori digitizzati di grandi dimensioni, i collegamenti on-line con calcolatori, i problemi di analisi automatica e non, i grandi sistemi magnetici, ecc.

A questo tipo di problemi e di richieste la risposta dei grandi laboratori è stata generalmente la costituzione all'interno di servizi convenzionali a struttura professionale avanzata (elettronica, meccanica, tecnologie speciali, analisi, ecc.) capaci di attività di progetto, sviluppo prototipi, assemblaggi finali e collaudi ed insieme un considerevole appoggio con l'industria esterna. A titolo di esempio si ricordano i 172 congegni di possibile uso industriale sviluppati a SLAC (fino al 1970) e brevettati dall'Atomic Energy Commission, oppure le connessioni tra i laboratori di ricerca del GESS e l'industria europea interessata ai superconduttori.

In questo quadro i LNF, per diverse ragioni, hanno accumulato del ritardo rispetto a laboratori similari. Può essere istruttivo a questo riguardo un confronto con altri laboratori relativamente alla consistenza della forza di progetto tecnico di stile professionale (assumendo che in qualche misura tale potenzialità sia legata al numero di ingegneri disponibili in un laboratorio):

Laboratorio	Desy	Orsay	LNF
<u>Fisici</u>	$\frac{130}{40} \approx 3$	$\frac{50+19}{68} \approx 1$	$\frac{68}{9-7} \approx 8-10$
<u>Ingegneri</u>			

Le considerazioni precedenti inducono dunque a ravvisare come uno dei primi problemi da affrontare per mettere i LNF in grado di fronteggiare le richieste che dovrebbero essere avanzate quello di operare una corretta politica di rinforzo delle competenze tecniche di tipo professionale (laureati tecnici elettronici, meccanici, elettromeccanici).

A parte le considerazioni generali precedenti, per ciò che riguarda i mezzi tecnici che si possono grossolanamente stimare come necessari per una impresa del tipo SuperAdone $2 \times (6 \div 10)$ GeV si è proceduto ad un'estrapolazione (peraltro discutibile in assenza di un minimo di linee di progetto della macchina) sulla base della situazione di Adone e di Doris,

Macchina	Laureati	Diplomati	Altri	
Adone	13	12	34	
Doris	22	20	38 + servizi Desy	
↓	↓	↓	↓	
SuperAdone 2x(6-10)GeV	25	30	50	= 105
	+ officina meccanica			25
	+ servizi di Centro			30
	+ altri			10
	+ gestione Adone			30
				<hr/> 200

A parte ovvii aggiustamenti, questa stima non sembra incompatibile con le forze tecniche che si potranno rendere disponibili nel futuro nei LNF.

Per ciò riguarda la disponibilità nei LNF di forze capaci di realizzare complessi sistemi di rivelazione certe lacune sono evidenti e si sono particolarmente sentite nel momento in cui è nata la necessità di realizzare gli apparati della seconda generazione in Adone (esperimenti MEA, $\gamma\gamma 2$, BB) messi purtroppo simultaneamente in cantiere. A titolo di esempio si possono dare alcuni dati di confronto con Desy (L = Laureato, D = Diplomato, A = Altro):

Servizio	Desy	LNF
Officina e progettazione meccanica	4 L 18 D 85 A	1 L 1 D 35 A
Elettronica standard Digitalizz. c. s. Elettronica speciale Data acquisition	13 L 12 D 20 A	1 L 10 D 12 A
Officina elettronica come servizio generale	1 L 1 D 35 A	

Altro esempio istruttivo riguarda l'attività dell'officina Alta Energia dei LNF che particolarmente si occupa di sistemi di rivelazione per gli esperimenti sia interni sia esterni ai LNF. Questa officina ha trattato completamente i problemi di camere a scintilla cilindriche di grandi dimensioni (MEA e $\gamma\gamma 2$), camere magnetostrittive cilindriche (BB), contatori a scintillazione, ottica, macchine fotografiche, ed in genere la realizzazione di tutti i rivelatori usati alle macchine dei LNF. Il responsabile di questa officina può contare su un disegnatore e 7 meccanici. Come contro esempio si può citare il gruppo che a Spear ha realizzato le camere magnetostrittive del rivelatore magnetico: per le sole camere sono stati impegnati a pieno tempo 2 ingegneri, 4 fisici e 10 tecnici di laboratorio.

Perciò anche per quanto riguarda la costruzione di apparati sperimentali sembra chiaro che, a parte opportuni potenziamenti a livello di forza di progetto (elettronica e meccanica), si debba tendere ad una unificazione degli sforzi su poche iniziative "strumentali" eventualmente di grande mole. Questa tendenza avrebbe modo di svilupparsi positivamente a partire dal prossimo futuro quando le richieste da una eventuale nuova macchina non sarebbero ancora pressanti e starebbero procedendo i programmi attualmente in corso per lo sfruttamento delle macchine oggi in funzione nei LNF e eventualmente fuori di essi.

7.4. - Gli attuali mezzi di ricerca del LNF ed il loro futuro. - E' chiaro che il futuro degli acceleratori attualmente in funzione del LNF sarà condizionato in maggiore o minore misura dagli sviluppi della situazione per ciò che riguarda una nuova iniziativa nel campo degli anelli di accumulazione.

Ma, indipendentemente da questa condizione di contorno, si possono comunque dare delle linee ragionevoli di sviluppo futuro delle attività dell'elettrosincrotrone, del Leale e di Adone.

A) Elettrosincrotrone:

- Fisica delle particelle elementari:

in un periodo dell'ordine di due anni dovrebbero concludersi gli esperimenti di fotoproduzione in corso (contatori e camere a bolle).

- Fisica nucleare:

gli esperimenti sistematici di scattering di e^- su nuclei inizieranno ad utilizzare il nuovo fascio durante il 1973 e proseguiranno la raccolta di dati per un periodo che gli sperimentatori stimano non inferiore a 5 anni.

- Stato Solido:

si tratta di un'attività in fase di avvio per la quale si possono fare solo previsioni a breve termine. Trattandosi di attività al di fuori dei temi di ricerca istitutivi del LNF, un eventuale sviluppo dovrà implicare accordi particolari conformi agli interessi dei laboratori, (per esempio si potrebbe trovare utile spostare questa attività ad Adone quando questo fosse usato come iniettore per il SuperAdone).

B) Leale:

- Fascio di pioni:

il proseguimento dell'attività di ricerca sullo scattering di π^\pm su nuclei leggeri e medio-leggeri dovrebbe coprire un periodo dell'ordine di 2-3 anni.

- Fascio γ monocromatico:

sarà pronto nel 1973 (monocromaticità $\pm 2\%$, $E_\gamma = 60-350$ MeV, 10^7-10^8 fotoni/sec) e verrà utilizzato per ricerche di fisica nucleare (risonanze, coda distribuzione di Fermi, cluster, ecc.) per un periodo difficilmente inferiore a 4-5 anni.

C) Adone:

come già detto, dopo una prima fase di ricerche durate circa due anni sono stati realizzati dei nuovi apparati più complessi (la così detta seconda generazione) che entreranno in misura nella prima metà del 1973. I tempi di raccolta e di analisi fanno prevedere un periodo di piena attività dell'ordine di qualche anno. Subito dopo ci si aspetta una terza generazione di apparati sostanzialmente diversi da quelli della seconda generazione (MEA, $\gamma\gamma 2$, BB). Si dovrebbe trattare di un grande rivelatore magnetico che rispetto a MEA sia migliore e per l'angolo solido coperto con analisi in momento (almeno fattore 2) e per la digitalizzazione automatica delle informazioni. Esiste già un gruppo che sta studiando questo problema ma è chiaro che la soluzione che si sceglierà dipenderà naturalmente dalle prospettive per una nuova macchina nei LNF (per esempio ad Orsay il rivelatore magnetico che si sta costruendo per ACO è fatto in modo tale da poter essere agevolmente usato su DCI). Si può anticipare che sono anche in corso al riguardo dei contatti con il laboratorio di Cambridge (CEA) per un eventuale trasporto su Adone dell'apparato preparato per il by-pass CEA. Oltre questo complesso apparato magnetico la terza generazione (che peraltro potrebbe iniziare assai presto visto che tra breve si renderà disponibile una delle sezioni diritte di Adone) dovrebbe coprire con apparati particolari e selettivi quelle ricerche che gli apparati di seconda generazione, nella loro intenzione di esplorare in dettaglio i temi globali che la prima generazione ha evidenziato, tendono in qualche modo a tralasciare. Si tratterà di affrontare misure in cui per esempio siano chiaramente distinti π da K o si possano raccogliere

dati in modo inclusivo o in generale si punti a particolari reazioni con apparati specifici molto selettivi. Questo programma sperimentale è evidentemente molto ampio e certo tale da coprire abbondantemente il periodo di attesa di una nuova macchina. Deve essere però ancora notato che l'inserimento o meno di una nuova iniziativa nazionale nei programmi dei LNF condizionerà pesantemente le scelte che si faranno per i prossimi esperimenti ad Adone.

BIBLIOGRAFIA. -

- (1) - Particle Physics with positron-electron-proton colliding beams, SLAC-146/LBL-750 (1972).
- (2) - V. Silvestrini, Invited talk on " e^+e^- Interaction Physics" alla XVI Internat. Conf. on High Energy Physics, University of Chicago and NAL (Batavia), Illinois (1972);
- (3) - H. Shopper, Memo CERN/CO/HS/bf (1972); Memo CERN/CO/HS/bf (1972).