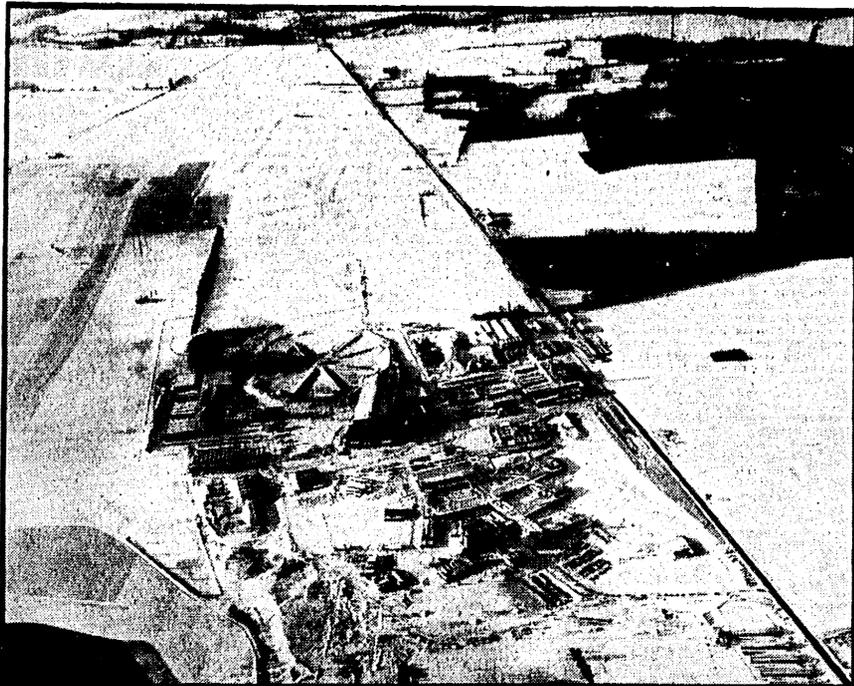


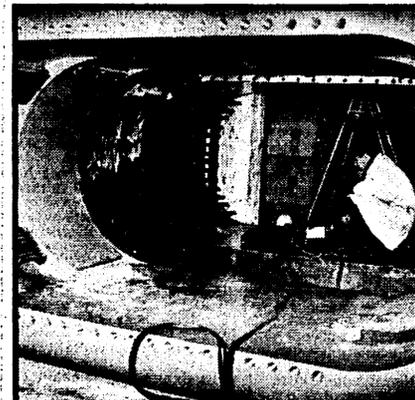
scienza e tecnica

Il protosincrotrone da 28.000 MeV segna una svolta nella tecnologia degli acceleratori di particelle. Incontro con il professor Puppi



Veduta aerea del complesso del CERN, presso Ginevra, sotto la neve; la grande struttura circolare interrata è il protosincrotrone da 28.000 MeV, intersecato in due punti da edifici che comprendono le sale per le esperienze.

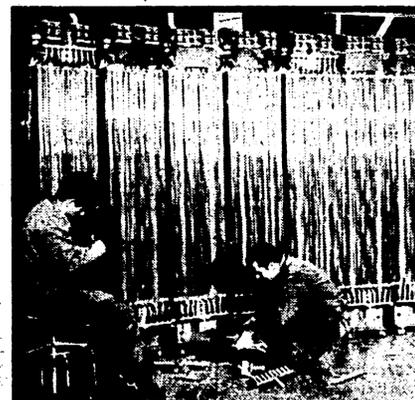
Il protosincrotrone del CERN ha queste caratteristiche: particelle accelerate: protoni; durata dell'accelerazione: 1 secondo circa; energia a fine accelerazione: 28,3 GeV, cioè 28.300 MeV; numero dei giri: 480.000; distanza percorsa: 300.000 km circa; velocità a fine accelerazione: 99,94 % della velocità della luce (300.000 km/sec); massa del protone a fine accelerazione: 28-29 volte maggiore della massa di riposo; intensità del fascio: 6×10^{11} , cioè 600 miliardi di protoni; iniettore: linac da 50 MeV (reso necessario dal fatto che il campo magnetico del PS non può scendere mai sotto un certo valore minimo, che è notevole, perché i protoni devono essere immessi con energia sufficiente ad avviarli in tali condizioni sull'orbita di equilibrio); pre-acceleratore: Cockcroft-Walton da 0,5 MeV (dal quale i protoni passano nel linac).



Montaggio della grande camera a bolle di due metri (la camera vera e propria sarà collocata nella cavità in cui si vede un tecnico al lavoro), sistemata in apposito edificio anti-esplosioni.



Il sincrociclotrone da 600 MeV.



Montaggio di una grande camera a scintille.

Un'Europa migliore di quella del Mercato Comune

Collaborazione internazionale e ricerca fisica al CERN di Ginevra

Il Centro europeo di ricerche nucleari (CERN), che opera presso Ginevra, nella contrada di Meyrin, al limite della frontiera francese, non ha nulla in comune con le organizzazioni «europee» in senso stretto, come l'Euratom, nato sotto l'egida dell'UNESCO, l'ente culturale delle Nazioni Unite, appartiene (in misura proporzionale ai rispettivi redditi nazionali, le cifre in parentesi indicano le quote percentuali di ciascuno) ai seguenti paesi: Austria (1,92%), Belgio (3,78%), Danimarca (2,05%), Francia (18,34 per cento), Germania federale (22,47%), Gran Bretagna (24,17%), Grecia (0,60 per cento), Italia (10,65%), Norvegia (1,46%), Olanda (3,87%), Svezia (4,18%), Svizzera (3,15%).

Bohr inaugurò il «PS»

Per alcuni anni ha partecipato anche la Jugoslavia, che poi si è ritirata perché l'onere finanziario risultava eccessivo rispetto alle sue possibilità attuali. Tuttavia i membri jugoslavi del gruppo permanente del CERN sono rimasti al lavoro; d'altra parte scienziati di tutti i paesi soggiornano frequentemente presso il CERN per condurre esperienze, non in rado recando complesse apparecchiature allestite nelle proprie sedi, e dalle quali si abbia ragione di attendere risultati interessanti in seguito alla esposizione a una delle due macchine acceleratrici. Gli scambi più frequenti e regolari sono con i ricercatori americani finanziati dalla Ford Foundation, e con i ricercatori sovietici del centro di Dubno.

Il maggior motivo di prestigio e di orgoglio del CERN è il grande protosincrotrone da 28.000 MeV, in funzione dal febbraio 1960, esattamente da tre anni. Per puro caso, la nostra visita — ci informa Roger Anthoine, incaricato delle «Relazioni pubbliche» — è caduta proprio nell'anniversario del giorno (il 5 febbraio) di trent'anni or sono, in cui Niels Bohr, il grande fisico danese recentemente scomparso, pronunciò il discorso ufficiale nella cerimonia di inaugurazione del «PS», come la macchina viene fa-

miliariamente chiamata dagli intimi, da quelli che lavorano nella sua prossimità. Bohr, gli italiani Amaldi e Bernardini, l'olandese Bakker (che ne è stato il primo direttore), l'inglese sir John Cockcroft e altri scienziati eminenti sono stati fra i fondatori del CERN, e hanno partecipato in varia misura e in tempi diversi anche alla progettazione delle due macchine: il «PS» e precisamente quella più piccola detta «SC», cioè sincrociclotrone, in funzione dal 1957.

Si è già parlato in queste pagine abbastanza recentemente (il 10 gennaio scorso) degli acceleratori di particelle, e anche in particolare del PS di Ginevra, prendendo lo spunto dal libro del professor Quercisani, dedicato a tale argomento. In linea di principio sarà dunque sufficiente rammentare che le macchine di questo tipo hanno l'ufficio di accumulare, in un fascio di particelle elementari (nel caso di Ginevra, si nel PS sia nel SC, protoni), una energia maggiore di quella che si manifesta nei «legami» nucleari, e perciò sufficiente a disfare tali legami nei nuclei colpiti, dando l'avvio a una serie di «interazioni» indicative della struttura della materia. L'energia è fornita da un campo elettrico alternativo, attraverso il quale le particelle — costrette in un'orbita chiusa — passano successivamente un gran numero di volte.

Nuovi «gradienti alternati»

Il confronto che esprime meglio, anche per i profani, il significato della svolta è quello che si riferisce alle rispettive «cambelle», al grande anello cavo in cui corrono i protoni: la cambella di Dubno, su un diametro di 56 metri, presenta una sezione di 200x40 centimetri; quella di Ginevra, su un diametro di 200 metri, presenta una sezione di soli 14x7 centimetri. Ciò significa evidentemente che il fascio di protoni a Ginevra è molto più stretto e concentrato che a Dubno, grazie appunto al nuovo metodo di focalizzazione. Il vantaggio è evidente: al fascio più largo corrisponde una maggiore ampiezza dei magneti (36.000 tonnellate a Dubno contro 3500 a Ginevra), quindi anche maggior consumo di energia per l'eccitazione dei medesimi (140 megawatt contro 32).

Il PS del CERN è costato 120 milioni di franchi svizzeri, pari a circa 18 miliardi di lire; se non fosse stato scoperto il nuovo metodo, la costruzione di una macchina di eguale potenza — a prescindere dalle molte difficoltà di altra natura — avrebbe dunque richiesto una spesa forse decupla, o maggiore. Il si-

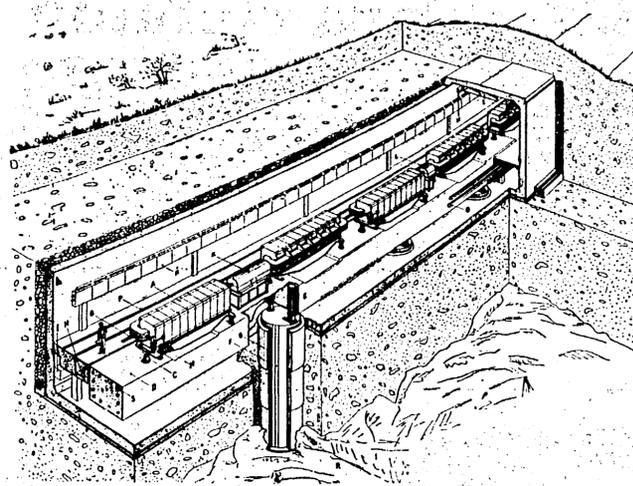
gnificato è evidente: al fascio più largo corrisponde una maggiore ampiezza dei magneti (36.000 tonnellate a Dubno contro 3500 a Ginevra), quindi anche maggior consumo di energia per l'eccitazione dei medesimi (140 megawatt contro 32).

La svolta tecnologica consiste nella adozione della cosiddetta «focalizzazione a gradienti alternati», che caratterizza i nuovi acceleratori rispetto a quelli della generazione precedente, come il Bevatrone di Berkeley e il Sincrociclotrone di Dubno, costruito dal professor Veksler, e che era fino a tre anni or sono il più potente del mondo, con i suoi protoni da 10.000 MeV. Ma la macchina di Ginevra, 2,8 volte più potente, è assai più leggera e meno costosa di quella di Dubno, proprio grazie al nuovo principio della «focalizzazione a gradienti alternati».

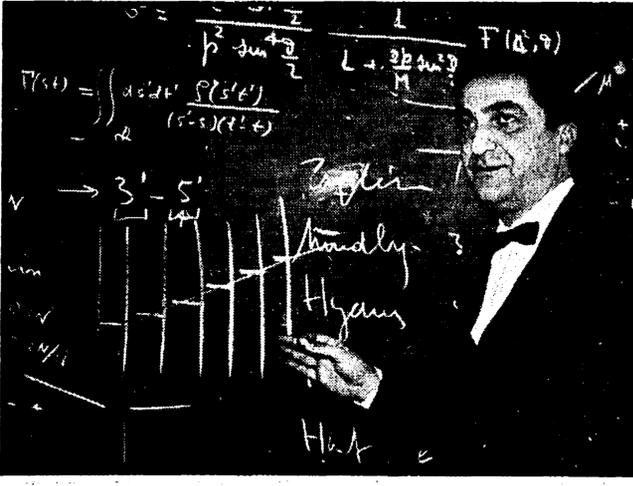
Nuovi «gradienti alternati»

Il confronto che esprime meglio, anche per i profani, il significato della svolta è quello che si riferisce alle rispettive «cambelle», al grande anello cavo in cui corrono i protoni: la cambella di Dubno, su un diametro di 56 metri, presenta una sezione di 200x40 centimetri; quella di Ginevra, su un diametro di 200 metri, presenta una sezione di soli 14x7 centimetri. Ciò significa evidentemente che il fascio di protoni a Ginevra è molto più stretto e concentrato che a Dubno, grazie appunto al nuovo metodo di focalizzazione. Il vantaggio è evidente: al fascio più largo corrisponde una maggiore ampiezza dei magneti (36.000 tonnellate a Dubno contro 3500 a Ginevra), quindi anche maggior consumo di energia per l'eccitazione dei medesimi (140 megawatt contro 32).

Il PS del CERN è costato 120 milioni di franchi svizzeri, pari a circa 18 miliardi di lire; se non fosse stato scoperto il nuovo metodo, la costruzione di una macchina di eguale potenza — a prescindere dalle molte difficoltà di altra natura — avrebbe dunque richiesto una spesa forse decupla, o maggiore. Il si-



Una sezione del grande anello del protosincrotrone, con il tunnel aperto per mostrare la struttura delle fondazioni: A — una delle cento sezioni dei magneti; B — la ciambella; C — supporto a vite millimetrica; D — lo zoccolo anulare di cemento armato; E — supporti elastici; F — pilastri di cemento in roccia; G — camicia di bitume; H — carrozzone da 2000 tonnellate; I — tubi di ventilazione; L — cavità a radiofrequenza per l'accelerazione delle particelle; M — lente elettromagnetica; N — pompa a vuoto; O — cavi elettrici; P — circolazione d'acqua per il magneti; Q — binari; R — strato sabbioso; S — strato roccioso; T — circolazione d'acqua per mantenere uniforme la temperatura del cemento sull'intera lunghezza dell'anello.



Il professor Gianpiero Puppi, direttore della Ricerca al CERN, svolge una lezione sulle camere a scintille.

crofotrone di Dubno è entrato in funzione nel 1957, era cioè già in fase di avanzata costruzione quando si è pensato al nuovo metodo di focalizzazione, in base al quale un nuovo progetto è stato prontamente elaborato in URSS: quello relativo a un acceleratore di 60-70.000 MeV, attualmente in allestimento presso Mosca, a Serpukov, che comincerà probabilmente a funzionare tra un paio d'anni, e sarà a sua volta per qualche tempo il più potente del mondo, come già sono stati, nell'ordine, quelli di Berkeley, Dubno, Ginevra, Brookhaven. In questo campo, le conoscenze teoriche non hanno nazionalità, sono patrimonio comune, mentre l'applicazione pratica dipende dal contesto dei programmi già approvati e in corso, e dalle possibilità di investimento. Nell'URSS queste possibilità sono, in ordine alla ricerca scientifica, maggiori che in ogni altro singolo paese, e naturalmente si tende a profittarne, a Serpukov come già a Dubno, per fare — in base agli stessi principi applicati altrove — macchine più grandi, la cui costruzione richiede più tempo, ma dalle quali ci si può attendere risultati di rilievo.

La «focalizzazione a gradienti alternati» si ottiene disponendo il campo magnetico in modo da comprimere il fascio non con una azione continua, ma alternativamente in senso verticale e in senso radiale, ciò che (come il calcolo prima, poi l'esperienza) hanno dimostrato) comporta un effetto progressivo. La costruzione di una macchina fondata su tale principio, come quella di Ginevra, implica però difficoltà tecnologiche

che fino a pochi anni or sono chiunque avrebbe giudicato insormontabili, e che sono state superate per la prima volta al CERN con soluzioni di grande interesse, e il problema consisteva, evidentemente, nell'ottenere un allineamento delle cento sezioni che formano il magnete circolare, non solo di una esattezza estrema, ma tale da non poter essere turbato dalle vibrazioni di qualunque origine, che possono intervenire lungo un anello di ben cento metri di raggio. Lo si è risolto fra l'altro con un sistema di supporti elastici che collegano la prima fondazione, anch'essa circolare, di calcestruzzo, alle rocce sottostanti, attraversando un intero strato geologico.

1.000.000 di foto all'anno

Direttore generale del CERN è l'austriaco Weiskopf; il direttore per la Ricerca è stato finora il professor Gilberto Bernardini (progettista, assieme con il professor Giorgio Salvini, anche dell'eletrosincrotrone di Frascati), il quale sta per rientrare a Roma mentre a Ginevra lo sostituisce un altro italiano, il professor Gianpiero Puppi, ordinario di Fisica superiore alla Università di Bologna, praticamente già insediato nella sua nuova e davvero non lieve responsabilità. Lo abbiamo incontrato che tornava appena da una puntata in Italia, era arrivato in ufficio direttamente dall'aeroporto; ci è sembrato profondamente convinto della importanza e utilità del

CERN, soprattutto per i paesi che, come l'Italia, la Gran Bretagna e alcuni altri, posseggono una scuola solida e bene avviata nel campo della ricerca nucleare, e spendono in sede nazionale a questo fine una somma annua almeno tre volte superiore alla loro quota di partecipazione al Centro ginevrino (il bilancio globale del CERN per il 1962 è stato di 92,5 milioni di franchi svizzeri, pari a circa 13,5 miliardi di lire).

Il nostro paese — egli ci ha detto — è in grado di dare contributi notevoli al CERN (dove il numero dei ricercatori italiani eccede leggermente quello previsto dalla quota) proprio perché fa un buon lavoro in questo campo anche fuori del CERN. Quanto alla attività di ricerca complessivamente svolta presso il Centro, il professor Puppi ci ha spiegato che essa finora ha dato risultati apprezzabili soprattutto nell'ambito del lavoro condotto con la «piccola» macchina, il sincrociclotrone da 600 MeV, grazie allo spieghamento di una grande finezza sperimentale. Attorno al PS sono ora in corso di allestimento le attrezzature sperimentali (in particolare, grandissime camere a bolle e a scintille, capaci di fissare una lunga successione di interazioni), che permetteranno il pieno sfruttamento delle capacità della macchina. Fin d'ora, l'esame (scanning) delle fotografie relative ai fenomeni secondari prodotti dal fascio di protoni del PS, più di un milione di fotogrammi in un anno, impegna regolarmente ricercatori e Istituti di un gran numero di paesi.

Da cinque anni la sezione di Bologna effettua regolarmente o mensilmente la misura della contaminazione atmosferica, di questo tipo particolare di inquinamento, che è stato studiato e descritto da un gruppo di scienziati del CERN, a Trieste, Bologna, Genova, Pallanza, Napoli, Bari e Palermo).

Lo stesso avviene con i campioni degli aerosol radioattivi dell'atmosfera e del fall-out che provengono incessantemente dalle otto stazioni dislocate nel paese (Milano, Trieste, Bologna, Genova, Pallanza, Napoli, Bari e Palermo).

Da cinque anni la sezione di Bologna effettua regolarmente o mensilmente la misura della contaminazione atmosferica, di questo tipo particolare di inquinamento, che è stato studiato e descritto da un gruppo di scienziati del CERN, a Trieste, Bologna, Genova, Pallanza, Napoli, Bari e Palermo).

Lo stesso avviene con i campioni degli aerosol radioattivi dell'atmosfera e del fall-out che provengono incessantemente dalle otto stazioni dislocate nel paese (Milano, Trieste, Bologna, Genova, Pallanza, Napoli, Bari e Palermo).

Un convegno a Bologna

La fisica della salute

Il IX Congresso di fisica sanitaria, tenuto a Bologna nei giorni scorsi, ha portato un apprezzabile contributo alla definizione dei compiti e degli obiettivi di questa nuova branca della scienza, che si va affermando giorno per giorno. Finora essa si era limitata sostanzialmente allo studio del controllo e della protezione sanitaria contro le contaminazioni radioattive, sia nella «atmosfera» (fall-out) sia negli ambienti di lavoro dei centri e dei laboratori nucleari. Oggi, man mano che va pertra medici, fisici e biologi, l'orizzonte si allarga e si vanno scoprendo nuovi motivi di ricerca e di studio.

Nei paesi anglosassoni e nell'Unione Sovietica questo lavoro di équipe ha già dato frutti positivi, che hanno stimolato ancor più l'iniziativa e la fantasia degli studiosi: il simposio internazionale di Vienna del giugno 1961, ad esempio offrì una ricca serie di spunti interessanti. Ciò che fa difetto sono, come al solito, nel nostro paese i mezzi materiali. Esistono infatti in Italia solo tre laboratori che si occupano specificamente di questa materia, e uno solo di essi, quello di Bologna, è ospitato presso un istituto universitario, ma senza l'ampio spazio di vedute del professor Puppi, direttore di quell'Istituto di Fisica, che per merito del ministero della Pubblica Istruzione.

Gli altri due laboratori, anch'essi finanziati dal CNEN (Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare), hanno sede presso i relativi centri nucleari di Frascati e della Casaccia, entrambi in provincia di Roma. Tutti e tre costituiscono le sezioni nelle quali si sviluppa e si ripartisce l'attività della divisione di biologia e protezione sanitaria del CNEN, su ognuna con compiti particolari.

La sezione di Bologna, ad esempio, diretta dalla professoressa Rimondi, alla quale il comune è stato prodigo di aiuti, è specializzata nella dosimetria fotografica e nella elettronica strumentale di sviluppo, ed in questi settori ha raggiunto un livello che è stato portato ai mezzi impiegati può apparire sorprendente. Basti dire che ogni mese essa provvede, per mezzo di un servizio speciale, al controllo di circa tremila Film-Badges, cioè di quelle targhette che portano all'occhiello dei tecnici e dei lavoratori esposti al rischio di radiazioni da raggi X, raggi gamma, neutroni veloci e neutroni lenti. Questi film pervengono al laboratorio di Bologna da tutta Italia, vengono rapidamente letti e tradotti in cifre, che segnalano agli interessati. Tutto ciò che è stato sottoposto fino a quel momento il loro organismo.

Lo stesso avviene con i campioni degli aerosol radioattivi dell'atmosfera e del fall-out che provengono incessantemente dalle otto stazioni dislocate nel paese (Milano, Trieste, Bologna, Genova, Pallanza, Napoli, Bari e Palermo).

Da cinque anni la sezione di Bologna effettua regolarmente o mensilmente la misura della contaminazione atmosferica, di questo tipo particolare di inquinamento, che è stato studiato e descritto da un gruppo di scienziati del CERN, a Trieste, Bologna, Genova, Pallanza, Napoli, Bari e Palermo).

Oggi si tende a nuovi e più ambiziosi obiettivi, per i quali non è più sufficiente che il fisico apronti per il medico e l'igiene a questi corsi di specializzazione ed interesse, come dicevamo, fa ancora parte del primo capitolo della fisica sanitaria, quella del controllo e della protezione.

Non è azzardato sperare che proprio da questi nuovi laboratori possa uscire la chiave dei molti misteri che ancora circondano alcuni tra i più angosciosi problemi della medicina. Il cosiddetto «metabolismo degli elettroliti», per citare un solo esempio, è un processo ancora in gran parte oscuro e studiato fino ad oggi solo empiricamente, del quale si sa soltanto che è alla base di equilibri spesso mortali (come nel caso di gravi traumi; vedi per tutti l'incidente apparentemente banale che costò la vita al compianto professor Mario Riva) e che ancora affonda le sue radici in una base scientifica che probabilmente ne chiarirà presto l'origine e lo sviluppo.

Francesco Pistolesi
Mario Cennamo