Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
133° (2015), Vol. XXXIX, Parte II, Tomo I, pp. 21-33

UGO AMALDI*

Ricordo di Emilio Picasso

Emilio Picasso è nato a Genova il 9 luglio 1927. Il padre era contabile presso la Esso Standard e la madre, nata in una numerosissima famiglia del Sud, casalinga. Il periodo bellico fu tragico: un fratello maggiore morì in guerra e l'appartamento di Genova fu distrutto da uno spezzone incendiario.

Al liceo era interessato a filosofia, matematica e fisica. Entrò all'Università di Genova nel 1950, a ventitré anni, e – dopo un'inziale propensione per la matematica – scelse fisica. Si laureò nel giugno del 1956, quattro mesi dopo Mariella Gottardi, che aveva scelto matematica. Si sposarono un anno dopo e furono per tutti coloro che li conobbero l'esempio della coppia perfetta: fortemente unita ed aperta agli altri e ai loro problemi; magnifici genitori di tre figli maschi – Marco Stefano e Francesco – e nonni adorati dagli otto nipoti.

Emilio – laureatosi con Giovanni Boato costruendo una sorgente di ioni – lavorò come assistente nel gruppo di ricercatori guidato da Alberto Gigli Berzolari, che sviluppava un nuovo tipo di rivelatore di particelle: le camere a bolle a gas, nelle quali in un liquido a temperatura ambiente era introdotto un gas supersaturo. Il gruppo costruì due camere a diffusione che raccolsero eventi prodotti da fotoni agli elettrosincrotroni di Frascati e di Torino. Emilio entrò poi nel gruppo di Giovannina Tommasini, studiando con le emulsioni nucleari le interazioni di mesoni e di protoni prodotti al protosincrotrone del CERN. La conoscenza della tecnica delle emulsioni nucleari lo portò a far parte dello *International Cooperative Emulsion Flights* (ICEF). La collaborazione aveva esposto due pacchi di emulsioni nucleari ad alta quota, per mezzo di palloni aerostatici, e studiava le interazioni dei raggi cosmici con la materia. I risultati furono pubblicati nel 1963 in un Supplemento del Nuovo Cimento.

* Uno dei XL. Presidente della Fondazione TERA. Distinguished Affiliated Professor, Technische Universität München (TUM). E.mail: ugo.amaldi@cern.ch

Il gruppo di Cecil Powell, – che aveva ricevuto nel 1950 il premio Nobel per i suoi lavori sulle emulsioni nucleari e la conseguente scoperta del pione – faceva parte di ICEF ed Emilio – vinta una borsa di studio della NATO – spese l'anno 1962-1963 a Bristol. Qui Mariella ed Emilio vissero per un anno in un modestissimo appartamento di due stanze. Mariella rientrò a Genova prima per la nascita del primo figlio Marco ed Emilio rimase qualche tempo solo. Cosi accadde l'episodio che ha raccontato molte volte: l'incontro fortuito con il fisico anglosassone Francis Farley. Dopo la scomparsa di Emilio, Francis ha descritto cosi l'incontro che ha determinato il resto della loro vita.

«*Never has such an illustrious career at CERN hung from so slender a thread of improbability. He was in Genoa, I was in Geneva. Were we destined to meet? In Bristol? As a result of some tiny chance? His final day of a one-year sabbatical. My first day of a visit. All alone on his last evening, Emilio wanted to say goodbye to Bristol and went to a bar. Out of hundreds of options, I ended up in the same bar...and got a warm welcome. I described the new g-2 experiment, which was just starting to roll: the first ever muon storage ring at 1.2 GeV to dilate the muon lifetime to 27 microseconds and see more precession cycles. Simon van der Meer was on board but no one else. Emilio loved fundamental physics, and there and then he offered to join the project, visiting CERN from Genoa and later becoming a full-time member of staff*».

Fig. 1. Francis Farley.

Per questo egli divenne, nel 1964, «research associate» del CERN e cominciò a viaggiare tra Genova e Ginevra immergendosi completamente nel progetto dell'esperimento «g-2» e scovando persino, nella prima proposta, errori che furono rapidamente corretti. Poi il CERN gli offrì un contratto.

Emilio era e rimase per sempre affascinato da questo tipo di esperimenti perché era un entusiasta attirato dai problemi di fisica fondamentale, voleva sviluppare

nuove tecnologie e – a differenza dalla maggior parte dei fisici – preferiva poche misure di precisione a una lunga serie di pubblicazioni di media accuratezza.

Pochi problemi della fisica delle particelle sono tanto fondamentali quanto la misura del cosiddetto «g-2» del muone, la cui natura di elettrone pesante fu scoperta nel 1946, con un famoso esperimento di raggi cosmici, da Conversi, Pancini e Piccioni. La Figura 2 mostra come i muoni giungono sulla Terra, e poi attraversano molte centinaia di metri di roccia.

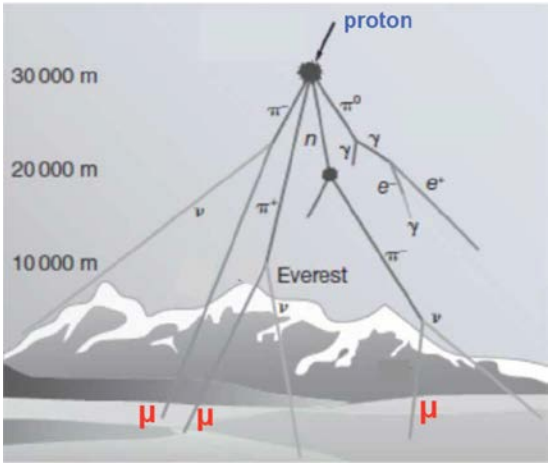

Fig. 2. I muoni sono particelle fondamentali che hanno tutte le proprietà fisiche degli elettroni, a parte la massa che è duecento volte maggiore. Essi sono prodotte nel decadimento dei «pioni» dei raggi cosmici e, molto più numerosi, con gli acceleratori di particelle.

L'equazione, scritta da Dirac nel 1928, descrive l'elettrone e la sua antiparticella (il positone) come onde di probabilità che trasportano uno *stesso* momento magnetico, che è rigorosamente uguale a 2 quando lo si esprime nell'unità naturale di misura dei momenti magnetici delle particelle fondamentali: $he/(8\pi mc)$, dove h è la costante di Planck, m è la massa della particella e c la velocità della luce. La stessa equazione si applica all'elettrone pesante, il muone, che dal punto di vista corpuscolare è descritto come un punto materiale che ha, quindi, momento magnetico $g = 2$, come mostrato nella parte superiore della Figura 3.

Però la meccanica quantistica e il suo principio d'indeterminazione dicono che il muone non è semplicemente un punto materiale: esso è circondato da una zuppa sempre cangiante di particelle che compaiono e scompaiono continuamente, come schematicamente mostrato nella Figura 3 in basso. Questa zuppa di particelle e antiparticelle «virtuali», essendo leggermente magnetica, aumenta il valore del momento magnetico di una piccola quantità a cosicché si scrive:

$$g = 2\ (1 + a).$$

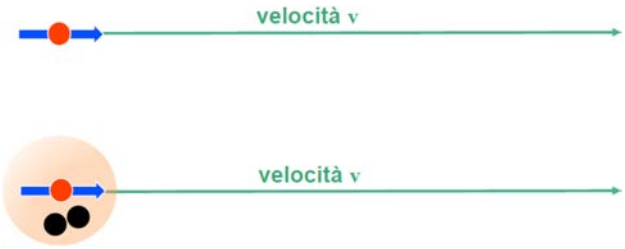

Fig. 3. Dall'equazione di Dirac si ricava che il parametro *g* è esattamente uguale a 2 ma le coppie di particella e antiparticelle virtuali, che continuamente compaiono e scompaiono nell'intorno di ogni particella (figura in basso), modificano il valore di *g*.

Il numero «g-2» è dunque uguale a due volte *a*, che è una quantità piccola (dell'ordine dell'1 per mille) ma fondamentale perché la sua misura permette di verificare l'Elettro-Dinamica Quantistica (EDQ), la teoria che descrive il complicatissimo effetto delle particelle virtuali cariche, e addirittura determinare se al momento magnetico contribuiscono particelle molto più pesanti di quelle note. Per questo il muone è, in miniatura, un laboratorio dove si studiano, indirettamente, le particelle di massa elevatissima, che al *Large Hadron Collider* sono studiate direttamente. L'energia da cui si parte, per la continua creazione e distruzione delle particelle e antiparticelle virtuali, è pari alla massa del muone, che è 200 volte maggiore di quella dell'elettrone. Proprio per questa enorme differenza di massa, la misura del momento anomalo del muone è $200^2 = 40000$ volte più sensibile alla presenza di particelle di grande massa, di quanto non sia la misura del momento dell'elettrone.

Per misurare l'anomalia *a* si fa percorrere per centinaia di volte a un gruppo di muoni una traiettoria circolare dovuta a un campo magnetico perfettamente *uniforme*, che è diretto perpendicolarmente al piano della Figura 4. Se l'anomalia *a*

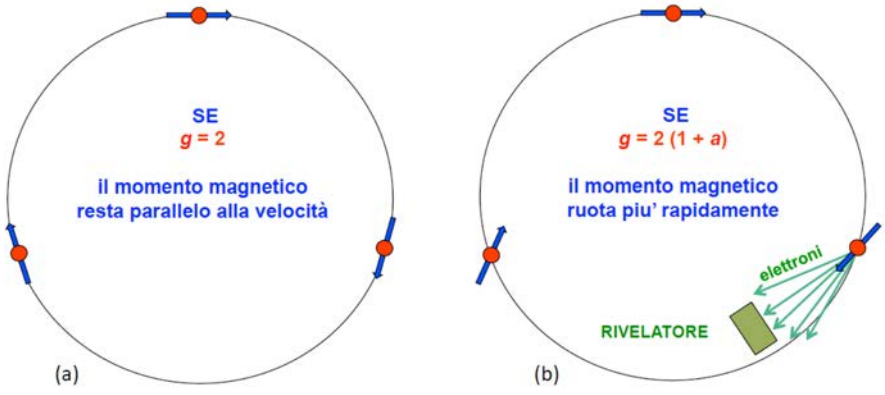

Fig. 4. L'anomalia *a* del momento magnetico fa ruotare lo spin dei muoni rispetto alla tangente della traiettoria.

fosse nulla il momento magnetico, diretto inizialmente nella direzione di moto dei muoni, rimarrebbe sempre parallelo alla velocità. Un valore di *a* diverso da zero fa ruotare il momento magnetico più rapidamente, in modo che esso non rimane parallelo alla velocità.

Poiché, per la non conservazione della parità, i muoni decadono emettendo elettroni nella direzione del momento magnetico, un rivelatore posto all'interno della traiettoria registra un numero di elettroni maggiore di quelli che sarebbero registrati se *a* fosse zero, come mostrato nella Figura 4b. Al passare del tempo – che si misura in milionesimi di secondo – il gruppo di muoni compie molti giri e il momento magnetico continua a ruotare cosicché il numero di elettroni registrato ha l'andamento oscillante mostrato nella Figura 5.

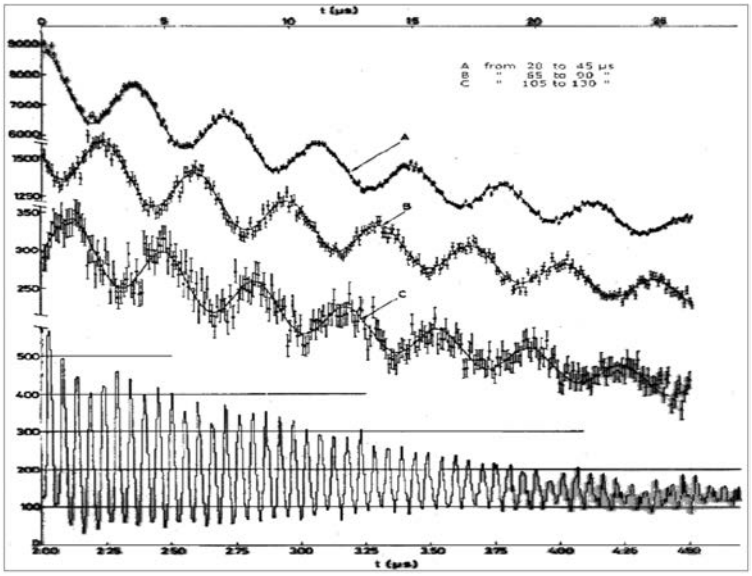

Fig. 5. Risultati del primo esperimento.

Da quest'andamento il gruppo diretto da Emilio Picasso ricavò il risultato

$$a = (1\ 166\ 160 \pm 310)\ 10^{-8} \qquad \text{(precisione: 270 parti per milione)}$$

Questo numero è in ottimo accordo con i calcoli di quell'epoca basati sull'Elettro-Dinamica Quantistica, che sono molto complicati e che i teorici hanno continuato a migliorare negli anni (È interessante notare che un'iniziale discrepanza fu sanata dopo che alcuni teorici, rifacendo i complicatissimi calcoli, si accorsero di un errore che si era infilato nei calcoli precedenti).

Una foto dell'anello di accumulazione costruito sotto la direzione di Emilio Picasso, che era nel frattempo diventato capo gruppo al CERN, appare nella Figura 6.

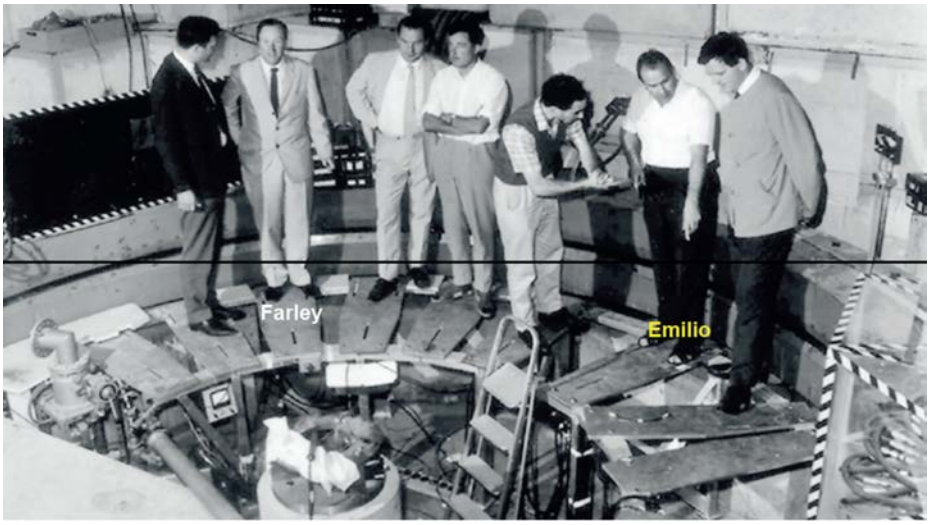

Fig. 6. Il primo anello di accumulazione.

Non soddisfatti di questo risultato, Emilio Picasso e Francis Farley progettarono un secondo anello di accumulazioni di muoni di energia maggiore (3 GeV circa), estendendo il gruppo a nuovi ricercatori (Figura 7).

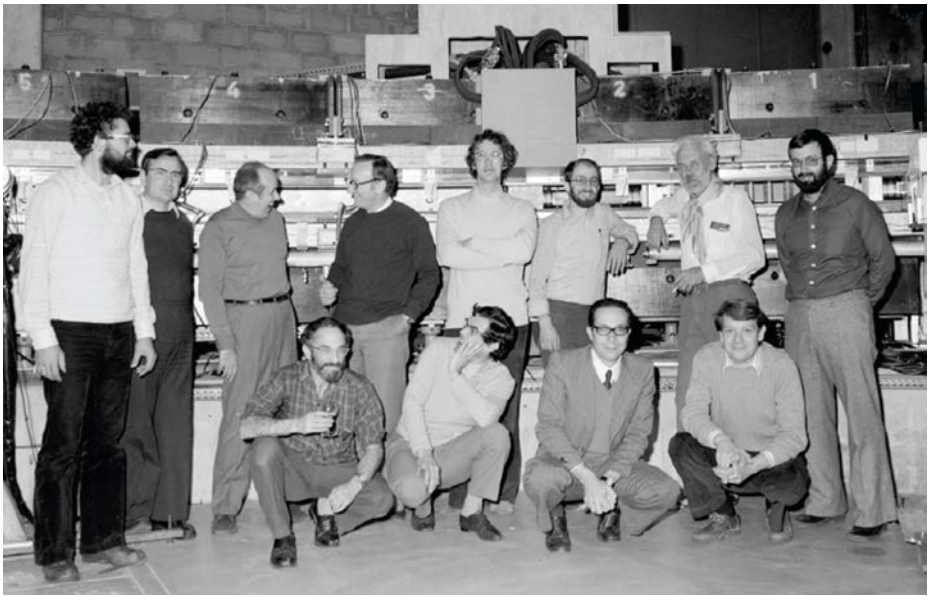

Fig. 7. Il secondo anello di accumulazione.

Dopo quasi dieci anni fu pubblicato il risultato

$$a = (1\ 165\ 923 \pm 8.5)\ 10^{-9} \qquad \text{(precisione: 7 parti per milione)},$$

che era 35 volte più preciso del risultato precedente e in ottimo accordo con i calcoli teorici dell'epoca di Elettro-Dinamica Quantistica:

$$a = (1\ 165\ 918 \pm 2)\ 10^{-9}$$

L'esperimento, che era basato su una scelta molto intelligente dell'energia dei muoni, ebbe risonanza mondiale, anche perché aveva, contemporaneamente, portato alla verifica, con precisone mai raggiunta prima, della dilatazione del tempo con la velocità che, prevista nel 1905 dalla relatività ristretta di Einstein, non era mai stata verificata direttamente.

Nel frattempo Emilio Picasso era stato nominato Direttore della Divisione di Fisica Sperimentale del CERN, incarico che coprì dal 1972 al 1977. Proprio nel 1977 un altro incontro determinò la sua attività per tutti gli anni a venire.

Luigi Radicati di Brozolo aveva lasciato la Normale di Pisa per un anno sabatico al CERN. Da una loro discussione nacque l'idea di un nuovo tipo di rivelatore di onde gravitazionali, che allora erano ricercate da Edoardo Amaldi e Guido Pizzella a Frascati con diverse «antenne gravitazionali», cilindri di alluminio di qualche tonnellata mantenute alla temperatura dell'elio liquido. Oggi si conta di osservarle con fasci laser che sono riflessi molte volte tra due specchi di un interferometro i cui bracci sono lunghi qualche chilometo. Tra i molti altri meriti, negli anni 90 Emilio giocò un ruolo fondamentale nella promozione e approvazione del progetto italo-francese Virgo che, completato a Cascina – vicino sa Pisa – nel 2003, attualmente raccoglie dati in collaborazione con i due interferometri americani LIGO.

La rivelazione delle infinitesimali distorsioni dello spazio dovute all'esplosione di una supernova è un fenomeno di fisica fondamentale che non poteva non affascinare Emilio Picasso e che, quarant'anni dopo, non è ancora stato *direttamente* osservato.

Il nuovo approccio – pubblicato nel 1978 da Francesco Pegoraro, Emilio Picasso e Luigi Radicati – si basa su un sistema di due cavità risonanti superconduttrici che, essendo accoppiate, possono oscillare su due frequenze leggermente diverse; il passaggio di un'onda gravitazionale avrebbe causato un trasferimento d'energia da un modo di oscillazione all'altro. Fu subito chiaro che sarebbe stato molto difficile realizzare cavità con le caratteristiche necessarie a rivelare le piccolissime variazioni dovute a un'onda gravitazionale ma questo era il tipo di sfide che piaceva molto a Emilio, che cercava – come ho detto – problemi fondamentali e nuove tecnologie. E, infatti, Emilio e i suoi collaboratori hanno lavorato su questo tema per trent'anni. L'ultimo prototipo, completato nel 2008, è mostrato in Figura 8.

La costruzione del primo prototipo era in corso quando il Direttore Esecutivo del CERN John Adams chiamò Emilio, che vent'anni dopo scrisse: «*Adams nel suo ufficio mi parlò più o meno così: "Emilio, invece di mettere tutta la tua energia nella costruzione di cavità superconduttrici per rivelare, chi sa quando, onde gravitazionali,*

Fig. 8. Ultima delle coppie di cavità accoppiate superconduttrici per la rivelazione delle onde gravitazionali.

perché non organizzi al CERN un gruppo di ricerca con lo scopo di disegnare e sviluppare un sistema di cavità superconduttrici per accelerare gli elettroni e i positoni del LEP?" Fu ciò che feci organizzando l'attività del gruppo del CERN diretto da Philip Bernard in collaborazione con gli altri gruppi europei che lavoravano nel campo».

All'inizio del 1980 il fisico tedesco Herwig Schopper (Figura 9), nominato prossimo Direttore Generale dall'1 gennaio 1981, chiese a Emilio di diventare il capo progetto del LEP.

Il *Large Electron Positron* collider doveva essere il piu grande collisore elettrone-positone mai costruito. Come Schopper ha scritto e detto in privato e in pubblico, la sua felice scelta fu dettata non tanto dai contributi di Emilio allo sviluppo

Fig. 9. Durante una festa natalizia Emilio discute del LEP con Herwig Schopper.

delle cavità acceleratrici del LEP ma dalle sue qualità umane: egli aveva una visione ampia dei problemi e, pur non essendo un ingegnere degli acceleratori, sapeva discutere con gli esperti di acceleratori – come dimostrato dalla costruzione dei due anelli di accumulazione del (g-2) – ed era molto rispettato dai fisici.

Questa scelta scontentò molti grandi esperti di acceleratori, di cui il CERN era ricco, ma alla lunga si rivelò vincente date le difficoltà del progetto e la necessità di costruire il LEP con molti meno fondi di quanti non fossero stati inizialmente previsti.

Il tunnel di 30 chilometri di circonferenza doveva essere costruito nella piana che dal lago di Ginevra sale verso le montagne del Jura francese. I fisici, e con loro Emilio, volevano un grande anello perché questo avrebbe permesso non soltanto di ottenere un'energia maggiore nell'urto elettrone-positone, ma sarebbe stato molto vantaggioso anche per il futuro acceleratore del CERN, il *Large Hadron Collider*, il collisore protone-protone che si sperava di costruire una ventina d'anni dopo nello stesso tunnel. D'altra parte un grande anello implicava che un lungo tratto del tunnel passasse sotto il Jura, una montagna ricca d'acqua e di circa mille metri di altezza.

Anni dopo Emilio scrisse: «*Andai a Zurigo con Laporte e Brianti a incontrare Giovanni Lombardi, il più grande esperto di tunnel in Svizzera. Il suo consiglio fu: "Esca dal Jura oppure esca dal progetto". Non volevo uscire dal progetto e così cercai una soluzione che permettesse di ridurre le dimensioni dell'anello, pur mantenendolo il più grande possibile. Con l'aiuto di Laporte e di Plass decisi di muoverlo lontano dalla montagna e verso le città (dove sapevo che i cittadini avrebbero protestato). Ebbi quest'idea perché non potevo parlare al Jura ma potevo parlare alla gente. Così, dopo aver convinto Herwig Schopper, selezionammo un gruppo di persone per aiutarci a parlare con gli abitanti, organizzando riunioni con le comunità locali e disegnando un anello (di 27 chilometri) che passava sotto il Jura per soltanto 3,3 chilometri. Riducemmo così l'altezza della roccia sovrastante da 1000 metri a 150 metri in modo da minimizzare la pressione dell'acqua*» (Figura 10). Nessuno avrebbe potuto parlare meglio di Emilio Picasso alle popolazioni che abitavano vicino al CERN e la campagna di convincimento fu un successo.

Come mostrato nella Figura 11, per l'inizio dei lavori venne al CERN il Presidente Mitterand e il Presidente della Confederazione Svizzera Pierre Aubert.

Poi il Jura si vendicò, il tunnel fu allagato e il progetto di scavo del tunnel accumulò un ritardo di sei mesi. Emilio fu felice quando i lavori terminarono (Figura 12).

Sull'anello del LEP furono montati quattro enormi rivelatori: ALEPH, OPAL, DELPHI e L3.

Fu questo un periodo in cui ebbi l'occasione di conoscere ancora meglio Emilio, il suo entusiasmo per la fisica, le sue qualità umane e manageriali. Parlava con tutti e sempre con lo stesso atteggiamento, dal Direttore Generale all'operaio che faceva saldature nel tunnel; prendeva decine di caffè alla caffetteria del CERN ove s'informava delle attività di tutti coloro che incontrava. Ci siamo frequentati molto perché sono stato per tredici anni «spokesperson» della collaborazione internazionale DEL-

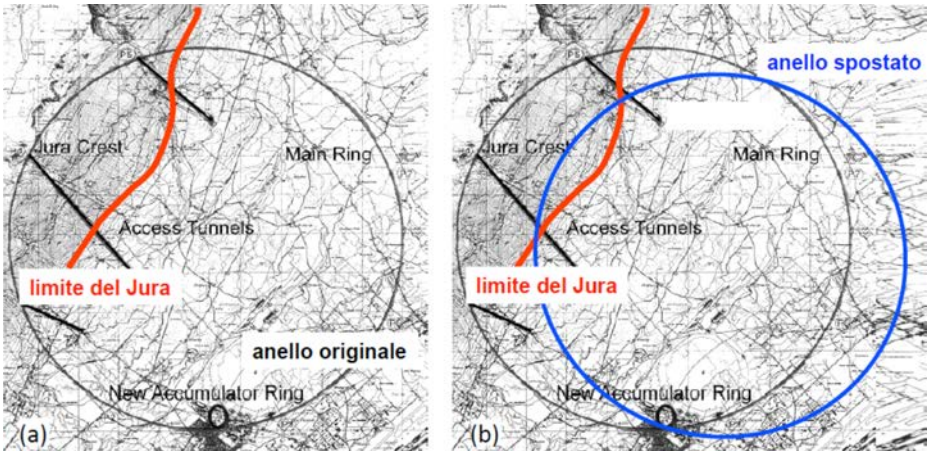

Fig. 10. Localizzazione del tunnel del LEP nella piana di Ginevra.

PHI formata, come le altre tre, da 400-500 fisici di tutto il mondo. Gli spokerperson delle altre collaborazioni internazionali erano Jack Steinberger (ALEPH), Aldo Michelini (OPAL) e Samuel Ting (L3). Incontravamo Emilio spesso sia in riunioni formali sia al caffè o nei corridori del CERN e sempre, anche negli inevitabili periodi di difficoltà tecnica o finanziaria, potevamo contare sul suo aiuto. Le quattro foto delle Figure 14 e 15 aiutano a ricordare gli stretti rapporti che abbiamo avuto con lui tutti quegli anni, quando spesso veniva a trovarci nelle nostre caverne a cento metri sottoterra, magari con qualche illustre visitatore. S'interessava di tutto, tro-

Fig. 11. Personalità presenti alla cerimonia della posa della prima pietra del LEP.

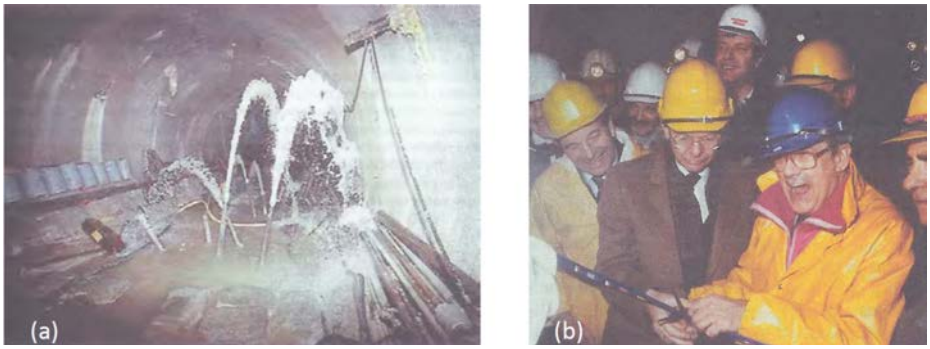

Fig. 12. Furono necessari sei mesi affinché l'acqua del Jura fosse imbrigliata. Tuttavia non vi furono altri ritardi e il LEP entrò in funzione il 14 luglio 1989, con soltanto sei mesi di ritardo sui piani iniziali e grande gioia di Emilio.

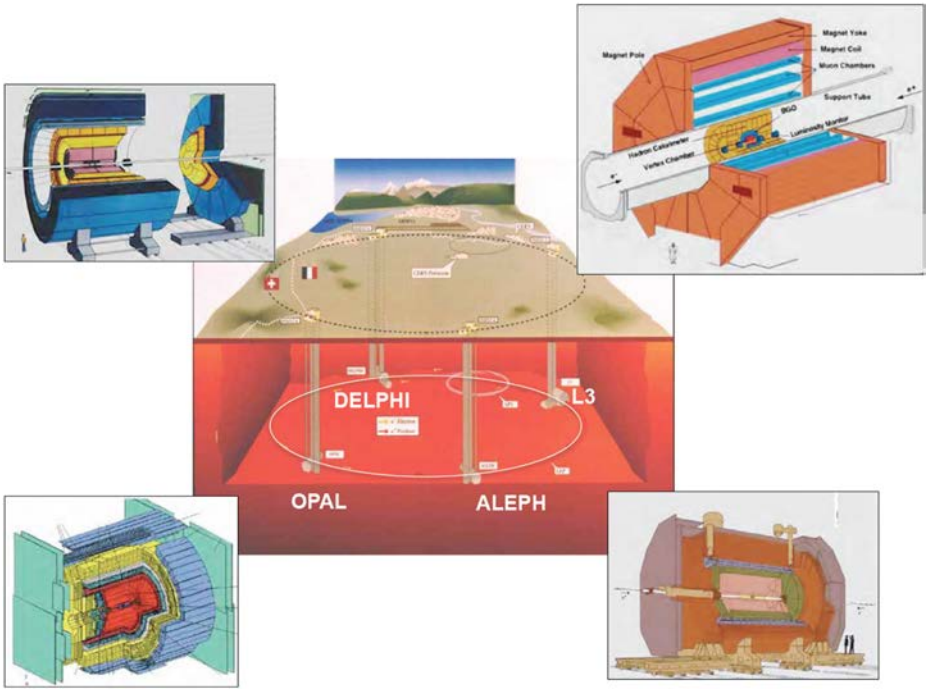

Fig. 13. I quattro rivelatori montati nelle caverne sotterranee del LEP si chiamavano ALEPH, DELPHI, L3 e OPAL.

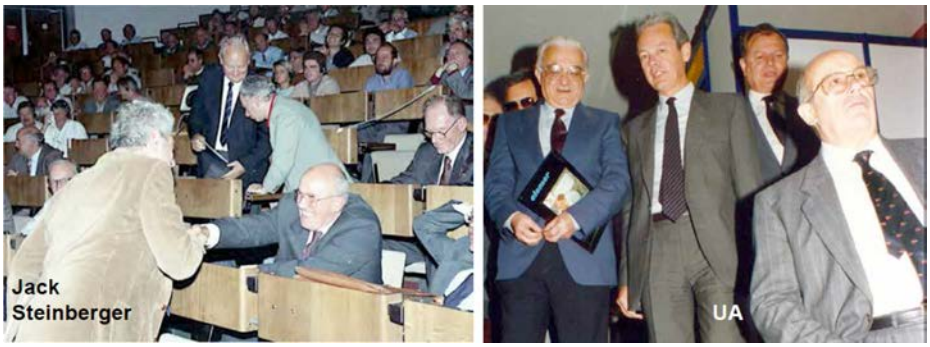

Fig. 14. Emilio con gli spokesperson di ALEPH e di DELPHI.

vando modo di parlare non soltanto con i senior ma anche con i dottorandi, che spesso conosceva per nome; e se non lo ricordava, ed erano italiani, li chiamava «ragazza» oppure «ragazzo».

Il collisore LEP è stato un enorme successo tecnico e scientifico: ha funzionato dal 1989 al 2000 sorpassando tutti i parametri che erano stati definiti nel progetto iniziale. Emilio lo lasciò pochi mesi dopo le prime collisioni e nel 1990 rientrò dal fuori ruolo che gli era stato attribuito dalla Scuola Normale per dirigere la costruzione del LEP. Durante tutti quegli anni aveva continuato a tenere lezioni a Pisa.

Poi, nel giugno del 1991 fu eletto Direttore della Scuola per il quadriennio 91-94. Non ho conoscenza diretta di questo periodo ma il 15 aprile 2015 si è tenuta a Pisa una giornata dedicata a «Emilio Picasso and the LEP» (Figura 16).

In quest'occasione lo storico Daniele Menozzi ha ricostruito l'attività di Emilio Picasso alla Scuola Normale ed elencato tutte le difficoltà burocratiche e amministrative che egli ha incontrato nei suoi sforzi, coronati alla fine dal successo, sia per

Fig. 15. Aldo Michelini e Samuel Ting erano spokesperson di OPAL e L3.

Fig. 16. Programma del convegno tenutosi a Pisa il 24 aprile 2015.

aumentare il numero di alloggi per gli studenti sia per promuovere la conoscenza della Normale nell'opinione pubblica. Menozzi ha citato un articolo apparso nel 1991 su Repubblica nel quale l'articolista concludeva notando che, dalle parole di Picasso, sembrava che fosse più facile la realizzazione del LEP, la più grande macchina acceleratrice del mondo, che non l'adeguamento della Normale agli standard europei.

* * *

Emilio Picasso è stato membro della nostra Accademia e dell'Accademia dei Lincei. E' stato nominato Ufficiale di Gran Croce e Cavaliere della Legion d'Honneur. All'estero è stato scelto come membro onorario straniero dell'America Academy of Arts and Sciences di Boston; membro straniero dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Francia; membro dell'Accademia Europea delle Arti e delle Scienze; membro dell'Accademia delle Scienze di New York.

Nonostante tutti questi meritati riconoscimenti, Emilio è sempre rimasto uguale a stesso, entusiasta della vita e della scienza, pronto a discutere di tutto con tutti - sempre con un sorriso e improvvisi guizzi di intelligenza, capace di legami di amicizia forti e attento ai sentimenti e alle idee degli altri. Per queste sue qualità chi l'ha conosciuto non lo dimenticherà mai.