

70 Anni dalla Fondazione della Sezione INFN di Roma
14 Aprile 2022:
dalla Scuola di Fisica di Roma al futuro della Big Science

“Giorgio Salvini: un fisico tra i Laboratori di Frascati, Roma e il CERN”

Francesco Lacava
Dip. Fisica Sapienza
e INFN Sezione di Roma



Dall'infanzia alla laurea

- Giorgio Salvini è nato a Milano il 24 aprile del 1920 da una famiglia agiata che dopo pochi anni attraversò un momento di difficoltà.
- Giorgio e le sorelle frequentarono le scuole magistrali e poi presero la licenza liceale.
- Appena diciottenne Salvini è stato maestro elementare insegnando in una classe IV con 56 alunni (!).
- Si è iscritto a Medicina ma alcune lezioni di Fisica tenute da Giovanni Polvani e la lettura dei *Pensieri* di Pascal lo convinsero a passare a Fisica (1940).
- Durante la guerra è stato sottufficiale e ufficiale prima a Pavia e a Udine e poi nella Divisione Alpina Julia in Jugoslavia. Stava per partire per la Russia quando ci fu la rovinosa ritirata dell'inverno 1942-1943.
- Nel bombardamento dell'agosto del 1943 la sua casa a Milano venne distrutta. I genitori furono sfollati e per questo ebbe una licenza. Così l'8 settembre del 1943 si trovò a Milano.

- Mentre era militare studiava e andava a Milano a fare esami. Si è laureato con lode nel 1942 con una tesi sul betatrone, relatore Giovanni Polvani (subentrato allo scomparso Giovannino Gentile).
- Dopo l'8 settembre, Salvini e Carlo Salvetti, allora giovane docente di Fisica teorica, si presentarono al Comando militare, dissero che non volevano aderire alla Repubblica di Salò e tagliarono la corda!
- Dopo la laurea ritornò all'insegnamento nelle scuole elementari ma Polvani e Giuseppe Bolla lo riportarono all'università come ricercatore.
- Così tra il 1943 e il 1945 è rimasto nascosto nell'Istituto di Fisica iniziando a fare ricerche sui raggi cosmici. Resterà come ricercatore all'Istituto fino al 1949.
- Nel 1947 ha studiato la componente penetrante in sciame estesi usando contatori Geiger e camera di Wilson al Laboratorio del Lago dell'Inferno (Sondrio) (2100 m s.l.m.) e nel 1948 al Laboratorio della Testa Grigia (M. Cervino, 3500 m s.l.m.) appena inaugurato. (G. Bernardini - E. Pancini).

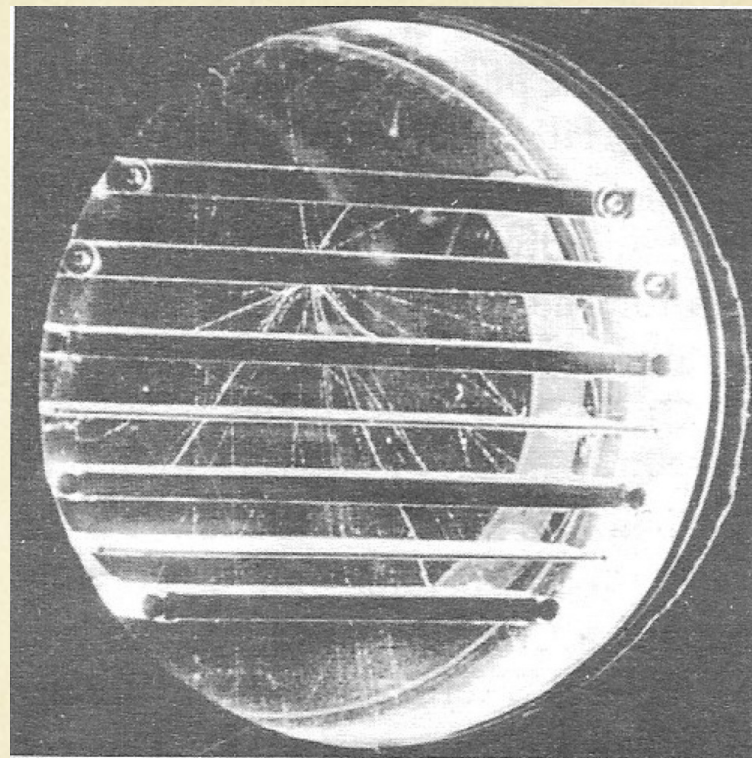


Fig. 6a Una particella carica al minimo di ionizzazione proveniente dall'aria produce una forte interazione in un piatto di piombo in seguito alla quale, nei piatti successivi, si sviluppa immediatamente uno sciame elettromagnetico, dovuto ai mesoni neutri prodotti.

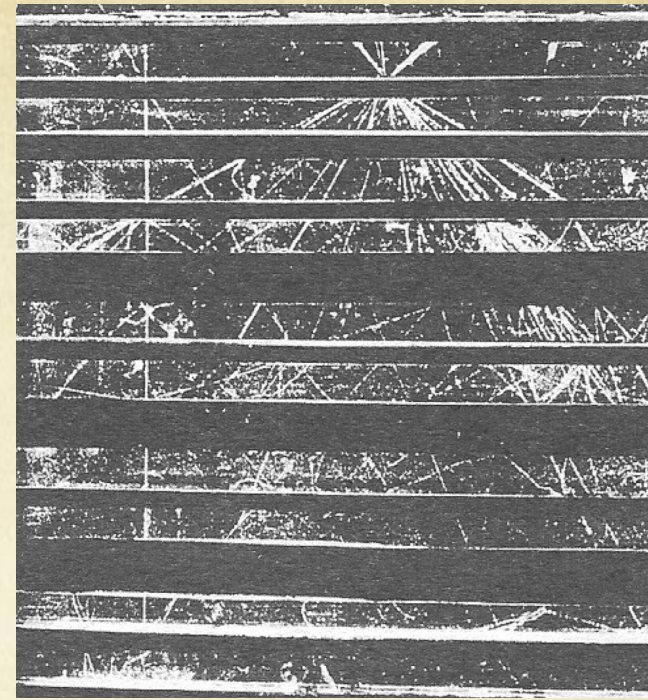
- Sono gli anni della ripresa delle ricerche di Fisica in Italia.
- A Milano studiano i raggi cosmici anche Giuseppe Cocconi, la moglie Vanna Tongiorgi e altri.
- Salvini ha stretti contatti con Bruno Ferretti, fisico teorico interessato ai raggi cosmici, che in seguito torna a Roma.
- Si riallacciano i rapporti con i fisici di altre sedi: in particolare col gruppo di Roma (Edoardo Amaldi, Gilberto Bernardini, e altri)
- Ha scambi anche con Giancarlo Wick sulle forze nucleari. E poi con Bruno Rossi ed Emilio Segrè.



Convegno di Varenna 1949
G. Tagliaferri, G. Salvini, E. Amaldi,
B. Ferretti

A Princeton

- Nel 1949 viene invitato a Princeton dove organizza esperimenti sulla componente nucleare dei raggi cosmici. Usa come trigger cristalli di ioduro di sodio, e poi tubi Geiger in vetro, camera di Wilson.
- Compie le misure nel laboratorio di Eko Lake (Colorado) a 3500 m s.l.m. Con lui lavorano Young Kim, un giovane fisico coreano, e la moglie Costanza, sposata nel 1951, anche lei laureata in Fisica.
- Misura la frazione di π^0 nelle interazioni nucleari ($\approx 50\%$).
- Lascia Princeton nel 1952 dopo aver vinto la cattedra a Cagliari dove rimase solo sette mesi, poi andò a Pisa, chiamato da Conversi.



il CISE - Centro Informazioni Studi Esperienze

- Le bombe atomiche su Hiroshima e Nagasaki all'inizio dell'agosto 1945 dimostrarono in modo drammatico le potenzialità della fissione nucleare.
- I fisici nucleari e gli ambienti industriali pensarono alle possibili applicazioni civili e in particolare al suo impiego per la produzione di energia.
- Nello stesso mese Giorgio Salvini iniziò a documentarsi di sua iniziativa.
- Mario Silvestri, giovane ingegnere elettrotecnico della EDISON, società per l'elettricità di Milano, fu incaricato di fare un primo studio.
- Giorgio Salvini e Mario Silvestri si conoscevano e insieme iniziarono a collaborare studiando anche il dettagliato rapporto sul Progetto Manhattan.
- A loro si unì Carlo Salvetti che aveva fatto una tesi sulla fissione nucleare.
- Salvini, Silvestri e Salvetti (25, 26 e 27 anni) vedevano nell'energia nucleare una grande occasione di sviluppo economico e culturale per l'Italia del dopoguerra e trovarono l'appoggio di Giuseppe Bolla, ordinario di Fisica Superiore.
- Iniziarono così le riunioni tra Università ed la società EDISON.

- Salvetti e Silvestri prepararono un documento programmatico in tre punti (studi, prime esperienze, costruzione di un reattore) che Bolla portò ad Amaldi a inizio 1946.
- Nel frattempo Bolla e i tre giovani si impegnarono per evitare che il Trattato di Pace di Parigi vietasse all'Italia studi sulle applicazioni pacifiche dell'energia nucleare. (Viaggio a Parigi nel settembre 1946).
- Ben presto all'iniziativa di studi si unirono E. Amaldi, Gilberto Bernardini, Bruno Ferretti, Giovanni Polvani e altri fisici.
- Partecipava il CNR con il suo presidente Gustavo Colonnetti.
- Si unirono varie società industriali (FIAT, Cogne, Montecatini, SADE, Falk, Olivetti, Terni, Pirelli).
- Il **19/11/1946** venne costituito il **CISE Centro Informazioni Studi Esperienze** che, unico organo in Italia, svolgerà attività di ricerca nucleare applicata tra fine 1946 ed estate 1952 con obiettivo la realizzazione di un reattore nucleare. E, non trascurabile, la formazione di personale specializzato.

- L'attività era a poco a poco passata sotto il coordinamento del CNR.
- Nell'immediato dopoguerra, sono anni segnati dalla limitazione dei fondi nonostante gli appelli ai politici da parte di Amaldi e di Colonnetti e una lettera di Fermi dall'America.
- Sul finire degli anni '40 varie società ritirarono la loro partecipazione al CISE.
- **A febbraio 1951** venne istituita una **Commissione Ricerche Nucleari del CNR** per coordinare:
 - Applicazioni civili dell'energia nucleare
 - Ricerca fondamentale
 - Progetti e rapporti internazionali (impegno verso il futuro CERN)
 - Difesa del Paese da attacchi atomici in caso di guerra.

Nel 1948 Giorgio Salvini aveva deciso di ritornare alla ricerca fondamentale e, come detto, dal 1949 a inizio 1952 era stato a Princeton.

Viene istituito l'INFN (1951)

- Nello stesso anno 1951 per garantire il proseguimento delle ricerche fondamentali, Colonnetti, sotto le spinte di E. Amaldi, G. Bernardini ed Eligio Perucca, presidente del Comitato di Fisica, decise di dare vita a un apposito istituto del CNR.

Con decreto del presidente del CNR l'8 agosto 1951 venne istituito l'**Istituto Nazionale di Fisica Nucleare** con compito di coordinamento delle attività:

- del Centro studi di fisica nucleare in Roma,
- del Centro studi ioni veloci in Padova,
- del Centro sperimentale e teorico di fisica nucleare in Torino,
- del Centro studi di Milano, costituito nei giorni successivi,

e con la possibilità di ampliare l'istituto con altri organi di studio e di ricerca.

- Il primo presidente è Gilberto Bernardini

Gilberto Bernardini aveva fatto ricerche sui raggi cosmici in America dal 1948 al 1954. Aveva frequentato vari laboratori americani e godeva di una certa fama. E in seguito, anche mentre è stato Presidente dell'INFN continuò a passare parte del suo tempo in America.

Viene istituito il CNRN (1952)

- Intanto nel 1951 sebbene l'attività del CISE conseguisse notevoli risultati, rimanevano le difficoltà finanziarie.
- La perseveranza di Amaldi e l'aiuto di Francesco Giordana, allora presidente del comitato per la Chimica del CNR ma che aveva avuto in passato altri incarichi di rilievo, riuscirono ad attirare l'attenzione del ministro dell'Industria e Commercio Pietro Campilli, che già si era occupato del settore energetico.
- Il **26 giugno 1952** con Decreto del Presidente del Consiglio A. De Gasperi fu quindi costituito il **CNRN, Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari**. Il presidente era Giordana, ne facevano parte rappresentanti del mondo industriale e fisici come Amaldi, Ferretti, Enrico Medi. Ne era segretario Felice Ippolito, il più giovane dei componenti del comitato.
- Il CNRN aveva come compito il coordinamento delle attività del CISE e dell'INFN.
- Il cospicuo finanziamento di un miliardo di lire permetteva finalmente al CISE di iniziare la costruzione di un reattore nucleare e all'INFN di pensare a un acceleratore nazionale.

Il Sincrotrone

- All'inizio degli anni '50 erano state costruite macchine acceleratrici capaci di produrre particelle prima osservate solo nei raggi cosmici.
- Gilberto Bernardini negli USA aveva lavorato con betatroni e sincrotroni. Amaldi era abbastanza al corrente delle novità sulle macchine acceleratrici poiché partecipava alle riunioni per le realizzazioni del CERN. I due, anche con interventi di Fermi, avevano discusso per circa due anni la costruzione di una macchina acceleratrice nazionale.
- IL CERN aveva scelto di costruire un sincrociclotrone per protoni da 600 MeV e poi il protosincrotrone da 28 GeV. Poiché i fisici italiani partecipavano agli esperimenti al CERN, sembrò ragionevole orientarsi verso una macchina complementare per elettroni.
- Nella riunione del **Direttivo del 19 gennaio 1953** Bernardini propose come **una necessità la costruzione di un acceleratore nazionale**. La proposta di Bernardini, messa ai voti, fu approvata all'unanimità.

- Per il finanziamento dell'acceleratore si decise di ridurre in modo sostenibile il bilancio delle Sezioni.
- Nella stessa riunione **si decise di costituire un gruppo ad hoc per realizzare la macchina e Bernardini propose di affidarne la direzione al prof. Salvini dell'Università di Pisa** col compito di costituire un gruppo di fisici ed ingegneri per lo studio e il progetto della macchina.
- **Nel gennaio 1954 fu poi costituita la Sezione Acceleratore** con sede in Pisa, sezione autonoma con durata il tempo di costruzione della macchina.
- Rimaneva da scegliere **tra una macchina lineare** (Amaldi e Roma) e **una macchina circolare** (Bernardini). Il fatto che in Italia ci fossero maggiori competenze per la realizzazione di magneti piuttosto che di elettronica (klystron) determinò la scelta per un sincrotrone inizialmente di 500 MeV che poi diventarono 1000 MeV e si arrivò poi a 1100 MeV.
- Nel seguito si pose il problema di scegliere tra il **foccheggiamento debole** e il **foccheggiamento forte** più innovativo in quei tempi. Si preferì il foccheggiamento debole usato negli acceleratori già costruiti.

- **Salvini aveva 33 anni**, certamente molto bravo e stimato, fu scelto anche perché come disse Bernardini *“quest'uomo è stubborn”*, che vuol dire testardo anche in modo benevolo.
- Salvini per formare il gruppo dei costruttori, come spesso ricordava con grande soddisfazione e si legge nella sua autobiografia, decise:

“di trovare persone giovani e intelligenti, molto più che persone che già sapessero. ... Feci con l'aiuto di Gilberto Bernardini un giro per l'Italia ... e raccolsi un gruppo di fisici e ingegneri che corrispondono ai nomi di Fernando Amman, Carlo Bernardini, Giordano Diambrini, Mario Puglisi, Giancarlo Sacerdoti e altri.

Queste persone divennero poi il nucleo centrale dell'iniziativa insieme ad alcune persone che avevano all'incirca la mia età come Ruggero Querzoli, Italo Federico Quercia e Mario Ageno.

Così si formò una base, diciamo, di venticinquenni, un piano di trentacinquenni, qualche quarantenne, e in cima a tutti c'era Enrico Persico, che è stato il teorico del gruppo che ha diretto la progettazione teorica della macchina.”



- Così nel 1953 a Pisa si iniziò a lavorare alla progettazione dell'acceleratore.
- Fernando Amman fu mandato tra autunno 1954 ed estate 1955, e Giancarlo Sacerdoti tra autunno 1956 e febbraio 1956 a Ithaca e poi a Pasadena dove parteciparono alla messa in funzione dei locali sincrotroni inviando a Pisa dettagliati resoconti con schemi elettrici, schizzi meccanici e foto.
- Questo grazie anche all'ospitalità dei colleghi americani tra i quali: Matthew Sands, Robert Wilson, Al Silverman, Boyce McDaniel, W. Panofsky poi ospiti anche a Frascati.
- A Pisa si studiavano le varie parti della macchina e iniziavano i contatti con l'industria nazionale.
- A Roma Persico con i giovani Angelo Turrin, Carlo Bernardini e Pier Giorgio Sona iniziarono lo studio teorico della macchina.
- All'Istituto Superiore di Sanità Mario Ageno (esperto di macchine elettrostatiche) e Ruggero Querzoli pensavano all'iniettore.
- Altra attività era svolta a Firenze e a Milano.

La scelta della sede per il sincrotrone.

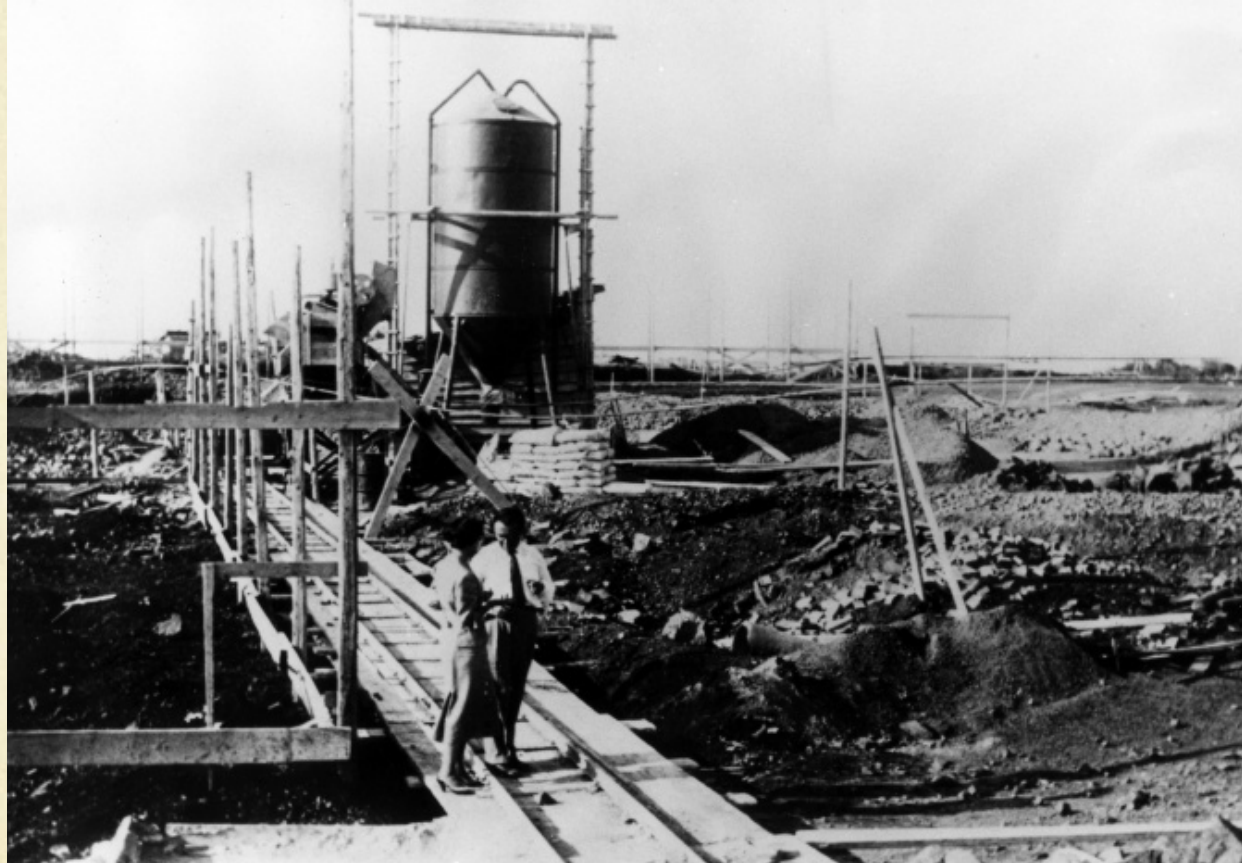
- I fisici di Milano e Torino, forti dell'appoggio dell'amministrazione comunale e di gruppi industriali proposero come sede Milano e in una riunione del Direttivo, contrario Amaldi, si decise per Milano.
- Al Direttivo era assente Bernardini, negli USA, ma ne fu subito messo al corrente da Amaldi, nel tentativo di annullare la decisione.
- Intanto anche l'Università di Pisa col concorso di amministrazioni comunali e provinciali offrì terreni e finanziamenti.
- A quel punto intervenne l'offerta più generosa, sostenuta da Amaldi, da Giordana, presidente del CNRN, e da Ippolito: l'onorevole Campilli, residente in Frascati, suggerì al senatore Pietro Micara, sindaco di Frascati, di donare al CNRN un terreno, dal nome pittoresco di **“Macchia dello Sterparo”** e inoltre amministrazioni e enti vari promisero un contributo di 800 milioni di lire. Ciò determinò la scelta.
- In cambio si decise di costruire a Milano (Ispra) il primo reattore nucleare (CISE) mentre quanto promesso da Pisa, su consiglio di Fermi a Bernardini e Conversi, direttore dell'Istituto di Fisica di Pisa, fu destinato alla costruzione di CEP (Calcolatrice Elettronica Pisana) che poi portò anche allo sviluppo dei computer nell'Olivetti.

- Gli ultimi particolari della macchina vennero definiti in riunioni alla scuola estiva a Varenna del 1954 presente Fermi. Lì Fermi stando male andò a Como per una visita e tornò subito a Chicago dove morì il 28 novembre.
- Nel maggio 1955 la Sezione Acceleratore si spostò da Pisa all'Istituto di Fisica di Roma. Per il trasporto fu sufficiente un camion con rimorchio.



Maggio 1955 – Pisa: partenza per Roma

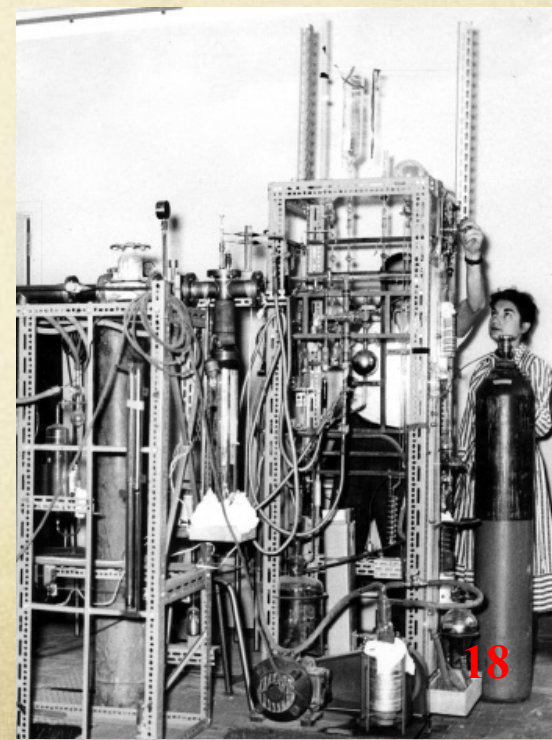
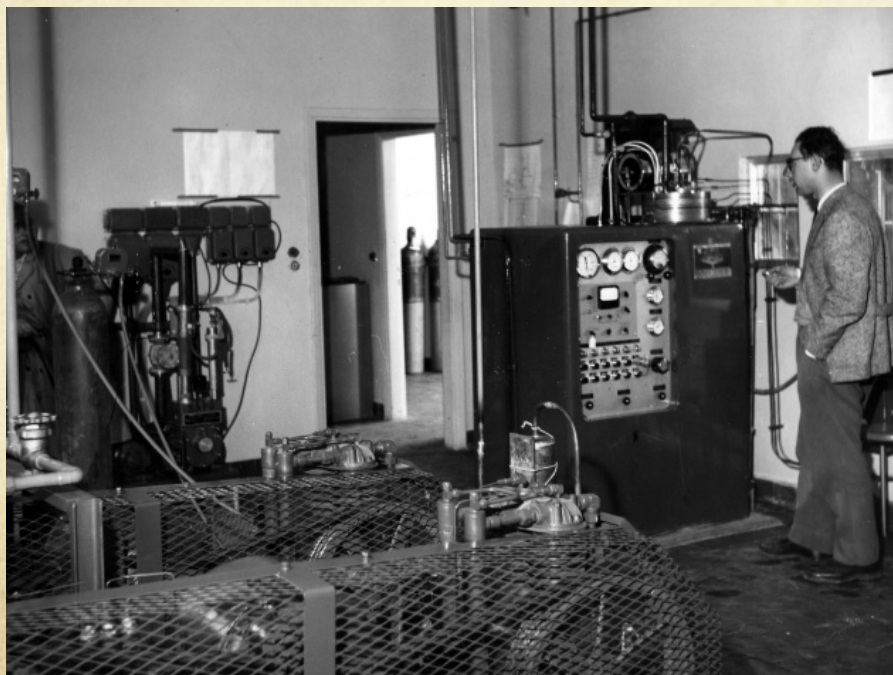
Partenza da Pisa per Roma



Lavori edili alla Macchia dello Sterparo

- Nel 1955 anche Salvini passò dall'Università di Pisa a quella di Roma.
- Nel resto dell'anno si prepararono le apparecchiature per la misura del campo magnetico, si fecero studi per la cavità a radiofrequenza, per il sistema del vuoto, per la ciambella (la camera a vuoto per il fascio).
- Nel 1956 e fino a metà 1957 l'attività si fece più frenetica con misure sul primo magnete (presso l'Ansaldo), sulla prima cavità a radiofrequenza etc.
- A Frascati mentre proseguivano i lavori edilizi si installò un sistema criogenico per la preparazione di targhette di gas liquido. Il Laboratorio di Basse Temperature, sotto la guida di Giorgio Careri, portò a Frascati i primi fisici di struttura della materia.

**Il primo edificio
costruito a Frascati
conteneva
il liquefattore**



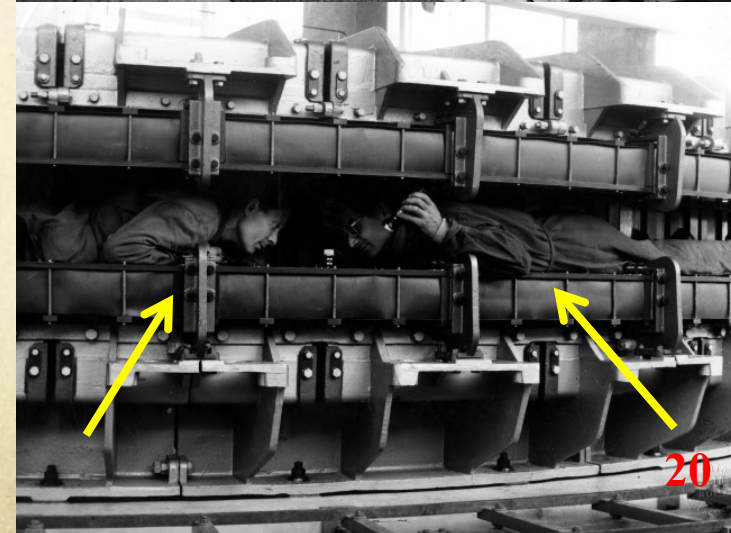
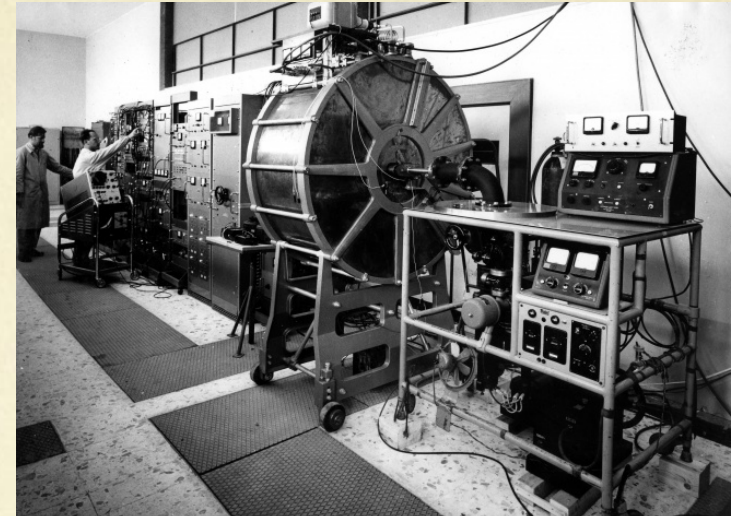
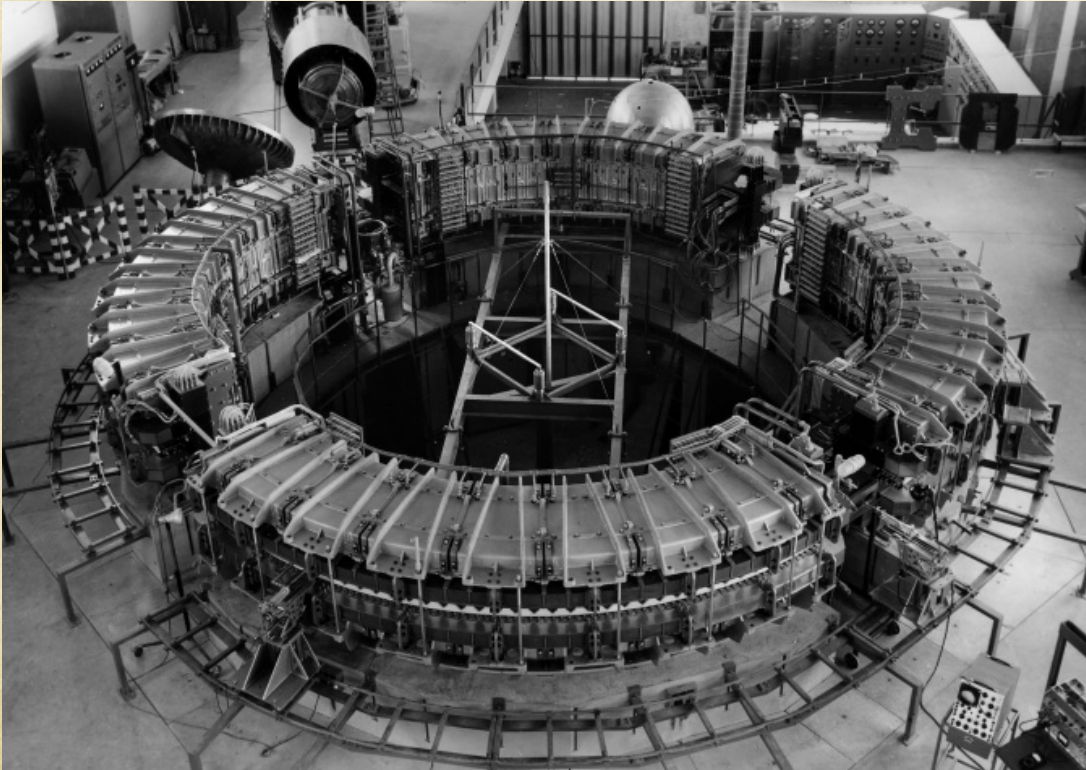
- Finalmente nel **luglio del 1957** avvenne il trasferimento definitivo di persone e cose da Roma a Frascati. Questa volta furono necessari dieci viaggi di camion con apparecchiature, modelli e parti già costruite.



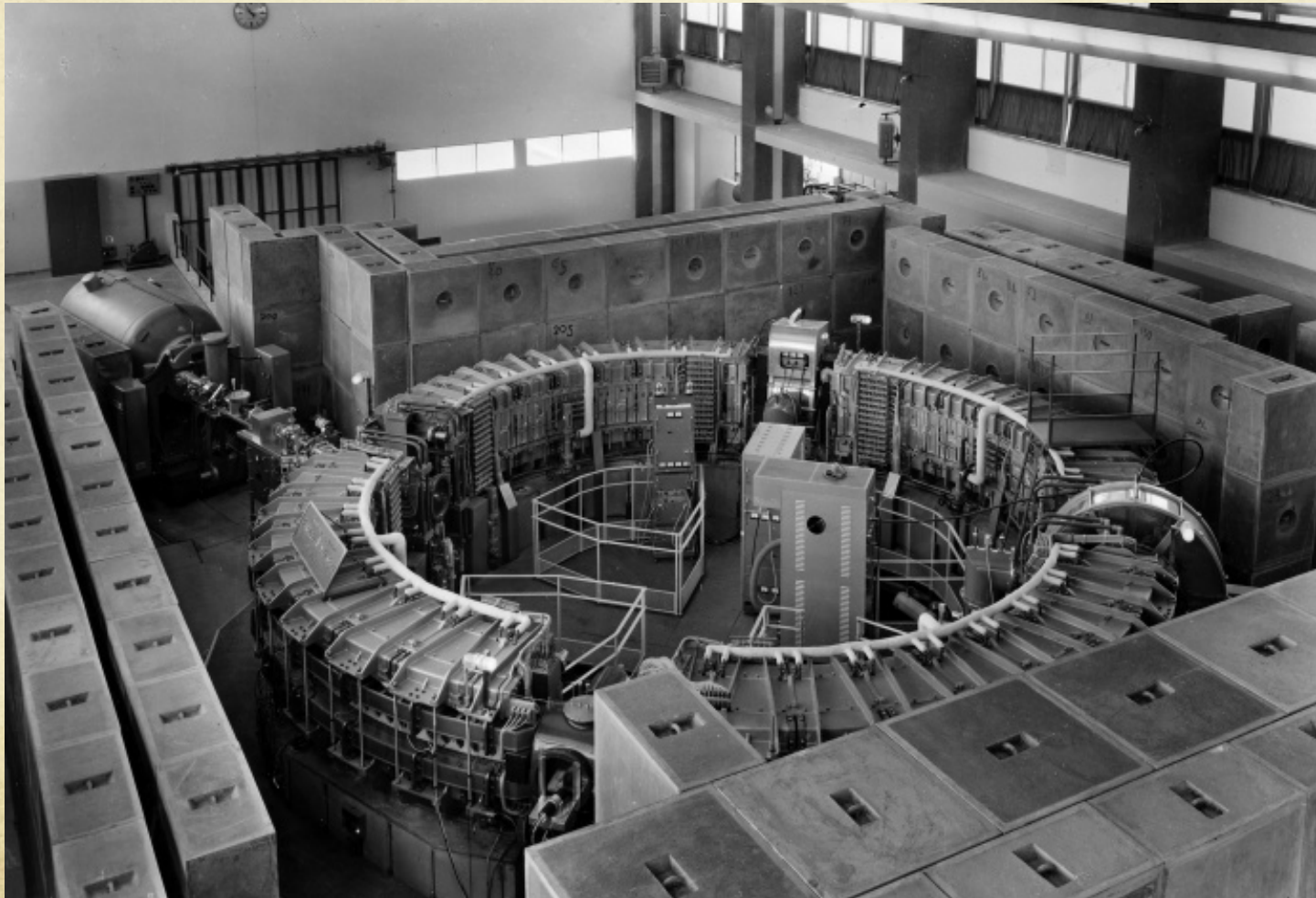
Ottobre 1957
Circa 80 persone
lavoravano alla
costruzione.

Ghira, Quercia, Toschi, Bologna, Querzoli, Zanetti, Agostini, DiStefano Guido, Trevisan, Pistoni, Santangeli, Cavusotti, Brolatti, Murtas, Marra, Pecchi, Scaramuzzi, Bonini, Cerchia, Propersi, Stipchic, Puglisi, Sanna, Martellucci, Eddi, Ivagnes, D'Amato, Sacerdoti, Piredda, Ghigo, Bernardini, Grilli e Cinti.

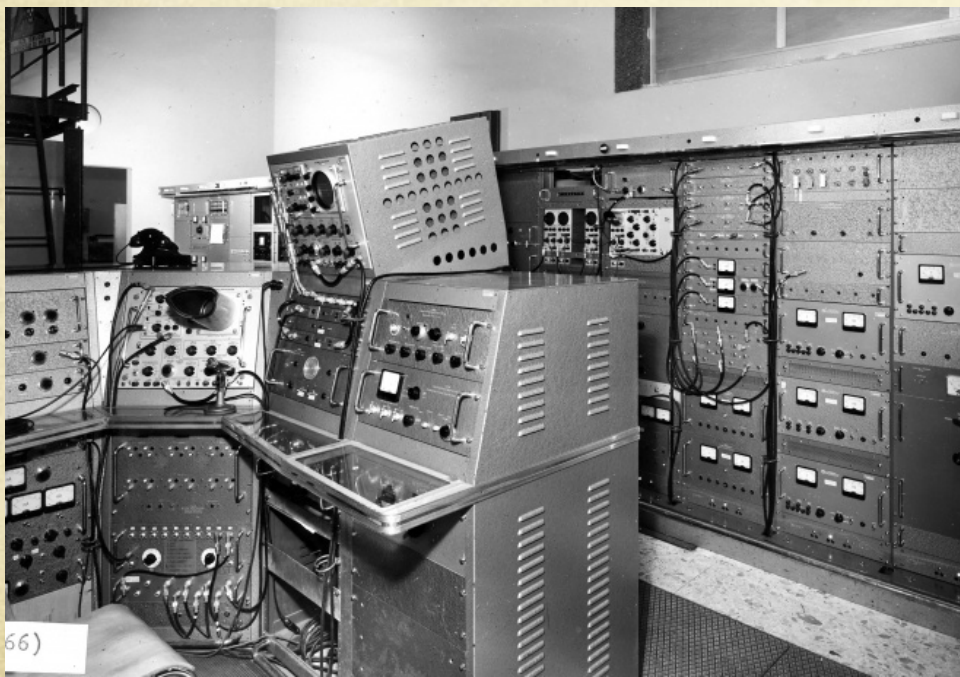
- **A fine 1957 l'edificio del sincrotrone era stato completato:**
 - il magnete era montato e l'alimentazione in fase di messa a punto,
 - la camera a vuoto ultimata,
 - gli apparati di controllo in fase avanzata,
- **L'autorimessa era stata adibita ad aula conferenze per seminari anche di ospiti stranieri. Il laboratorio iniziava a vivere.**



- Dopo un 1958 di lavoro frenetico, la seconda cavità acceleratrice fu accesa il 6 febbraio 1959. Il 9 febbraio la macchina fu portata nelle condizioni di esercizio e la stessa sera elettroni da 1000 MeV di energia correvano nella camera a vuoto. Euforici “*si andò a cena tutti insieme a Frascati*”, e l’11 febbraio fu fatto un comunicato: “*Siamo lieti di annunciare la nascita del Sincrotrone da un miliardo di elettron-volt. Il bimbo è vivo e vitale*”



- A Frascati si era formato anche un gruppo di fisici teorici: **Raoul Gatto** e i *suoi pupilli*, **Bruno Touschek**, **Nicola Cabibbo** e altri.
- Si formò il **Gruppo Alte Energie** di fisici che, costruita la macchina, si dedicarono agli esperimenti.
- Verso metà 1959 iniziarono gli esperimenti preparati da fisici di Frascati e da fisici di altre Sezioni dell'INFN.
- Nel 1960 Giorgio Salvini lasciò la direzione dei Laboratori per dedicarsi agli esperimenti.



Sala di controllo del Sincrotrone



Counting room di un esperimento

- Nel sincrotrone gli elettroni incidendo su bersagli posti nella ciambella generavano per bremsstrahlung fotoni che uscivano in direzione tangenziale:
 - C'erano tre bersagli di tantalio che davano uno spettro continuo di fotoni fino all'energia degli elettroni,
 - E una lamina da un monocristallo di diamante che dava fotoni polarizzati con uno spettro a righe. (Risultato notevole: G.Bologna, G.Diambrini, G. Murtas).
 - I fotoni sono diretti su targhette di gas liquido (idrogeno, deuterio, elio).
 - Solo più tardi si arrivò ad estrarre un fascio di elettroni usato specialmente per esperimenti di fisica nucleare.
- Si studiarono processi di fotoproduzione: le particelle adroniche erano prodotte tramite interazione elettromagnetica.
- Si potevano produrre fino a 5π , mesoni K; si studiarono le particelle η e ω , stati risonanti pione-nucleone, la produzione coppie muoni, l'effetto Compton, etc.
- I rivelatori erano: contatori a scintillazione o luce Cherenkov, camera a bolle, emulsioni fotografiche e poi una camera a scintille (rivelatore di nuovo tipo).
- Negli ultimi anni ci furono anche esperimenti con luce di sincrotrone.
- **Il Sincrotrone fu spento definitivamente nel 1976.**

Un successo enorme

(da V. Valente: Strada del Sincrotrone km 12)

“La costruzione del sincrotrone fu un successo notevole, per qualcuno inaspettato, e che appariva, a priori, molto improbabile”.

“Fra la decisione di costruire una macchina complessa e senza equivalenti nel Paese e di fondare intorno a questa un grande laboratorio, e la realizzazione di tali progetti, aldilà delle più ottimistiche aspettative, erano passati meno di sei anni”

“Se si tiene conto che protagonista dell’impresa è stato un gruppo di persone la cui età media era di 26 anni, guidato da un capo di poco più di 30, la cosa appare ancora più straordinaria”

Bruno Touschek:

“Il successo diede una tremenda spinta al morale dei fisici italiani e alla loro fiducia in se stessi. C’erano al mondo solo altre due macchine di tipo e dimensioni paragonabili, una a Cornell e l’altra a Caltech.”

Poi venne AdA

- All'inizio del 1960 Bruno Touschek propose gli anelli di accumulazione e suggerì di usare il Sincrotrone appena entrato in funzione.
- La proposta chiaramente non fu ben accolta dai costruttori e dagli utenti del Sincrotrone. Giorgio Ghigo suggerì di costruire un piccolo prototipo AdA.
- Touschek era a capo del progetto mentre Carlo Bernardini e Giorgio Ghigo si sarebbero occupati dei problemi tecnici e teorici.
- In due giorni si trovarono i finanziamenti. E nelle settimane successive partirono gli ordini. Altri tempi ... !
- Dopo un solo anno, ADA era pronto e si usò il Sincrotrone come iniettore di elettroni e positroni. Poi nell'estate del 1962 AdA fu portato ad Orsay.

Iniziò così a Frascati l'era dei Collider

C'è stato all'inizio di dicembre 2021 un Memorial Symposium dedicato a Bruno Touschek in occasione dei 100 anni dalla nascita dove è stata ricordata anche la storia di AdA e di ADONE:

<https://agenda.infn.it/event/27709/>

E seguì ADONE

- Nel 1961 fu presentato il progetto per ADONE, un collider e^+e^- con energia 3 GeV nel centro di massa.
- ADONE era costruito nel 1967 e fu operativo per la fisica nel 1969 dopo che furono risolti problemi di instabilità dei fasci e passarono le contestazioni.
- Gli esperimenti di prima generazione(1969-1972) ad ADONE sono stati:
 - **BCF**: ricerca di leptoni pesanti
 - **Bosone**: ricerca di risonanze e nuovi mesoni vettoriali
 - **$\gamma\gamma 1$ (G. Salvini et al.)**: dedicato anche a eventi con solo fotoni, interazioni $\gamma\gamma$, test QED, produzione multiadronica
 - **$\mu\pi$** : coppie $\mu\mu$, fattori forma di π e K, ρ' , produzione multiadronica.

Il grande e inatteso risultato fu la produzione multiadronica che ben si accordava col recente modello a quark e con i tre colori della QCD.

I tre colori spiegavano il rapporto sperimentale:
$$R = \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{adroni})}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)} \approx 2$$

Poi una seconda generazione di esperimenti ad ADONE

- Tra il 1971 e il 1972 si prepararono gli esperimenti di seconda generazione, con una copertura in angolo solido maggiore per lo studio della produzione multiadronica.
 - **MEA**, un esperimento con campo magnetico da solenoide perpendicolare al fascio.
 - **$\gamma\gamma 2$ (G.Salvini et al.):** con particolare attenzione ai neutri (fotoni)
 - **B-antiB** per lo studio di produzione barione-antibarione alla soglia

Nel novembre 1974 la notizia dell'osservazione a **SLAC** e **Brookhaven** della **J/ ψ** convinse i fisici di Frascati a alzare l'energia della macchina fino a 3.1 GeV e in due giorni anche ad ADONE gli esperimenti osservarono la nuova particella.

Così nel numero di **Physical Review Letters**, vol 33, N. 23 si può leggere:

*“Questo numero è certamente uno dei più straordinari della nostra storia, con non uno ma tre rapporti estremamente eccitanti che riguardano la scoperta di **Brookhaven**, **SLAC** e **Frascati**. L'attività che ne discende sarà enorme e noi ci uniamo a tutta la comunità di fisici per rallegrarci.”*

Come noto la J/ ψ è uno stato legato charm-anticharm. Essendo il charm un quarto quark la cui esistenza era stata pochi anni prima predetta da S. L. Glashow, I. Iliopoulos e L. Maiani.

Giorgio Salvini Presidente dell'INFN nel periodo 1966-1969

- Una legge dell'agosto 1960 aveva trasformato il CNRN in CNEN dotandolo di veste giuridica. La stessa legge prevedeva anche il riordinamento dell'INFN entro sei mesi dandogli autonomia amministrativa e risolvendo il problema della personalità giuridica.
- Alla fine della presidenza di Amaldi **nel 1966** ciò non era ancora avvenuto.
- All'inizio della presidenza di Salvini ci furono vari scambi tra Salvini e Andreotti, ministro dell'Industria, finché **nella primavera 1967**, poiché l'INFN non esisteva ancora come ente, **Salvini chiese al ministro l'autorizzazione a firmare gli stipendi dei dipendenti. La risposta sarebbe stata un implicito riconoscimento dell'INFN come ente giuridico.**
- *“Il Ministro esitò, io minacciai di non firmare gli stipendi. Allora mi fece notare che se non avessi firmato, avrei omesso degli atti di ufficio: avrei potuto essere arrestato. Ricordo che risposi: << Guardi, devo scrivere le dispense, sono in arretrato; quindi se mi condannano un paio di mesi lei mi procurerà certamente una stanza solitaria e io scriverò le mie dispense>>”.*
- Andreotti si accorse che con Salvini non c'era nulla da fare e si impegnò a risolvere in breve tempo l'annosa questione purché Salvini avesse evitato impuntature. Così gli impiegati continuarono a ricevere lo stipendio.

- Nel 1971 mentre era Presidente Villi, con una legge sul riordinamento del CNEN dopo l'affare Ippolito, anche l'INFN vide sancita la completa autonomia e ottenne finalmente la personalità giuridica.
- Vale la pena di ricordare che, in quei primi anni della Presidenza Villi, l'INFN si riorganizzò nella forma che oggi conosciamo: Presidente, Giunta, Consiglio Direttivo, Commissioni Nazionali, etc.

Salvini e l'esperimento UA1 al CERN

Premessa

Nel 1967 S.Weinberg e A.Salam avevano proposto l'unificazione delle interazioni deboli ed elettromagnetica in una sola interazione elettrodebole data dal gruppo $SU(2) \times U(1)$ con la rottura spontanea di simmetria introdotta da P. Higgs, F. Brout and F. Englert che prevedeva il bosone di Higgs oggi osservato.

La teoria prevedeva la corrente neutra debole, osservata al CERN nel 1973, e poi l'esistenza di due bosoni vettoriali intermedi massivi $W^\pm$ e Z^0 .

La loro massa è determinata dalla costante di struttura fine α , dalla costante di accoppiamento debole G_F e dall'angolo di Weinberg θ_W :

$$M_W = \left[\frac{\pi\alpha}{\sqrt{2} G_F} \right]^{\frac{1}{2}} \frac{1}{\sin \theta_W} \qquad M_Z = \frac{M_W}{\cos \theta_W}$$

A metà degli anni '70 le misure di $\sin \theta_W$ indicavano per queste masse i valori:

$$M_W = \frac{37 \text{ GeV}}{\sin \theta_W} \simeq 68 \pm 40 \text{ GeV} \qquad M_Z = \frac{73 \text{ GeV}}{\cos \theta_W} \simeq 80 \pm 25 \text{ GeV}$$

- Nel 1975 e nel 1976 Carlo Rubbia aveva presentato in seminari a Fermilab e al CERN la possibilità di convertire i protosincrotroni del Fermilab e del CERN in collider protoni-antiprotoni. In particolare presentò la sua idea ad Aachen nella:

**1976 International Neutrino Conference: C. Rubbia, P. McIntyre and D. Cline:
Producing Massive Neutral Intermediate Vector Bosons with Existing
Accelerators.**

(Proceedings of the Conference, p. 683 – eds H. Faissner, H. Reithler and P. Zerwas)

- La proposta di Carlo Rubbia, giudicata irrealistica a Fermilab fu accettata dai due direttori del CERN John Adams e Leo Van Hove.
- Subito iniziarono gli studi per il raffreddamento degli antiprotoni usando il metodo del *cooling stocastico* introdotto da Simon van der Meer per l'ISR nel 1968-1972 .
- Nel 1967 Giorgio Salvini, Presidente dell'INFN, lanciò un gruppo di studio per un protosincrotrone nazionale con la possibilità di utilizzarlo anche come collider protone-antiprotone (proposta AFI 80 GeV).
- Carlo Rubbia e Giorgio Ghigo furono incaricati di studiare come usare per il raffreddamento degli antiprotoni l'anello di accumulazione CESAR del CERN.
- Il progetto era sostenuto da Touschek e V. Budker, che aveva inventato l'electron-cooling venne a Roma invitato da Rubbia e da Touschek.
- Poi Giorgio Ghigo mancò prematuramente, fu approvata la costruzione del SPS e si decise di costruire ADONE. (*vedi discorso di C. Rubbia alla festa per i 90 anni di Giorgio Salvini*).

- Giorgio Salvini nel 1976 iniziò a partecipare ai gruppi di studio per la fisica e la progettazione degli esperimenti al collider protone–antiprotone del CERN.
- Ad iniziare dall'estate del 1977 si trasferì al CERN per prender parte alla progettazione dell'esperimento guidato da Carlo Rubbia.
- Nell'estate del 1977, dopo esser stato Summer Student, mi fu offerta la possibilità di restare al CERN per unirmi al gruppo di studio.
- Salvini si interessava a tutte le parti dell'esperimento e diede un contributo particolare alla definizione del disegno del magnete diretto da Guido Petrucci, ingegnere del CERN, originario di Roma.
- Io lavoravo alla ottimizzazione del calorimetro elettromagnetico.
- Furono mesi di lavoro piuttosto intenso ma di grande entusiasmo, con continue riunioni, discussioni e simulazioni.
- Oltre a Rubbia e a Salvini del gruppo facevano parte fisici senior come Alan Astbury, John Dowell, Peter Kalmus, Sergio Cittolin e giovani fisici brillanti come Michel Spiro, Bernard Sadoulet e altri. Oltre a un certo numero di ottimi ingegneri del CERN come Hans Hoffmann.

**Il 30 gennaio 1978 fu presentata la
proposta dell'esperimento:
CERN/SPSC/78-06 SPSC/P92**

**“A 4π Solid Angle Detector for the SPS
Used as a Proton-Antiproton Collider
at a Centre of Mass Energy of 540 GeV”**

**Con 52 autori,
Spokperson Carlo Rubbia**

**L'unica istituzione italiana era Roma.
Salvini diceva: “*con solo due italiani*”.
(non contava gli italiani del CERN)**

PROPOSAL

CERN/SPSC/78-06
SPSC/P92
30 January 1978

A 4π SOLID ANGLE DETECTOR FOR THE SPS USED AS A PROTON-ANTIPROTON

COLLIDER AT A CENTRE OF MASS ENERGY OF 540 GeV

A. Astbury⁸, B. Aubert², A. Benvenuti⁴, D. Bugg⁶, A. Bussi  re², Ph. Catz²,
S. Cittolin⁴, D. Cline^{*)}⁴, M. Corden³, J. Colas², M. Della Negra²,
L. Dobrzynski⁵, J. Dowell³, K. Eggert¹, E. Eisenhandler⁶, B. Equer⁵,
H. Faissner¹, G. Fontaine⁵, S.Y. Fung⁷, J. Garvey³, C. Ghesqu  re⁵,
W.R. Gibson⁶, A. Grant⁴, T. Hansl¹, H. Hoffmann⁴, R.J. Homer³, M. Jobes³,
P. Kalmus⁶, I. Kenyon³, A. Kernan⁷, F. Lacava^{**)4}, J.Ph. Laugier⁹,
A. Leveque⁹, D. Linglin², J. Mallet⁹, T. McMahon³, F. Muller⁴, A. Norton⁴,
R.T. Poe⁷, E. Radermacher¹, H. Reithler¹, A. Robertson⁸, C. Rubbia⁺⁾⁴,
B. Sadoulet⁴, G. Salvini^{**)4}, T. Shah⁸, C. Sutton⁸, M. Spiro⁹,
K. Sumorok³, P. Watkins³, J. Wilson³, R. Wilson^{***)4}

III Physikalisches Institut, Technische Hochschule Aachen, Germany.¹

LAPP (IN2-P3) , Annecy, France.²

University of Birmingham, U.K.³

CERN, Geneva, Switzerland.⁴

Laboratoire de Physique Corpusculaire, College de France, Paris.⁵

Queen Mary College, London, U.K.⁶

University of California, Riverside, California, USA.⁷

Rutherford Laboratory, Chilton, Didcot, Oxon, U.K.⁸

Centre d'Etudes Nucl  aires, Saclay, France.⁹

(Aachen-Annecy-Birmingham-CERN-College de France-Queen Mary College-
Riverside-Rutherford-Saclay Collaboration)

*) Visitor from University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA.

**) Visitor from University of Roma, INFN Roma, Italy.

***) Visitor from Harvard University, Cambridge, Mass., USA.

+) Spokesman.

L'Esperimento UA1

Dopo l'approvazione nel giugno 1978 l'esperimento si chiamò **UA1** (**Underground Area 1**) dal nome della hall che ospitava il detector lungo l' SPS. E' stato il primo: **4π (hermetic) multipurpose experiment.** Composto da rivelatori estremamente innovativi e sofisticati.

the **Central Detector**,
a big drift chamber to
track charged particles
in the 0.7 T field of the
dipole magnet

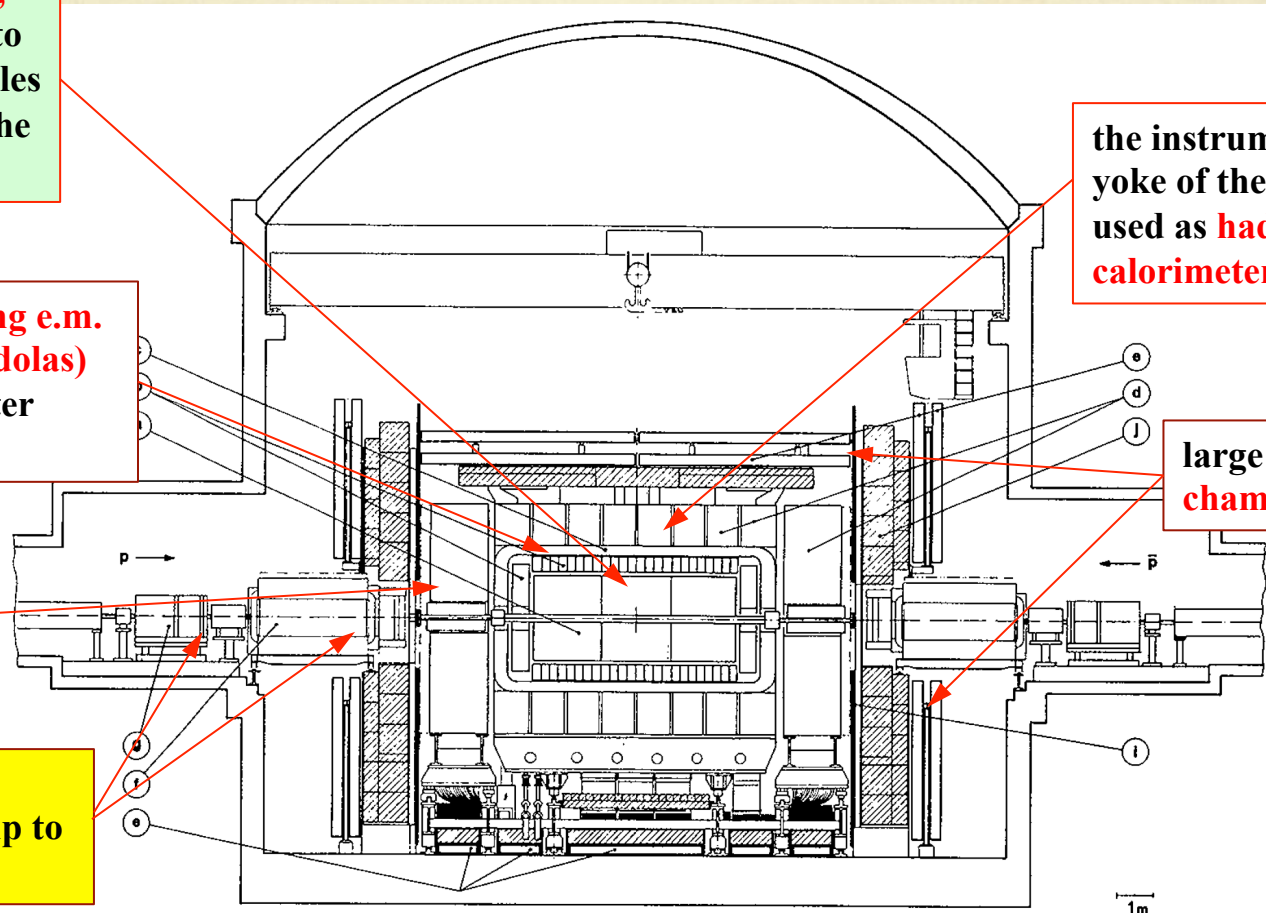
the instrumented return
yoke of the dipole magnet
used as **hadron**
calorimeter

the fine grain **sampling e.m.**
calorimeter (the Gondolas)
readout by wave shifter
bars (BBQ)

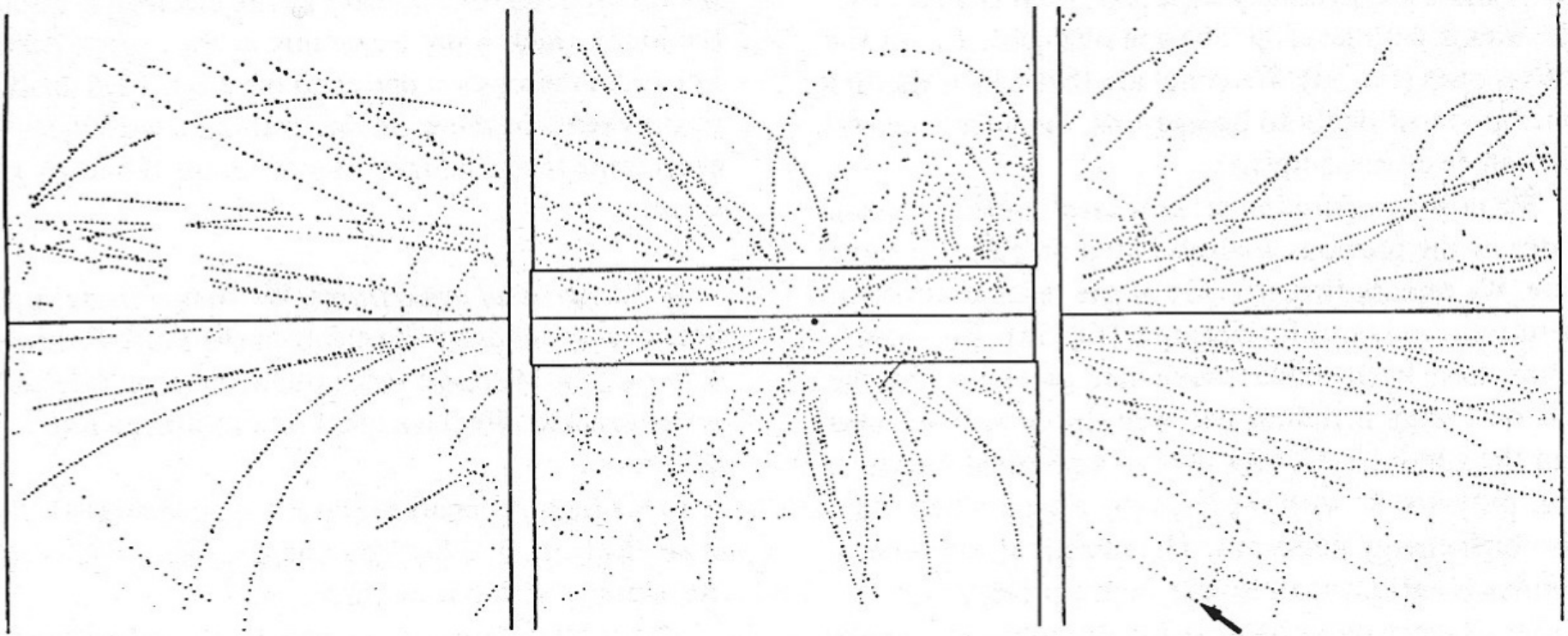
large muon
chambers

end cap detectors
(the bouchons)

forward and very
forward detectors (up to
1° from the beams)



EVENT 2958. 1279.



Il Central Detector di UA1: una camera a bolle elettronica.
Le tracce cariche di un evento con $W \rightarrow e \nu$.
L'elettrone con quantità di moto molto alta lascia una traccia diritta.

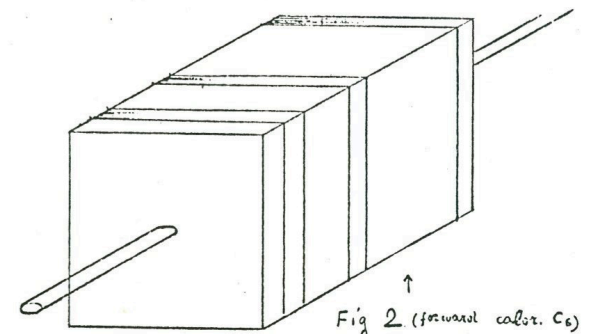
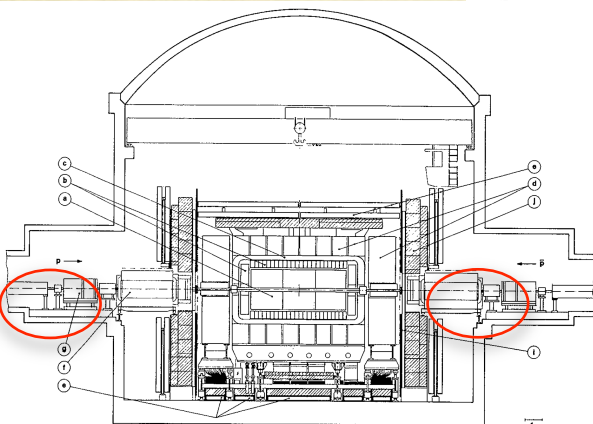
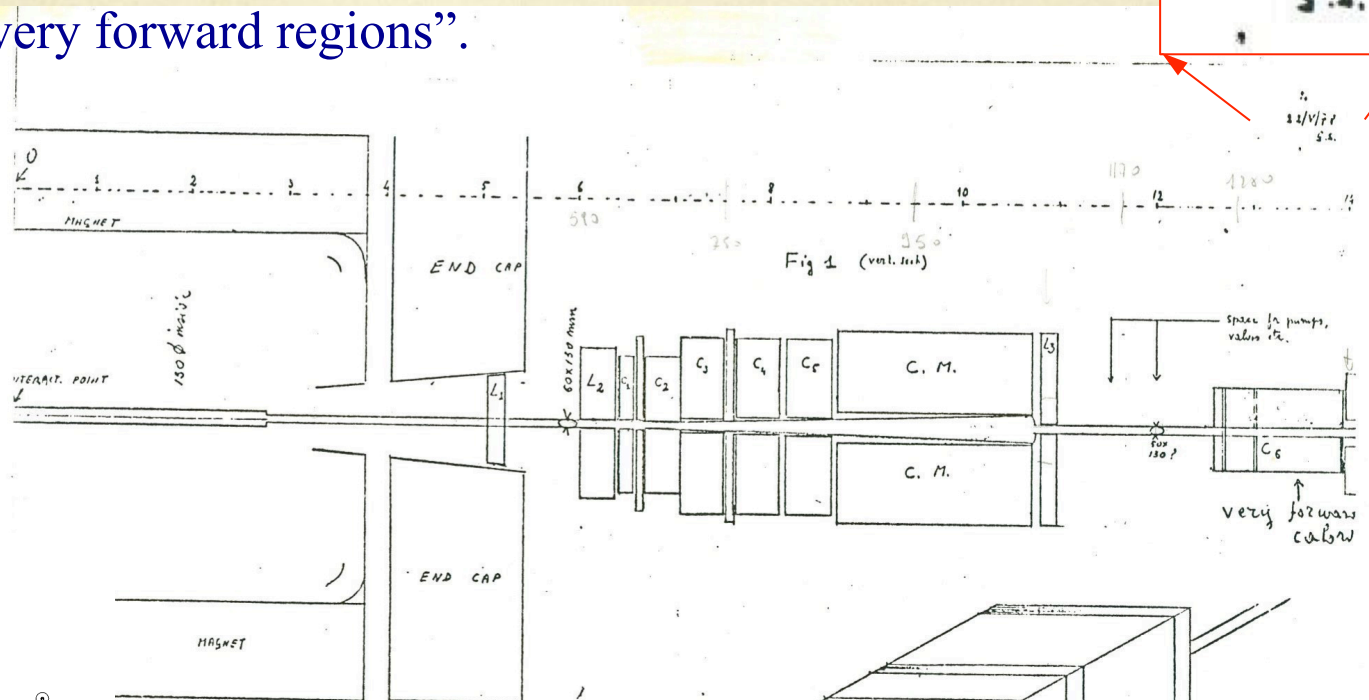
Il gruppo di Roma

Dopo la proposta Salvini cercò come coinvolgere nell'esperimento un gruppo di fisici di Roma. Pensò di estendere l'ermeticità dell'esperimento fino a 1° dai fasci.

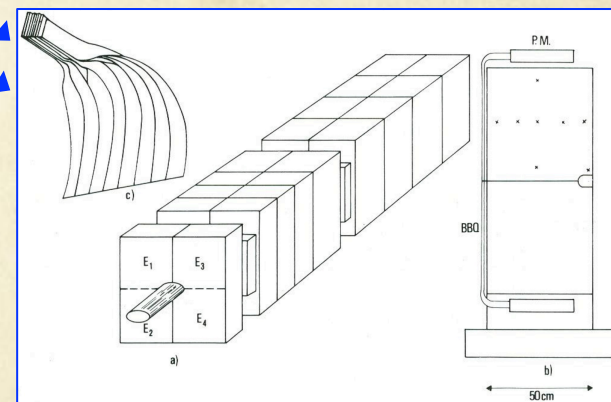
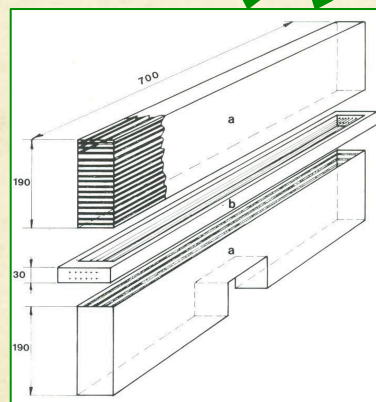
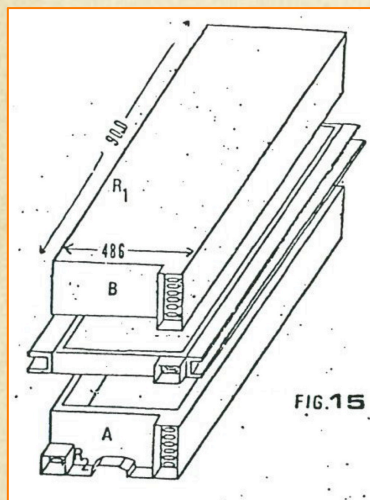
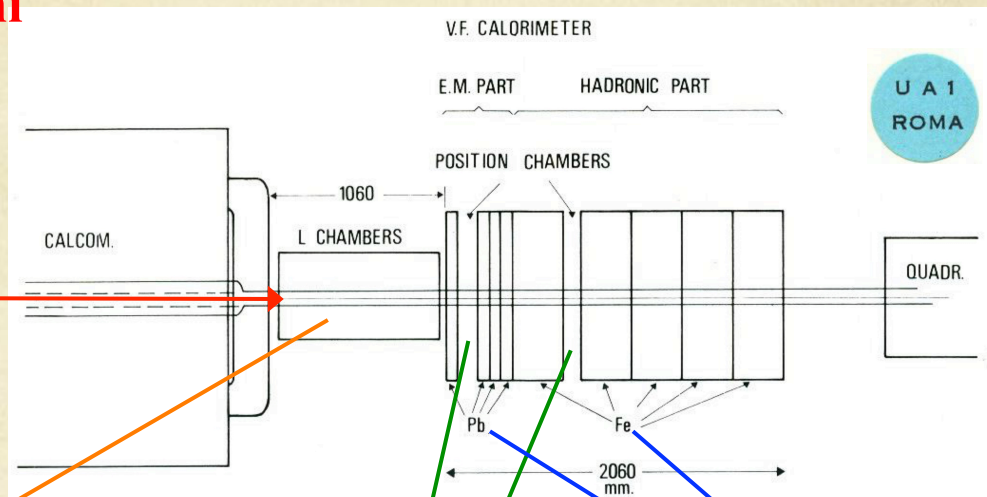
Salvini studiò diverse soluzioni facendo calcoli e disegni (col tecnigrafo!) mentre io facevo le simulazioni delle zone in avanti (allora non c'era GEANT!).

A metà del 1978 un gruppo di Roma si unì all'esperimento per preparare i rivelatori per "the very forward regions".

12/4/78
S.S.



The Very Forward Detectors ($4 < |y| < 7$) C. Bacci, R. Bernabei, V. Bidoli, F. Ceradini, F. Cesaroni, S. D'Angelo, F. Lacava, M. Moricca, L. Paoluzi, E. Petrolo, G. Salvini



L. Paoluzi, V. Bidoli et al.
Nota INFN Roma n. 784 1981
 Large cell drift chamber with
 image readout to track particles
 with about 100 sense wires

F. Ceradini et al.: Physica Scripta 23, 662, 1981
 Large cell drift chambers with image readout
 to localize high energy showers in very forward
 e.m. and hadronic calorimeters

C. Bacci et al.: NIM 200 (1982) 195
 An e.m. calorimeter $25 X_0$ divided in
 4 samplings + a hadronic calor. $6 \lambda_1$ in
 5 samplings. Divided in 4 sections in ϕ ,
 with wave shifter bar readout.

In seguito al gruppo di Roma si unirono altri fisici:

- ✓ **G. Piano Mortari** (al CERN dal 1980 e poi a Roma)
- ✓ **A. Di Ciaccio** in gennaio 1983 (tesi in 1979)
- ✓ **G. Ciapetti e L. Zanello** a fine 1983.
- ✓ **R. Bonino, F. Ghio** (tesi) in 1984
- ✓ **F. Cavanna, A. Nisati, C. Zaccardelli** (tesi in 1985)
- ✓ **M. Passasseo, L. Pontecorvo and S. Veneziano** in 1987
- ✓ **E nell'estate 1983 anche un gruppo di Padova:** S. Centro (in 1981), A. Bettini, G. Busetto, M. De Giorgi, A. Meneguzzo, P. Rossi (in 1982), P. Zotto
Limited streamer tube chambers per muon detector
- ✓ **R. Bernabei and S. D'Angelo** lasciarono la Collaborazione nel 1982

- Le prime collisioni protone-antiprotone furono registrate il **10 luglio 1981** con 540 GeV c.m.
- A fine 1981 furono studiati gli eventi minimum bias.

A fine 1982 si raccolsero 18 nb^{-1} di luminosità e si trovarono i primi eventi candidati $W^{\pm}$.

Tra il 12 e il 14 gennaio 1983 si tenne nell'Aula Amaldi il **3° Topical Workshop on proton-antiproton collider Physics**, organizzato da G.Salvini e C.Bacci

Carlo Rubbia presentò 6 eventi candidati W e la sua famosa conclusione fu: ***“se son rose fioriranno”***

Pierre Darriulat per UA2 presentò 5 eventi candidati

Dopo ulteriori controlli sull'analisi degli eventi il 20 gennaio al CERN Carlo Rubbia presentò l'analisi definitiva degli eventi annunciando la scoperta. E concluse il talk dicendo:

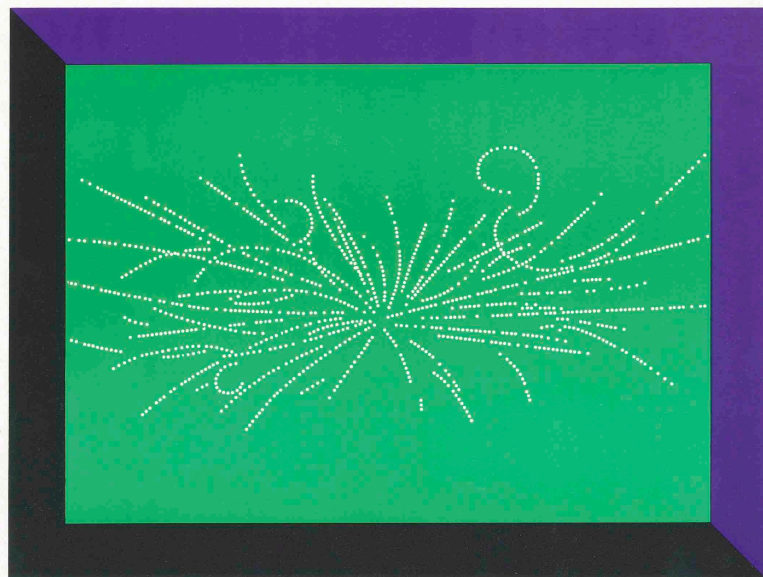
“they look like Ws, they feel like Ws, they smell like Ws, they must be Ws”

Il giorno dopo Luigi di Lella presentò i risultati di UA2.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI ROMA
UNIVERSITY
OF ROME

ISTITUTO NAZIONALE
DI FISICA NUCLEARE
NATIONAL INSTITUTE
OF NUCLEAR PHYSICS

3rd TOPICAL WORKSHOP ON PROTON ANTIPROTON COLLIDER PHYSICS



TOPICS

- REVIEW AND PERSPECTIVES AFTER ONE YEAR OF PROTON-ANTIPROTON PHYSICS.
- RECENT DATA FROM PROTON-ANTIPROTON COLLIDERS.
- INTERMEDIATE BOSONS: THEORETICAL AND EXPERIMENTAL PROGRESS.
- NEW FLAVOURS: EXPERIMENT AND THEORY.
- RECENT ADVANCES IN TECHNIQUES FOR HIGH ENERGY EXPERIMENTS.
- FUTURE COLLIDERS.

ROME JANUARY 12-14 1983

ADVISORY COMMITTEE

- N. CABIBBO
- P. DARRIULAT
- D. CLINE
- E. GABATHULER
- M. L. LEDERMAN
- C. RUBBIA
- G. SALVINI
- A. ZICHICH

ORGANIZING COMMITTEE

- C. BACCI
- B. BORGIA
- S. CUNSOLO
(Director of the institute of Physics - Chairman)
- S. d'ANGELO
- L. PAOLUZI

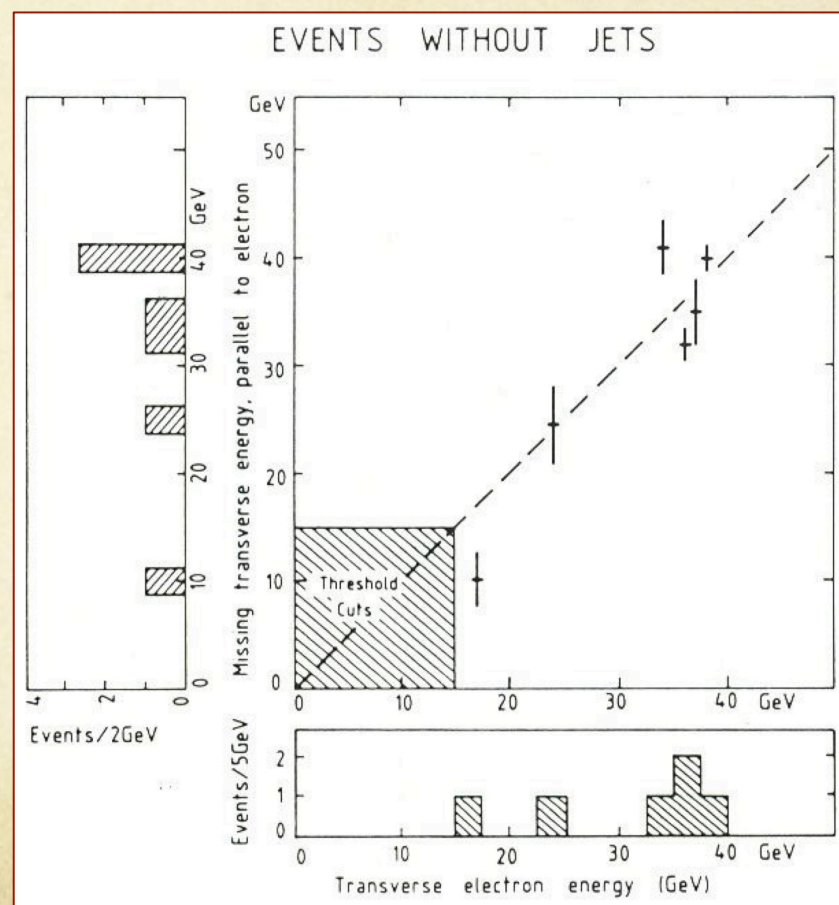
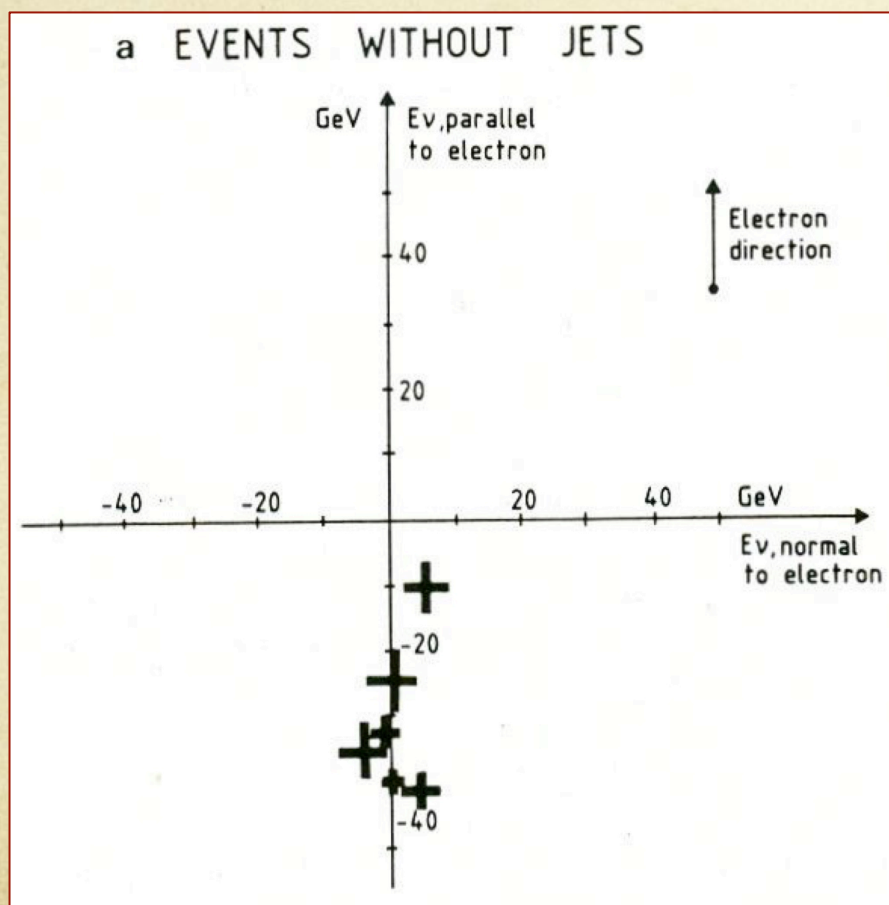
Address request for information and invitations to:
Prof. C. BACCI
3-rd Topical Workshop on proton antiproton collider Physics
Istituto di Fisica «G. Marconi»
P.le Aldo Moro, 2 - 00185 Roma - Italia

Previous Workshops were held at College de France (1979) and at Madison (1981)

W discovery

“Experimental Observation of Isolated Large Transverse Energy Electrons with Associated Missing Energy at $\sqrt{s}=540$ GeV”,

G. Arnison et al., Physics Letters 122B (1983) 103-116 [*\(135 autori\)*](#)



MERLIN-UA1 VERS. 609

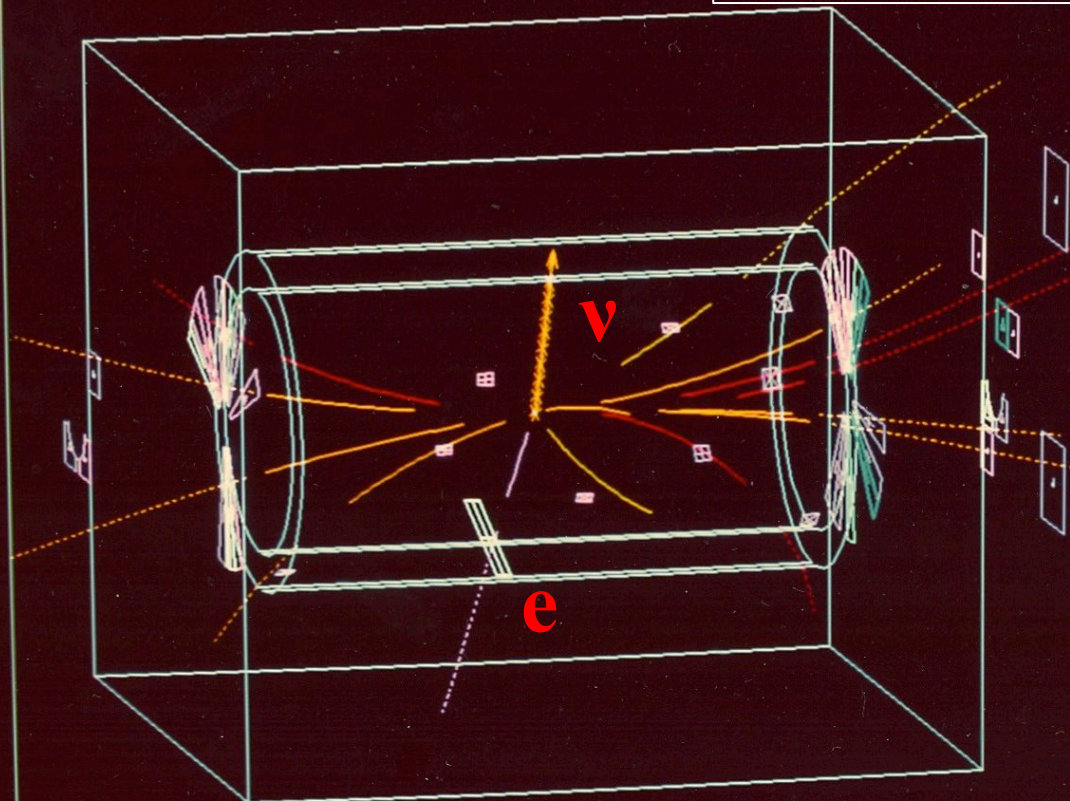
UA1 VERY PRELIMINARY

RUN NO= 6069 EVT NO 228

CAMAC DATE 80- 4-85

CAMAC TIME 21:15:

$W \rightarrow e \nu$



Z⁰ discovery

Nel 1983 un mese di presa dati fu sufficiente a UA1 per osservare 5 eventi con Z⁰.
Il giorno 1 giugno il CERN ha annunciato la scoperta.

Poco dopo fu pronto l'articolo:

“Experimental Observation of Lepton Pairs of Invariant Mass around 95 GeV/c² at the CERN SPS Collider”

G.Arnison et al., Physics Letters 126B (1983) 398 – 410. (138 autori)

The New York Times

OPINION: Europe 3, U.S. Not Even Z-Zero
Published: June 6, 1983

A team of 126 scientists at the CERN accelerator in Geneva reports proof of an important new subatomic particle, the Z-zero. The discovery carries two messages. The good news is that it confirms a major theory about the fundamental forces of nature.

The bad news is that Europeans have taken the lead in the race to discover the ultimate building blocks of matter.

MERLIN-UA1 VERS. 609

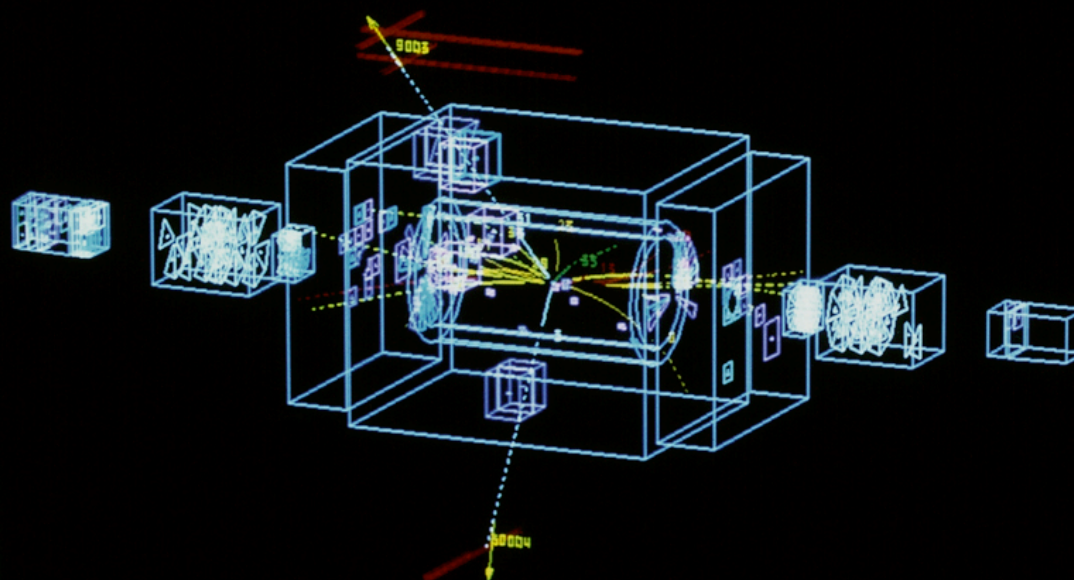
UA1 VERY PRELIMINARY

RUN NO= 8523. EVT NO 831.

CAMAC DATE 30- 6-85

CAMAC TIME 21:54:

$$Z^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$$



Come ben noto il Premio Nobel per la Fisica del 1984 fu assegnato a **Carlo Rubbia and Simon van der Meer** *"for their decisive contributions to the large project, which led to the discovery of the field particles W and Z, communicators of weak interaction"*

e così un gruppo di fisici di UA1 e di UA2 andò a Stoccolma:

Nella prima fila:
**G. Salvini, E. Picasso,
A. Leveque.**

nella seconda fila:
**A. Astbury, L. DiLella,
C. Rubbia, S. van der Meer,
P. Darriulat, A. Kernan,
D. Cline, B. Aubert.**

6th TOPICAL WORKSHOP ON PROTON-ANTIPROTON COLLIDER PHYSICS

Edited by K. Eggert, H. Faissner
and E. Radermacher

Aachen, Germany

30 June - 4 July 1986

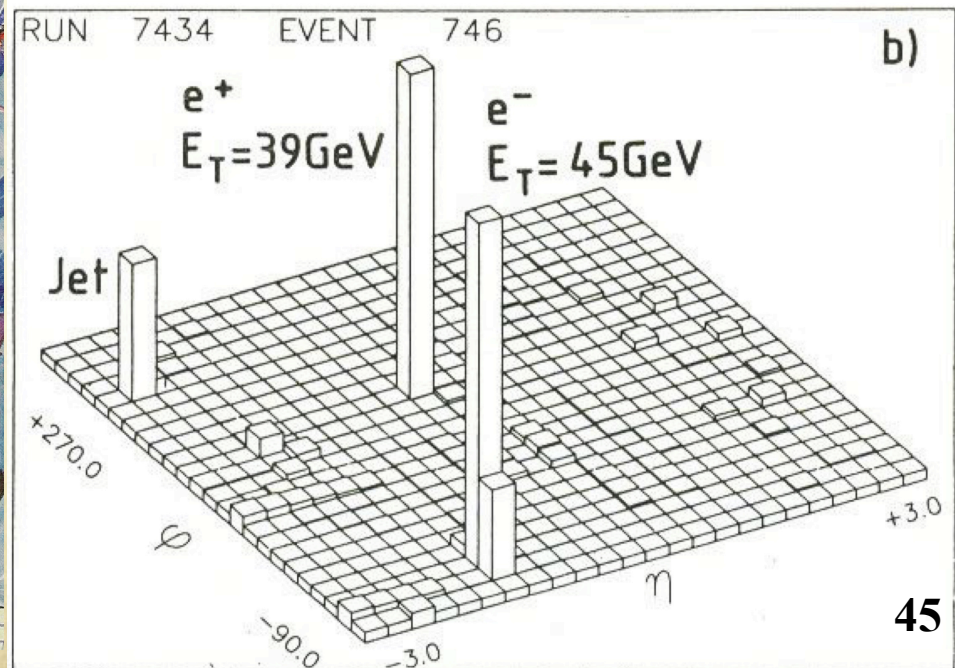


Le “*ambizioni extrascientifiche*” di Salvini erano la pittura e la poesia e da giovane andò anche a bottega, poi “*la madre lo distolse dalla pericolosa fissazione*”.

Nel 1986, durante il 6th Topical Workshop ad Aachen (l'Aquisgrana di Carlo Magno) Salvini disegnò un quadro con un Lego Plot dove le guglie e i campanili del Duomo avevano preso il posto dei depositi di energia nei calorimetri di UA1.

Il quadro fu poi riprodotto sulla copertina dei proceedings della conferenza.

Nella stessa occasione Salvini ha tenuto una lezione per gli studenti di K. Eggert al Politecnico di Aachen.



■ **Giorgio Salvini è stato Presidente dell'Accademia dei Lincei dal 1990 al 1994.**

Ha sostenuto l'impegno per la pace dell'Accademia. Le conferenze annuali del Gruppo di lavoro per la Sicurezza Internazionale e il Controllo degli Armamenti, che si tenevano dal 1988 per iniziativa di Francesco Calogero e Carlo Schaerf nonché di Edoardo Amaldi, durante la presidenza di Salvini presero il nome di "Conferenze Edoardo Amaldi" e si tengono periodicamente.

■ **E' stato Ministro dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica nel Governo Dini negli anni 1995-1996.**

- Ha cercato di aumentare il finanziamento della ricerca italiana scontrandosi con le difficoltà finanziarie del Paese;
- Ha fatto approvare una legge per la riapertura dei concorsi universitari.
- Ha promosso un risanamento dell'Agenzia Spaziale Italiana a quel tempo gravata da seri debiti per gli impegni onerosi con l'ESA.
- Mentre era ministro ci fu il lancio del satellite Beppo-Sax che in seguito osservò i primi Gamma Ray Burst.

■ **Ha ricevuto numerosi riconoscimenti di prestigio:**

- Cavaliere di Gran Croce Ordine al Merito della Repubblica Italiana 1996
- Medaglia d'oro ai benemeriti della cultura e dell'arte 1991
- Medaglia d'oro ai benemeriti della scienza e cultura 1998

- **Giorgio Salvini è stato uno dei protagonisti principali della rinascita della Fisica Italiana nel dopoguerra.**
- **Aveva un profondo senso del dovere.**
- **Era una persona onestissima e molto esigente con se e con gli altri.**
- **Aveva grande curiosità verso tutto e chiedeva a tutti cosa facessero approfondendo con una serie di domande.**
- **Era contento di quanto aveva fatto e si diceva fortunato di aver incontrato e collaborato con fisici, ingegneri e tecnici di estremo valore.**
- **L'entusiasmo per la fisica e l'esperienza giovanile nella scuola ne avevano fatto un ottimo docente.**
- **Un quarto degli studenti di Fisica tra il 1955 e 1990 ha conosciuto Giorgio Salvini ascoltando le sue lezioni di Fisica Generale in quest'aula.**
- **Tutti lo ricordano seduto sullo sgabello girevole con tra le mani il giroscopio rischiando di cadere rovinosamente a terra.**
- **Ho per lungo tempo tenuto il corso di Fisica II. Spesso lo ho citato agli studenti e mi sono accorto di ripetere alcuni argomenti come li spiegava lui che ne aveva esperienza diretta.**

- Ha lasciato un'autobiografia: *“L'uomo un insieme aperto – La mia vita di fisico”*
- Negli ultimi anni ha meditato molto sul significato dell'Universo e dell'Uomo, e poi della Scienza come via per la Pace. Le sue conclusioni si trovano nella seconda parte dell'autobiografia.
- Ne ha fatto una sintesi nel suo discorso a conclusione della festa per i suoi 90 anni tenuta il 7 maggio del 2010 in quest'aula.



- Il prossimo 3 maggio ci sarà un pomeriggio per ricordarlo.

Ringraziamenti

Ringrazio gli organizzatori per avermi invitato a raccontare l'attività di Giorgio Salvini.

Ringrazio Gianni Battimelli, Andrea Ghigo e Adele La Rana per le utili informazioni per preparare questa presentazione.

Bibliografia

V. Valente, *Strada del Sincrotrone km 12*, (Imprimenda – INFN), 2007

A cura di G. Battimelli, *L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare*, Laterza Ed., 2001

G.Salvini, *L'uomo, un insieme aperto – La mia vita di fisico*, A Mondadori Università / Sapienza Università di Roma, 2010

AA.VV., *Incontro per i 90 anni di Giorgio Salvini*, 7 maggio 2010

Per saperne di più sulla partecipazione di Roma all'esperimento UA1:

F.Lacava

https://www.roma1.infn.it/~lacava/UA1_Experiment.pdf

(Festa per I 70 anni di Filippo Ceradini)

Per la Fisica all'SPS collider:

Felicitas Pauss:

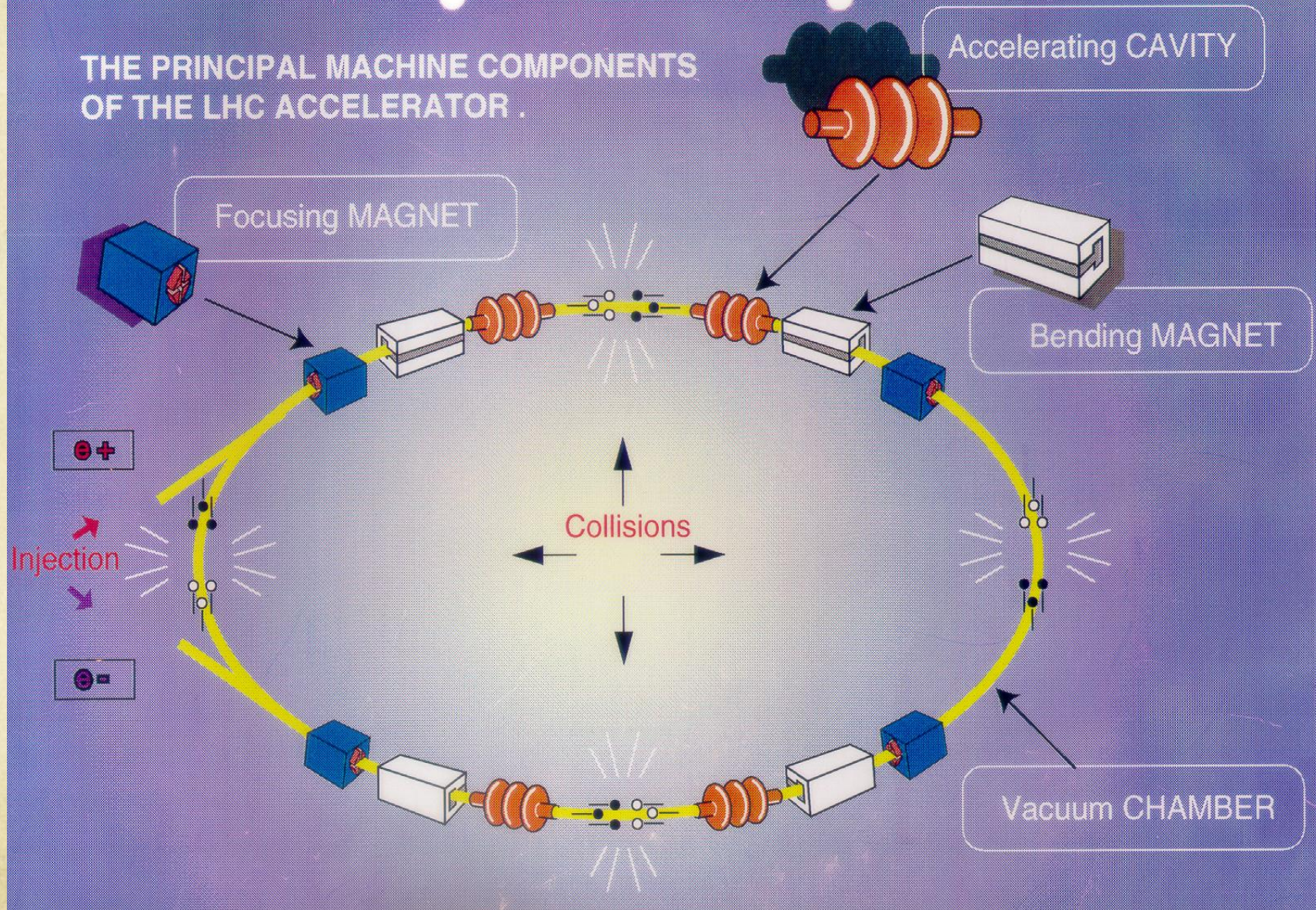
https://indico.cern.ch/event/1068633/contributions/4495624/attachments/2327818/3965899/Pauss_ppbar_Physics.pdf

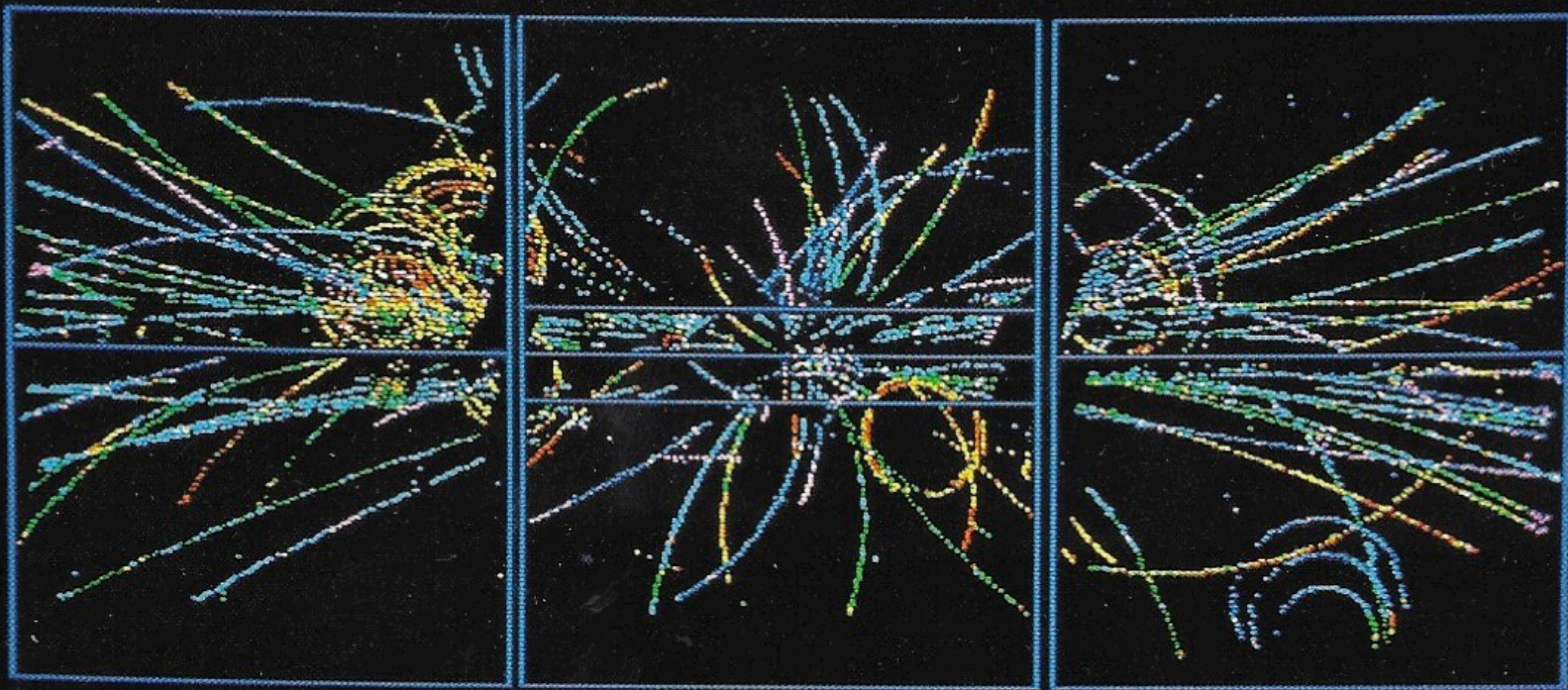
In:

The 50th anniversary of Hadron Colliders at CERN – October 14, 2021

<https://indico.cern.ch/event/1068633/timetable/>

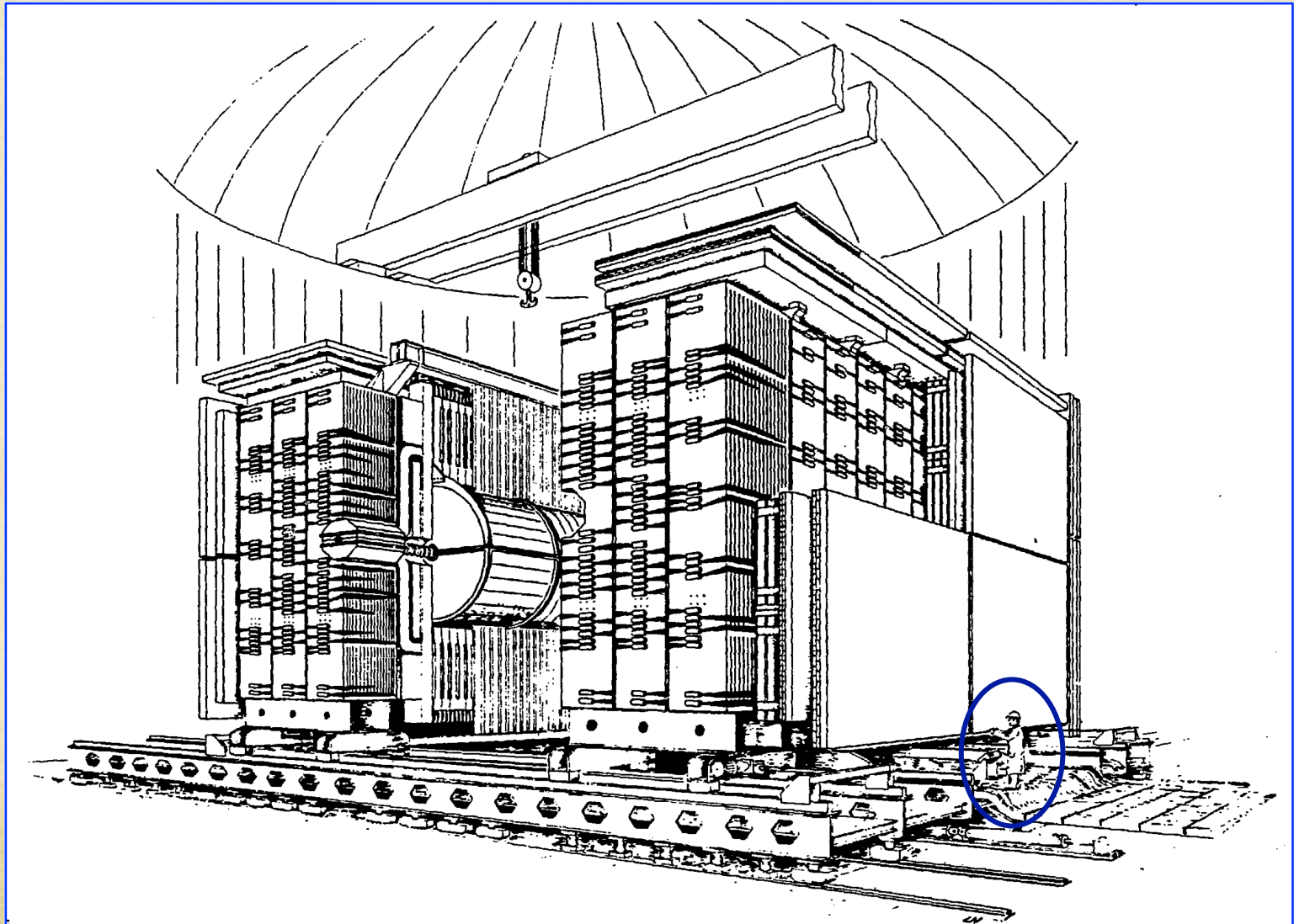
THE PRINCIPAL MACHINE COMPONENTS OF THE LHC ACCELERATOR .







The UA1 Experiment



MERLIN-UA1 VERS. 609

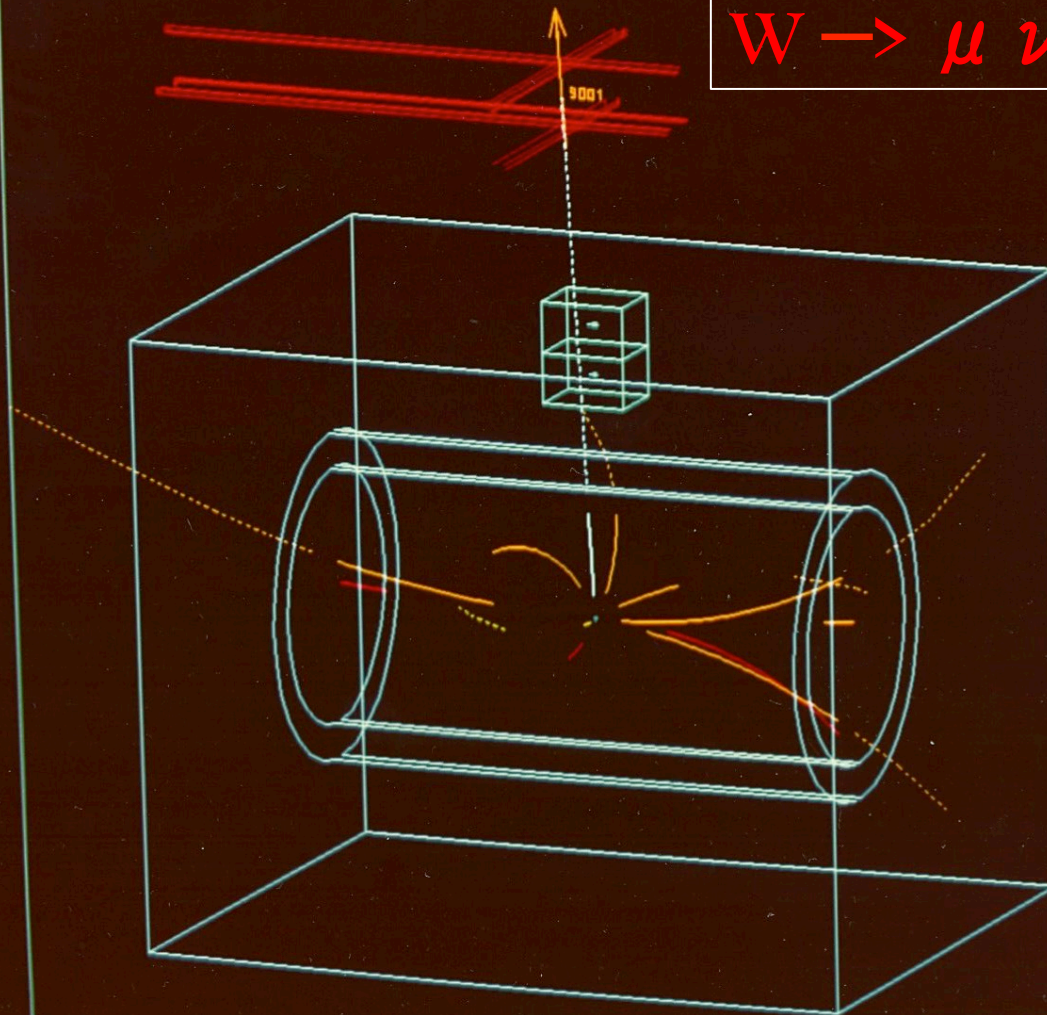
UA1 VERY PRELIMINARY

RUN NO= 7163 . EVT NO 238

CAMAC DATE 24- 5-85

CAMAC TIME 7: 21

$W \rightarrow \mu \nu$



MERLIN-UA1 VERS. 609

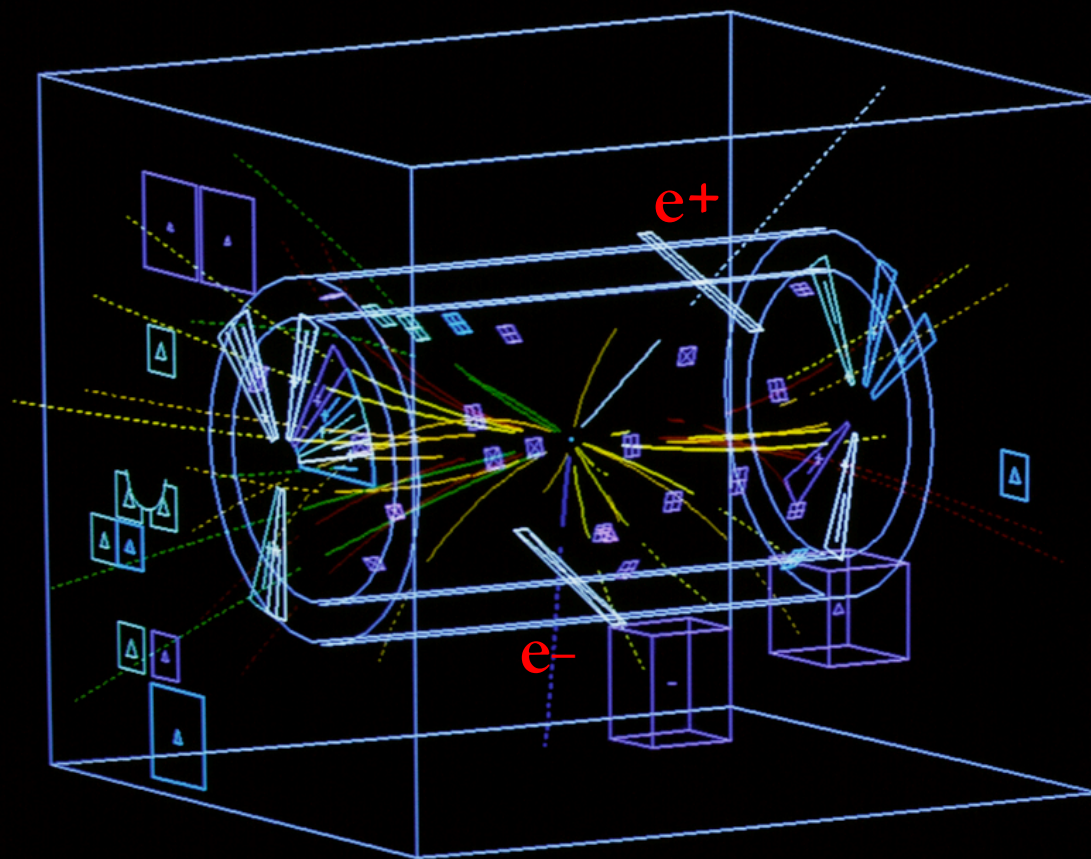
UA1 VERY PRELIMINARY

RUN NO= 6059. EVT NO 1010.

CAMAC DATE 30- 4-85

CAMAC TIME 18:55:

$Z^0 \rightarrow e^+e^-$



+

MERLIN-UA1 VERS. 609

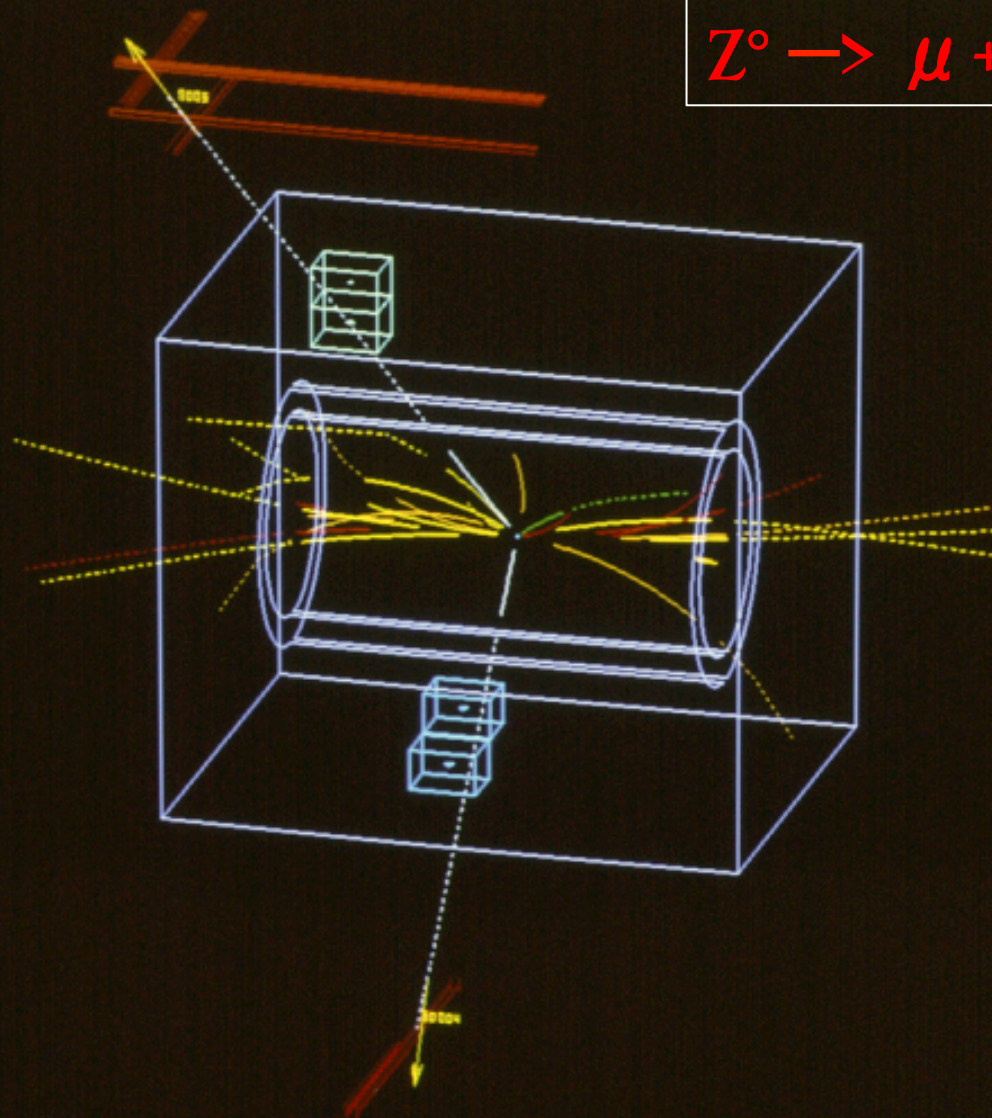
UA1 VERY PRELIMINARY

RUN NO= 8523. EVT NO 831.

CAMAC DATE 30- 6-85

CAMAC TIME 21:54

$Z^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$



+