



DESY, da laboratorio "civico" a grande centro mondiale

Alessandro Pascolini

Europa anni '50: la ricostruzione dalle distruzioni della guerra passa anche attraverso il recupero dei valori culturali e scientifici, che sembravano suo completo monopolio nei primi 30 anni del '900, ma erano emigrati con le sue menti migliori negli Stati Uniti. In questa chiave si legge la forte adesione alla costruzione del laboratorio europeo del CERN, che diverrà superiore ad ogni altro centro di ricerca mondiale, e l'impegno dei vari paesi del vecchio continente per affiancare al laboratorio internazionale propri centri di ricerca dotati di acceleratori per programmi di ricerca complementari a quelli del CERN. Queste esigenze di ripresa e recupero sono tanto più vive in Germania, nel ricordo della sua grande scuola di fisica, e a fronte dell'umiliazione di vedersi proibite ricerche in campo nucleare fino al maggio 1955.

Mentre in Italia la creazione dell'INFN permise un'impresa nazionale per la costituzione del laboratorio di Frascati e la realizzazione dell'elettrosincrotrone, in Germania non esisteva un'analoga istituzione ed al governo federale non venivano riconosciuti dai vari stati e dalle università le competenze in fatto di ricerca. La mossa viene così presa dalla città-stato anseatica di Amburgo, che decide nel 1953 di rilanciare al massimo livello permesso dalle sue risorse la ricerca nei campi di fisica più avanzata, ricorrendo a Willibald Jentschke, un austriaco emigrato negli USA, e mettendogli a disposizione 7,5 milioni di marchi per la costruzione di un acceleratore. La comunità scientifica tedesca, riunita a Ginevra in occasione della conferenza mondiale "atomi per la pace" dell'agosto 1955, si convinse dell'opportunità di puntare ad un laboratorio per la fisica subnucleare, basato su un elettrosincrotrone di energia superiore a quelli allora in costruzione in Europa, in grado di competere con il progetto americano CEA di Cambridge, Massachussets. In questa prospettiva le risorse della città di Amburgo non erano più sufficienti, ma ugual-

mente nel 1957 il laboratorio prese l'avvio per definire il progetto del futuro acceleratore, mentre si negoziava un'intesa con il governo federale per ottenere i fondi mancanti.

Il 18 dicembre 1959, con la firma di un trattato fra Amburgo ed il governo federale (Fig. 1), venne formalmente costituito DESY, Deutsches Elektronen-Synchrotron (elettrosincrotrone tedesco): il suo nome riflette il carattere nazionale del nuovo centro, a disposizione di tutti i ricercatori tedeschi.

L'elettrosincrotrone risolve un dilemma

L'elettrosincrotrone, basato, come quello di Frascati, sulla focalizzazione forte del fascio, era composto di un anello magnetico di 100 m di diametro per raggiungere 7,5 GeV di energia. Il laboratorio venne costruito sull'ex-aeroporto militare di Bahrenfeld, ceduto dal ministero della difesa all'università di Amburgo (Fig. 2). I fisici presero possesso del nuovo acceleratore alla fine del 1964. Accanto a ricerche di fisica delle particelle, fin dall'inizio delle operazioni, si dette spazio all'utilizzo della luce di sincrotrone emessa dall'acceleratore per ricerche di stato solido e di interesse biofisico, un'attività che continuerà con importanza crescente a DESY fino ad oggi.

Il principale contributo delle ricerche a DESY riguardò l'elettrodinamica quantistica, la teoria che descrive il comportamento del campo elettromagnetico a livello microscopico. Esperimenti condotti in America al CEA suggerivano discrepanze fra i dati sperimentali e la teoria, ponendone in dubbio la validità. Le misure più accurate di DESY provarono che i dati di CEA non erano corretti, confermando la teoria.

Il lavoro all'elettrosincrotrone ebbe un'enorme importanza per la formazione di una nuova generazione di fisici sperimentali nelle varie università tedesche e la preparazione di una scuola di esperti costruttori di macchine.

DORIS e l'esplorazione del mondo "incantato"

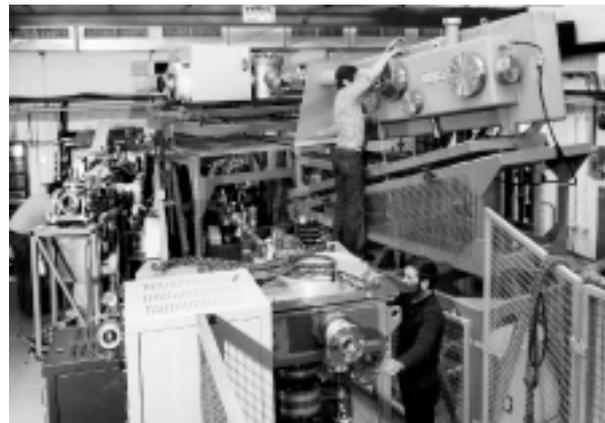
Verso la fine degli anni '60 la produttività scientifica dell'elettrosincrotrone si andava esaurendo, la frontiera della fisica subnucleare richiedendo sonde di energia ben superiore. Gli elettroni dell'acceleratore lineare del laboratorio americano SLAC di Stanford¹ con i loro 20 GeV di energia potevano penetrare nei nucleoni e metterne in evidenza la struttura interna, confermando l'ipotesi dei quark. A DESY ci si pose il problema dello sviluppo esaminando le alternative: o costruire un elettrosincrotrone più potente o avviarsi lungo la nuova via dei collisori elettrone-positrone suggerita a Frascati da Bruno Touschek. Il successo del prototipo frascatano AdA e la costruzione di Adone dimostravano che il nuovo audace approccio era percorribile ed avrebbe potuto rivoluzionare la

Fig. 1
18 dicembre 1959,
firma del trattato fra
Amburgo ed il governo
federale tedesco per la
costituzione di DESY



¹ Vedi MARCELLO PICCOLO, Lo Stanford Linear Accelerator Center, INFN-Notizie 8 (Novembre 2001) pg. 9.

Le foto di questo articolo sono cortesia di DESY



scalata alle più alte energie, e la scelta cadde sul collisore. Nel 1970 venne così lanciato DORIS, un doppio anello lungo 288 m (Fig. 3): con questi sviluppi DESY divenne anche formalmente un laboratorio nazionale, a carico del governo federale. Wolfgang Paul, futuro premio Nobel, succedette quale direttore a Jentschke, chiamato a dirigere il CERN. DORIS costituì con l'americano SPEAR la seconda generazione di collisori elettrone-positrone dopo Adone, raggiungendo l'energia di 3,5 GeV per fascio. Entrò in funzione nel novembre 1974, proprio in coincidenza con la scoperta a SPEAR e Brookhaven del mesone J/ψ costituito dal nuovo quark *charm* (incanto), previsto teoricamente da Sheldon Glashow, John Iliopoulos e Luciano Maiani, una scoperta che dette una salutare scossa al mondo della fisica, aprendo nuovi orizzonti alla ricerca.

DORIS, come d'altra parte Adone, perse questa scoperta per un soffio, ma, grazie alla sua energia ed a rivelatori di altissima qualità, poté studiare in dettaglio i vari aspetti del nuovo quark e la spettroscopia dei mesoni "incantati". Negli anni '80 l'energia di DORIS venne portata a 5,7 GeV per fascio, per studi sistematici del nuovo quark pesante *beauty* utilizzando quale rivelatore la *crystal ball* precedentemente impiegata a SLAC: una collaborazione nella continua competizione fra i due laboratori.

Negli ultimi 10 anni DORIS funziona come sorgente di luce di sincrotrone per ricerche sia di tipo fondamentale che applicativo (Fig. 4).

PETRA, scienza ed economia

Il successo dei collisori elettrone-positrone convinse la comunità scientifica internazionale verso la metà degli anni '70 che questa linea di ricerca avrebbe dovuto venir potenziata in parallelo ai nuovi acceleratori di protoni del CERN e del nuovo laboratorio nazionale americano di Chicago. La macchina ideale avrebbe dovuto essere almeno quattro volte più potente di DORIS, per poter lavorare con fasci di almeno 20 GeV e raggiungere energie che promettevano di aprire importanti campi di ricerca.

Si riaccese la competizione Europa-USA: SLAC lanciò il collisore PEP, mentre in Europa la scelta si restrinse fra due progetti: l'inglese EPIC e PETRA a DESY, entrambi carichi di valenze politiche. EPIC avrebbe potuto rilanciare la fisica delle particelle in Inghilterra, che non aveva sviluppato nuovi acceleratori dagli anni '60; PETRA assicurava uno sviluppo di DESY a lungo termine facendo del laboratorio di Amburgo un grande centro a livello mondiale. Vari paesi europei appoggiavano il progetto EPIC, nella prospettiva di una sua gestio-

ne da parte del CERN. A favore di DESY giocava l'esistenza di un laboratorio attrezzato e vivace, dotato di esperienza ed infrastrutture, garantendo così notevoli economie di scala ed assicurando tempi di realizzazione più brevi, in grado di vincere la competizione con gli USA.

Il fattore decisivo a favore di PETRA venne dalla politica economica del governo tedesco, che sviluppava una strategia finalizzata ad una decisa espansione economica e cercava grandi progetti da completare rapidamente. Il nuovo direttore di DESY, Erwig Schopper, convinse il governo tedesco che il nuovo collisore con i suoi 2,3 km di lunghezza costituiva il progetto ideale per i piani economico-industriali governativi, e PETRA venne così finanziata e costruita in soli tre anni, precedendo di due anni il PEP di SLAC. Gli impegni con il governo vennero mantenuti a pieno, aprendo fra l'altro all'industria tedesca la tecnologia dei magneti superconduttori. Mentre l'acceleratore fu piena responsabilità di DESY, ai grandi rivelatori per gli esperimenti parteciparono, per il 50%, istituzioni straniere che portarono a DESY le loro competenze ed esperienze.

PETRA ottenne un immediato importante successo: nel 1979 l'esperimento Tasso (Fig. 5) di una collaborazione di gruppi tedeschi, inglesi, americani ed israeliani fornì la prima osservazione certa di eventi coinvolgenti gluoni (Fig. 6), i mediatori dell'interazione forte fra quark, contribuendo decisamente al consolidamento del Modello Standard, l'attuale descrizione concettuale delle strutture e delle forze fondamentali della materia.

HERA, un microscopio per quark

Ogni progresso nella conoscenza della natura addita nuove problematiche ed apre nuove prospettive, spostando in avanti la frontiera della ricerca: negli anni '80 la comunità scientifica mondiale si proponeva di completare il quadro empirico del

Fig. 2
L'aeroporto militare di Bahrenfeld che diverrà la sede di DESY (foto degli anni '30)

Fig. 3
L'anello di DORIS

Fig. 4
Nel laboratorio per luce di sincrotrone di DORIS (1975)

Fig. 5
Il rivelatore Tasso
a PETRA

Fig. 6
Uno degli eventi
registrati in Tasso con un
getto di particelle
generato da un gluone



² Vedi FRANCO BRADAMANTE e ENZO DE SANCTIS, L'enigma dello spin del nucleone, *INFN-Notizie 4* (Novembre 2001), pg. 4.

³ Vedi MARCO CIUCHINI, Il quark bello e fortunato, *INFN-Notizie* (Novembre 2001), pg. 7.

⁴ Vedi GRAZIANO BRUNI e SILVIA LIMENTANI in questo numero di *INFN-Notizie*, pg. 5.

Modello Standard, in particolare uno studio dettagliato dei bosoni messaggeri delle interazioni deboli e la ricerca del quark *top*, previsto dalla teoria ed ancora non osservato. Gli strumenti ideali per tali ricerche vennero individuati in un collisore elettrone-positrone in grado di fornire fasci dell'energia di 100 GeV e un collisore protone-antiprotone da 500 GeV per fascio: entrambi questi progetti si annunciavano estremamente costosi, e richiedevano un impegno a livello continentale. Al Fermilab di Chicago si sviluppò la linea basata su protoni, con il Tevatron, mentre il collisore elettrone-positrone divenne la scelta del CERN. DESY si vide così forzato a cercare una nuova via per il proprio sviluppo dopo PETRA, una linea alternativa e complementare a quella dei due massimi laboratori mondiali, che comunque potesse fornire dei risultati significativi al più alto livello.

Da tempo a DESY si stava elaborando l'idea di Bjorn Wiik di costruire un "microscopio elettronico" per indagare con grande accuratezza la struttura interna del protone. Ogni microscopio elettronico utilizza un acceleratore di elettroni, ma per raggiungere la precisione necessaria a studiare i quark all'interno dei protoni, il "microscopio" richiede un collisore di elettroni e protoni alle più alte energie possibili. Su quest'idea si concretizzò il progetto di sviluppo di DESY: HERA, un doppio anello di 6,3 km scavato sotto la città, per accelerare elettroni, o positroni, fino a 30 GeV e protoni a 920 GeV, grazie alla tecnica dei magneti superconduttori.

Accanto alla difficoltà concettuale di progettare un acceleratore di concezione assolutamente nuova senza la possibilità di verificarne la fattibilità su prototipi di dimensioni più limitate, il nuovo direttore di DESY, Volker Soergel dovette trovare dei partner al di fuori della Germania per reperire le risorse e le competenze necessarie: mentre è prassi normale che i rivelatori per la fisica delle particelle siano frutto di collaborazioni internazionali, era la prima volta al mondo che un laboratorio chiedeva collaborazione esterna per la costruzione dello stesso

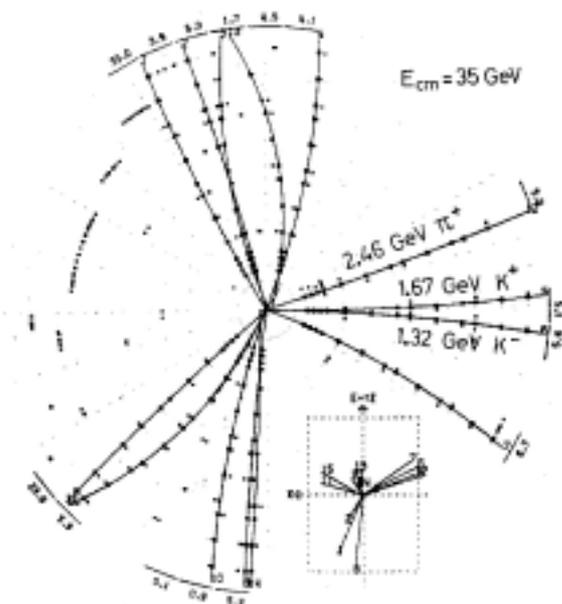
acceleratore, una novità che poneva notevoli problemi formali ed organizzativi. L'INFN, ed in particolare l'allora presidente Antonino Zichichi, svolsero un ruolo essenziale per portare il progetto a buon fine. Elementi essenziali di HERA vennero forniti da Francia, Israele, Canada, Olanda, gli USA: l'Italia si fece carico di metà dell'anello superconduttore dei protoni (Fig. 7).

Il progetto del nuovo acceleratore venne lanciato nel 1984 e completato per la fine del 1990.

Il programma scientifico di HERA si articola su tre fronti: lo studio dei contributi allo spin del nucleone da parte dei suoi componenti elementari (esperimento HERMES²), lo studio delle proprietà delle particelle con *quark beauty* (esperimento HERA-B³), e l'esplorazione dettagliata della struttura interna dei protoni e le peculiarità dell'interazione forte con gli esperimenti ZEUS e H1.

I grandi rivelatori di ZEUS e H1 vennero predisposti da ampie collaborazioni internazionali, di dimensioni confrontabili a quelle dei maggiori esperimenti mondiali. Per la prima volta DESY vide una importante presenza di ricercatori italiani, con fondamentali responsabilità nell'esperimento ZEUS⁴. HERA consacra così DESY come grande laboratorio di respiro mondiale.

Nel 1992, anche DESY partecipa all'unificazione tedesca, assorbendo quale seconda sede quello che era precedentemente l'Istituto di Fisica delle Alte Energie dell'Accademia delle Scienze della Repubblica Democratica Tedesca a Zeuthen, ora ribattezzato come Centro DESY Helmholtz.





Verso il futuro

Oggi DESY (Fig. 8) è anche un grande centro di tecnologia avanzata e di ricerche interdisciplinari e lo spettro delle sue attività è molto più ampio delle ricerche che si svolgono ad Amburgo o a Zeuthen, con importanti partecipazioni ad esperimenti in altri laboratori mondiali. Tuttavia, per continuare la sua tradizione di fornire alla comunità scientifica acceleratori in grado di affrontare problematiche alla frontiera più avanzata della ricerca, si è dedicato negli ultimi anni allo studio di una macchina in grado di costituire il passo successivo dei collisori elettrone-positrone. Per raggiungere le alte energie necessarie il nuovo collisore deve essere lineare, al fine di limitare l'emissione di luce di sincrotrone, costituito quindi da due fasci rettilinei, uno di elettroni ed uno di positroni, che vengono fatti collidere. Il progetto sviluppato da una collaborazione internazionale, con importanti contributi italiani, si chiama TESLA e si basa su cavità risonanti superconduttrici (Fig. 9) distribuite su una lunghezza di 31 km; l'acceleratore si combina con potentissimi laser ad elettroni liberi per applica-

zioni che promettono in particolare spettacolari progressi nella conoscenza della struttura dei materiali e dei sistemi biologici.

La comunità scientifica internazionale conviene sull'opportunità di un collisore lineare elettrone-positrone di altissima energia: oltre a TESLA sono allo studio altri progetti in differenti laboratori, e uno solo potrà venire alla fine realizzato con uno sforzo congiunto a livello mondiale: alla fine la presente fase di competizione sfocerà in una proficua collaborazione, nel consolidato stile di lavoro dei fisici che indagano le strutture fondamentali della materia.

Indirizzo [www](http://www.desy.de)

<http://www.desy.de>

Fig. 7
Costruzione della
struttura magnetica di
HERA

Fig. 8
Il laboratorio DESY con
i suoi acceleratori nella
città di Amburgo

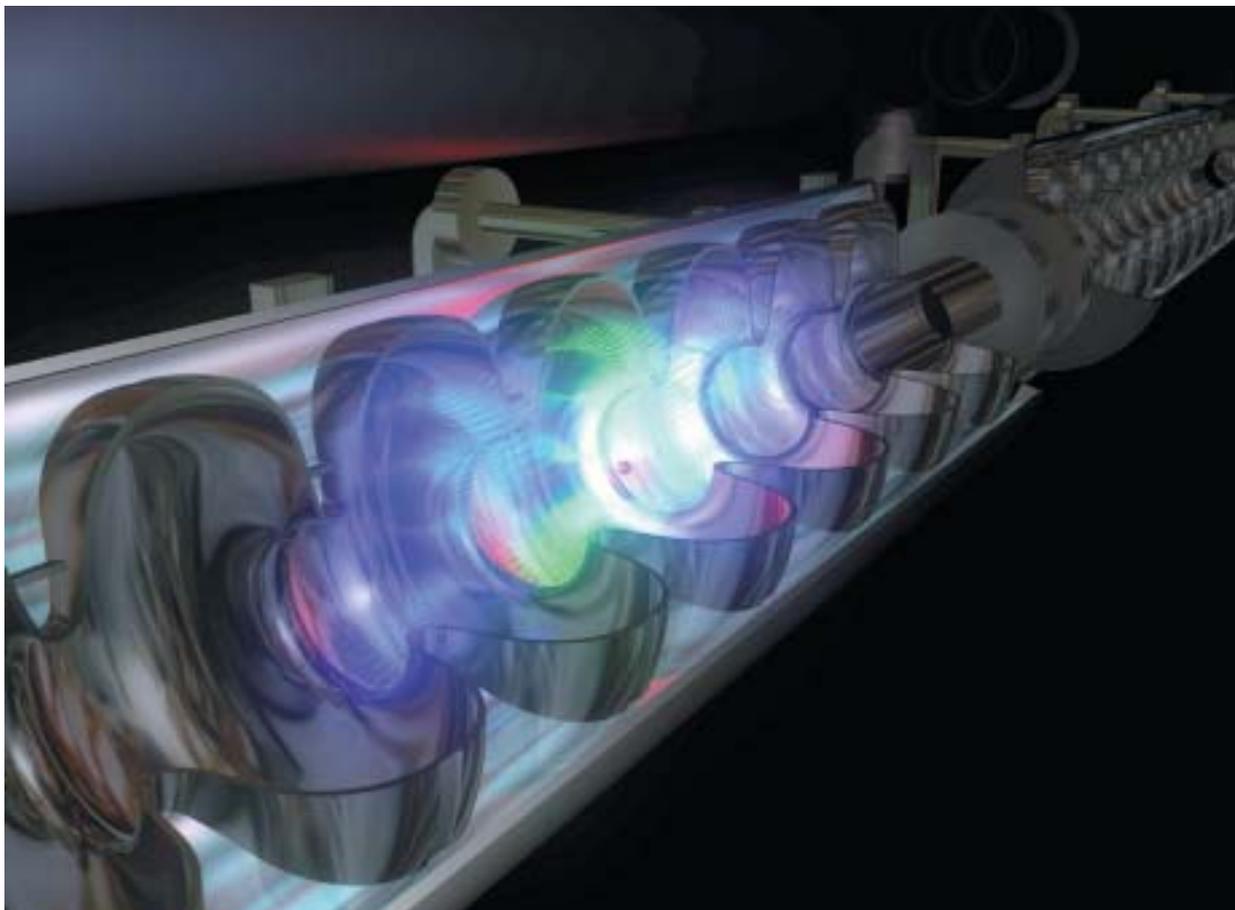


Fig. 9
Nella cavità risonante
per il progetto TESLA