

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-59/19 (25. 6. 59)

C. Bernardini: ALCUNE NOTE RELATIVE ALLA VISITA A SACLAY  
ED HARWELL.

Laboratori Nazionali di Frascati del C.N.R.N.

Relazione n°: VS/42  
25 Giugno 1959.

ALCUNE NOTE RELATIVE ALLA VISITA A SACLAY ED HARWELL NEI  
GIORNI 4 - 5 - 6 MAGGIO 1959.

di

C. Bernardini, G. Corazza, G. Ghigo, I.F. Quercia, R. Quercia  
zoli e G. Salvini

Parte I - Saclay

- 1) Protosincrotrone-osservazioni sul complesso
- 2) Visita al gruppo di 'Saturne'
- 3) Dispositivi di misura e quadro controllo sicurezze
- 4) Progetti relativi alla costruzione di una macchina tipo Budker e di una macchina tipo Okhawa

Parte II - Harwell

- 1) Principali caratteristiche del protosincrotrone da 7 GeV
- 2) Camera a vuoto
- 3) Visita ai laboratori di elettronica

Parte I - SACLAY

1) PROTOSINCROTRONE - OSSERVAZIONI SUL COMPLESSO (G. Salvini).

Il protosincrotrone è ormai in funzione piuttosto regolarmente e sono in corso esperienze. Si rimanda per la descrizione della macchina alla dettagliata letteratura in possesso dei nostri Laboratori (in particolare i reports:

- Ahier G.: Synchrotron a protons de Saclay. Parameters principaux. Note C.E.A. n° 142, Dicembre 1955.
- Batiment Synchrotron. CEA - report RLM/PH/AC 501, 1954
- Hamelin J.: Aimant du Synchrotron - CEA - Nota n° 99, 1954
- Salvat M.: Mise en route du Synchrotron Saturne. Note CEA n° 234 - Febbraio 1958.
- Bronca G. and Gendreau G.: Resultats experimentaux Concernant l'Injection dans Saturne (Trace de Trajectoires - Periode du 10 au 20 Janvier 1959) Rapport O.C. 67.

Si fanno nel seguito alcune osservazioni sul complesso.

Il controllo dell'alimentazione della macchina è separato dalla sala generale di controllo.

E' stata dedicata molta attenzione al servizio di sicurezza per i pericoli di radioattività. In particolare vi è un addetto permanente vicino alla sala controllo.

Attualmente la distribuzione delle ore di macchina è regolata da un comitato locale che prepara il programma settimana per settimana. Non si sono ancora presentate particolari difficoltà o discussioni nelle assegnazioni. E' opinione dei responsabili che presto le ore saranno più preziose e le discussioni più intense. Attualmente vengono concesse circa 42 ore macchina per le esperienze per ogni settimana. Pensano di poter arrivare presto a maggiori conces-

sioni, non prima però di aver migliorato le orbite dei protoni che hanno alcuni difetti, in particolare di piano magnetico mediano. Le ore settimanali per le esperienze sono limitate dal personale disponibile e dai turni possibili. Per poter dare più tempo alle esperienze occorrerà creare almeno tre turni di personale.

Per ogni turno si prevede l'impiego di 6 persone tra le quali un laureato.

Sono disposte esperienze essenzialmente di interazione pione-nucleo con camere a bolle e con contatori. Si sono raccolte circa 100.000 fotografie su 3 camere ed hanno esperienze attualmente allo studio.

In particolare da ricordare l'esperienza di Yuan e coll. con contatori. Questi autori stanno misurando la sezione di urto totale pione negativo-protone per ricerche intorno alla risonanza recentemente scoperta in fotoproduzione. Essi hanno già risultati statisticamente significativi con posizioni del massimo e valori della sezione d'urto sensibilmente diversi da quelli recentemente pubblicati da Brookhaven.

## 2) VISITA AL GRUPPO DI 'SATURNE' (Quercia)

a) - Il protosincrotrone è ormai in funzione ad una energia massima di circa 2,8 GeV. Hanno per ora due target l'una di rame (fissa) l'altra di carbonio (mobile). Sui diversi fasci sono poste diverse apparecchiature sperimentali tra cui:

- 1) Camere a bolle a piano del College de France
- 2) Camere a bolle ad H<sub>2</sub> liquido da 25 cm di diametro
- 3) Esperienze con contatori dell'Ecole Polytechnique per la misura delle sezioni d'urto di scattering dei  $\pi$ .

Per il prossimo settembre sarà pronta una camera a bolle ad H<sub>2</sub> liquido da 30 cm costruita dal gruppo di Meillet, e probabilmente destinata ad essere impiegata anche al CERN.

Circa l'organizzazione, il gruppo della macchina

si divide in due sottogruppi, dei quali il primo si occupa della macchina in se, ed il secondo si occupa delle attrezzature da mettere a disposizione degli sperimentatori.

Per l'organizzazione delle esperienze da fare con 'Saturne', esiste un comitato superiore, presieduto da Perrin, che stabilisce e sancisce le linee generali da tenersi nella esecuzione delle esperienze. Seguendo tali linee un comitato ristretto si riunisce ogni settimana il mercoledì per stabilire il programma della settimana successiva. A queste riunioni oltre al personale responsabile della macchina, diretto da Levy Mandel, partecipano uno o due rappresentanti di ogni gruppo sperimentale.

Per un periodo di circa una settimana uno dei gruppi sperimentali è 'Pilota', nel senso che controlla le prestazioni richieste alla macchina. Una settimana di macchina consiste di 3 giorni (fino al prossimo luglio) dedicati alle esperienze e di 2 giorni dedicati alla macchina. Sperano a regime di fare solo una fermata di 1 settimana ogni sei di lavoro continuato con la macchina.

Un giorno di esperienza è così suddiviso:  
 il gruppo 1 arriva alle 7.30 ed avvia il vuoto (tengono chiuse la notte le grandi valvole per ragioni di sicurezza), avvia il conditioning dell'iniettore etc. Alle ore 9 sono pronti per iniettare. Dalle 9 alle 9.30 regolazione condizioni iniezione. Dalle 9.30 alle 10 prove RF. Dalle 10 alle 23.45 accelerazioni di protoni. In media 14 ore/giorno. Per ora hanno due turni, eventualmente in futuro finiranno a 3.

Per il funzionamento della macchina hanno 5 persone più due persone per i magneti esperienze, più un tubista per piccole riparazioni urgenti.

Quanto all'impiego del personale specializzato, il tempo dedicato al funzionamento macchina è contenuto entro il 30%, mentre il restante tempo è dedicato al lavoro di ricerca più interessante.

E' sempre presente a turno, un laureato responsabile.

Il controllo biologico delle radiazioni è fatto da personale indipendente dalla staff della macchina, e distaccato dal gruppo specializzato che si occupa di tutti gli impianti di Saclay. Vi sono per questo due tecnici per turno con un solo laureato per supervisione.

b) - Circa una esperienza, attualmente in conteggio, fatto da Yuan ed altri su lo scattering di  $\pi$  a varie energie con contatori e su bersaglio di  $H_2$  liquido, si accenna qui appresso solo ad alcuni particolari risultati e della tecnica sperimentale.

L'esperienza è eseguita individuando mediante un magnete un canale di  $\pi$  di momento assegnato, e misurandone l'attenuazione nel passaggio attraverso  $H_2$  liquido. Si trovano in funzione della energia sezioni d'urto di scattering totali, che presentano due massimi. Questi coincidono con quelli calcolati dalle esperienze di Cornell, e sono invece slittati in energia rispetto ai massimi trovati a MIT. Si ritiene che qualche errore sistematico sia causa di questo slittamento dei valori di MIT.

Per controllo dell'intensità scatterate pensano di usare un contatore a scintillazione a corona circolare di 3 mm di spessore e 9 cm di diametro foro interno. Lo scintillatore (plastico di costruzione Saclay del quale ci invieranno campione per confronto) è guardato da due fotomoltiplicatori diametralmente opposti. Osservano una variazione di un fattore 4 nell'ampiezza di impulsi dovuti a sorgente di elettroni (stronzio 90) disposti nelle varie posizioni.

c) - Bernardini, Quercia ed in parte Salvini, hanno avuto una conversazione con Bruck relativamente ad idee su nuove macchine ad alta intensità impieganti plasma. Ne viene fatto oggetto di una breve relazione riportata in seguito.

d) - Conversazione generale su progetti futuri con tutto il gruppo di Saclay (Winter, Levy, Mandel, Lutz, Taillett....) più Yuan (da Brookhaven), e di tutto il nostro gruppo. Conduce la conversazione Winter che comincia a riferire i programmi futuri del suo gruppo. Per quanto riguarda i miglioramenti di protosincrotrone hanno in vista:

- 1) Estrazione del fascio con il metodo di Piccioni. Avranno presto pronte tutte le necessarie apparecchiature ma non procederanno alla installazione prima del 1961, poichè desiderano non arrestare la macchina.
- 2) Per quanto riguarda l'intensità essa è aumentata di un fattore 100 dall'inizio, per il miglioramento di molti dettagli. Pensano di aumentare l'intensità allungando il tempo d'iniezione con il metodo di aumentare le energie dei protoni iniettati in concordanza con l'aumento del campo magnetico.

Realizzeranno ciò nel 1960.

- 3) Per aumentare sostanzialmente l'intensità occorrerà aumentare sostanzialmente la schermatura. Già adesso hanno dosi pari a 2 volte la dose tollerabile permanentemente in sala controllo.

Una fermata di un anno è necessaria per mutare il sistema di protezione.

- 4) Per aumentare l'energia massima hanno tutto progettato per aumentare il campo a 20 Kgauss mediante l'impiego di poli 'crenelè' (vedi relazioni che abbiamo).

Per l'impiego sperimentale della macchina la direzione è affidata al Dr. Maillett. Collaborano i seguenti gruppi:

- 1) Section Entretien et Fonctionnement Saturne (dir. Levy Mandel)
- 2) Grup entretien development appareils de Physique (dir. Stickel)
- 3) Camere a bolle (dir. Florent)

Per quanto riguarda i programmi futuri Winter riferisce la incerta opinione dei fisici da lui consultati nel-

la scelta tra una coppia di 'storage rings' da associare a Saturne ed una nuova macchina da 10 o più GeV.

Tra le altre macchine che sono in costruzione o progetto da parte del CEA, cita le seguenti:

- 1) Acceleratore lineare (per elettroni) attualmente a 67 MeV e per la fine dell'anno a 230 MeV. Le energie finali previste sono 1,3 GeV.
- 2) E' in funzione una Van de Graaff per elettroni da 2 MeV con corrente  $\sim 1$  mA.
- 3) E' in progetto la costruzione (o l'acquisto?) di un acceleratore <sup>in</sup> tandem da 10 MeV.
- 4) E' in progetto il sincrociclotrone di energia tra i 20 e i 50 MeV.

Per quanto riguarda le tecniche di rivelazione di particelle elementari, di queste si occupa il gruppo di elettronica.

La mia conclusione a seguito di una generale discussione sugli sviluppi futuri delle grandi macchine acceleratrici, è che sarebbe opportuno andare incontro ad una fase di attesa di qualche anno, per vedere i risultati di impiego delle macchine di energia  $> 10$  GeV, e per lasciare alla gente il tempo di pensare a tipi di macchina basati su nuovi principi (plasma?). Le macchine da centinaia di GeV pensate in forma convenzionale hanno per ora qualcosa di fantascientifico (posizione dei blocchi magnetici asservita al piano mediano del fascio, con sistemi automatici .....

### 3) - DISPOSITIVI DI MISURA E QUADRO CONTROLLO SICUREZZE (Querzoli).

a) - Dispositivi di misura.

1) - Per misurare le intensità di irradiazione dovuta ai raggi  $\gamma$  usano camere di ionizzazione costruite da loro. Hanno dovuto rinunciare all'uso di camere di ionizzazione commerciali per

chè non sono studiate per lavorare bene con le alte intensità istantanee di irradiazione che si ottengono con un sincrotrone.

In particolare si sono assicurati di lavorare con le camere in regime di saturazione anche alle più alte intensità istantanee.

Le camere sono corredate di due tipi di circuiti di integrazione che permettono di misurare la dose accumulata in tre minuti o in un periodo di tempo lungo (per esempio otto ore); le dosi segnate dagli integratori a 3 minuti sono riportate su un registratore grafico.

2) - Per misurare il flusso di neutroni veloci usano due tipi di rivelatori: contatori a trifluoruro di boro con paraffina; 'bottoni' di Hornjack.

I dispositivi elettronici collegati a questi contatori sono studiati in modo da evitare effetti di sovrapposizione sia dei piccoli impulsi dovuti ai raggi  $\gamma$  sia degli impulsi dovuti ai neutroni.

Per neutroni sotto a 1 MeV misurano l'attività indotta su indio ricoperto da paraffina.

3) - Misura della dose sulle singole persone.

Per i raggi  $\gamma$  usano pellicole per radiografia deutaria. Avranno prossimamente pellicole speciali con un campo da 10 mR. a 800 R.

Per neutroni usano un film Kodak che è però praticamente insensibile per neutroni sopra a 1 o 2 MeV.

Per neutroni più rapidi usano emulsioni Ilford, K 5 che vengono però sviluppate solo saltuariamente, per esempio quando una persona ha ricevuto una dose elevata di raggi  $\gamma$ .

4) Programma per il futuro. Pensano che la misura più importante da fare sia lo spettro dei neutroni nei vari punti della sala esperienze o delle sale controllo.

## b) - Quadro controllo sicurezze

Esiste un quadro controllo sicurezze i cui componenti essenziali sono: un apparecchio televisivo per controllare le persone all'interno della sala esperienze durante il funzionamento della macchina; circa 3 registratori che misurano le dosi in tre minuti per neutroni o raggi  $\gamma$  in circa sedici stazioni fisse poste in sala esperienze, in sala controllo e in sala conteggio.

Un numero analogo di registratori con numeratore per la misura della dose totale in una giornata. Tutti questi dati sono riportati giornalmente su appositi registri.

Uscirà in giugno o luglio 1959 un numero speciale di Ondes Electriques completamente dedicato a Saturno su cui sono riportati anche i sistemi usati per le sicurezze e la dosimetria.

4) - PROGETTI RELATIVI ALLA COSTRUZIONE DI UNA MACCHINA TIPO BUDKER E DI UNA MACCHINA TIPO OKHAWA. (Bernardini)

Il prof. Bruck illustra alcuni progetti del suo gruppo relativi alla costruzione di

a) Una macchina tipo Budker

b) Una macchina tipo Okhawa

a) - Il progetto della macchina tipo Budker (CERN symp. 1956 vol. I pg. 68) presenta le seguenti caratteristiche.

beam di elettroni da 1000 Ampere

energia 10 MeV (eventualmente 100 MeV)

diametro della sezione del beam 1 mm

campo guida 4 kGs

densità di particelle  $\simeq 3 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$

temperatura trasversa  $\simeq 10 \text{ Kev/k}$

Se due beam delle caratteristiche dette fossero utilizzati per osservare lo scattering e-e nel centro di massa, il numero di eventi sarebbe  $\sim 3 \times 10^6 \text{ sec}^{-1} \text{ m}^{-1}$ .

b) - Il progetto della macchina tipo Okhawa (Mura minutes n° 28, 16 Aprile 1957) contiene come novità lo studio del campo acceleratore azimutale con una particolare legge di variazione della tensione con la coordinata Z lungo l'asse di simmetria della macchina. Sembra possibile infatti accumolare elettroni ad una certa quota con un campo azimutale

$$E_{\varphi}(z,t) = \text{costante} \cos kz e^{i\omega t}$$

Con questo accorgimento Bruck pensa che si possano accumulare  $10^4 A$  di elettroni ad una energia opportuna ( $\geq 10$  MeV).

## Parte II - HARWELL

### 1) PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL PROTOSINCROTRONE DA 7 GeV. (Ghigo).

Le principali caratteristiche del protosincrotrone da 7 GeV di Harwell sono le seguenti:

Indice del campo	0,6
Raggio dell'orbita	18,78 m
Raggio medio	23,63 m
Numero dei settori	8
Campo all'iniezione	299 gauss
Campo massimo	14.000 gauss
Tempo di salita del campo	0,7 sec
Dimensioni utili del traferro	0,90 x 0,22 m
Frequenza di ripetizione	25 * 30 cicli
Intensità prevista	$10^{12}$ protoni per imp.
Iniettore	15 MeV; 5 mA
Potenza installata RF	80 Kw
Frequenza	da 1,4 a 8,02 Mc
Peso complessivo	$\sim 7.250$ Ton.

L'obiettivo che si propone questa macchina è di raggiungere un'alta intensità mediante i seguenti miglioramenti rispetto alle sue consimili:

- 1) Elevata frequenza di ripetizione (25 + 30 cicli rispetto agli 11 di Berkeley). Ciò comporta maggiori difficoltà nella costruzione del magnete e dei poli che sono costituiti di lastre più sottili parte imbullonate e parte incollate con araldite.
- 2) Maggior numero di giri iniettati (300 contro i 100 di Berkeley). Questo viene ottenuto con un particolare sistema di rallentamento del campo all'iniezione.
- 3) Ottimizzazione del campo magnetico sia all'iniezione che al valore massimo del campo mediante una particolare forma dei poli opportunamente forati e scanalati.
- 4) Raffinamento della tecnica di vuoto mediante una ciambella a doppia camera in araldite e tela di vetro con rivestimento in acciaio inossidabile.

Inoltre va sottolineata la particolare cura dedicata allo studio delle schermature parte in terra e parte in cemento che saranno probabilmente tra le più razionali che si conoscano.

Dalla visita si ricava l'impressione che l'impresa sia guidata da una buona organizzazione generale che si rivela nell'accurato studio della disposizione logistica degli impianti e delle aree sperimentali.

Va ricordata l'agilità della tecnica edilizia scelta che si basa su semplici strutture di grossi profilati in ferro completate da sobrie opere in muratura.

## 2) - CAMERA A VUOTO (Corazza)

Conversazione avuta con il Sig. Cross:

La camera a vuoto del protosincrotrone da 7 GeV di Harwell sarà costruita in laminato plastico (tela di lana di vetro 60% araldite 40%), metallizzata internamente con acciaio inossidabile amagnetico dello spessore di 5/100 mm.

Un primo progetto di ciambella a forma rettangolare delle dimensioni interne  $36'' \times 9''$  con parete dello spessore di  $3/4''$  metallizzata con vernice a base di argento è stato recentemente scartato. Le prove di irraggiamento eseguite su campioni con ciclotrone a 150 MeV e con la pila (vedi report A/R 2690) è risultato che per una dose di  $10^9$  rad la resistenza a flessione del laminato diminuisce di  $\sim 50 - 60\%$ . Una dose di  $10^9$  rad è quella che loro prevedono di accumulare nelle pareti della ciambella in 2 anni di lavoro della macchina.

Una variazione così forte di carichi di rottura metterebbe in serio pericolo la loro ciambella in quanto, dato le sue dimensioni, è soggetta a notevole sforzo.

Pensano pertanto di evitare l'inconveniente costruendo una ciambella a doppia camera, una precamera con vuoto di 1 mm Hg. che contiene i poli, le correcting coil e la ciambella che in tal modo non è sollecitata meccanicamente.

Il valore medio di pressione da loro desiderato nella ciambella è di  $10^{-6}$  mm Hg. che otterranno con 40 pompe a diffusione di olio (5 per ottanta) della portata di 5000 l/sec sormentate da due trappole refrigerate una prima a Freon -  $30^\circ\text{C}$  e l'altra ad aria liquida.

Stanno ora definendo il progetto, studiando il procedimento di costruzione ed il comportamento sotto vuoto di diversi tipi di araldite per la scelta definitiva del laminato plastico.

Pensano di costruire gli involucri della doppia camera in pezzi della lunghezza ciascuno di 15 m corrispondente alla lunghezza di un ottanta di magnete,

I migliori risultati sono stati ottenuti incollando più strati di tela di lana di vetro impregnati con araldite tipo F alla pressione di  $7 \text{ Kg/cm}^2$ .

I risultati di tutte le prove saranno pubblicati su VACUUM.

3) VISITA AI LABORATORI DI ELETTRONICA (Quercia)

Per quanto riguarda le informazioni sul protosincrotrone da 7 GeV colà in costruzione, si rimanda alla relazione di Ghigo. Si riferisce qui appena sulla visita fatta al lab. di elettronica e su notizie varie avute nel corso della conversazione con Mullet, Picavance e Marsch.

a) - Nella visita ai lab. di elettronica (diretta da Kandiah, ora temporaneamente in USA) si sono visti:

1) Apparecchio per il 'sampling oscilloscope'. E' un sistema noto e pubblicato con il quale mediante campionatura di un impulso a tempi successivi, la forma dell'impulso stesso può essere riprodotto su scale di tempi molto più lunghe degli originali. Si poteva osservare, nel caso nostro, un impulso di 2 ns di tempo di salita, riprodotto su una scala di tempi di 1 ms/cm.

L'apparecchio è costruito commercialmente dalle ditte:

LION ELECTRONIC DEVELOPMENT

HANWORTH TRADING ESTATE - FELTAM - MIDDLESEX (ENG.)

e la versione a transistors è fatta dalle ditte:

MULLARD HAUSE - TORRINGTON PLACE - LONDON

SOLATRON - THAMES DITTON.

2) Un oscillografo rapidissimo con velocità sweep da 9 ns a 1  $\mu$ s per tre pollici: con sensibilità di 6 volt/cm, e rumore pari a 50 mV. Il tubo inglese tipo travelling wave è costruito dalla:

20<sup>th</sup> Century Electronics - King Henry V Drive, New Addington, Croydon - Surrey (Eng)

e costa circa 350 sterline (circa  $\frac{1}{3}$  del tubo americano). L'oscillografo è montato dalla:

PLASSEY NUCLEONICS, NORTHAMPTON (ENG)

3) - Un circuito di coincidenza multipla con potere risolutivo  $\sim 5$ ns; e rapporto quadrupolo-triple pari 4:1. Tempo di paralisi  $\sim 15$  ns. per le coincidenze sono impiegati diodi

GE x 66, ai quali sono premesse valvole limitatrici aventi anche lo scopo di presentare una impedenza d'ingresso nota. Interessanti le bobine di chocker impiegate, e costruite con due tubetti cilindrici di Ferroxcube di circa 4 mm diametro esterno, 40 mm di lunghezza, ed affiancati. L'avvolgimento passa nei fori dei tubi, e li abbraccia.

4) Un discriminatore monocanale rapido per impulsi di durata  $\sim 9$  ns, tempo morto 1,5  $\mu$ s. Il discriminatore è del tipo Mudy ed impiega tubi E 180 F. Per gli impulsi passati viene generato un impulso a ritardo standard per essere usato con circuiti di coincidenza.

5) E' in sviluppo una scala a transistors da 40 Mc/s.

6) Un discriminatore a 100 canali per impulsi con tempo di salita  $\geq 0.2$   $\mu$ s. Tempo morto fino 250  $\mu$ s. Capacità 16 bits per canale. Presentazione continua nel tubo oscillografico. Ampiezza canali 100 mV, stabilità 1%. Stabilità posizione dei canali 25 mV.

7) Circuiti stampati impiegati per amplificatori distribuiti, costruiti in serie e per pannelli montaggio di transistors possono essere ordinati in piccole serie da 100 pezzi in su.

L'impressione generale del laboratorio non è completamente positiva, non ostante la grande, troppa?, abbondanza di apparecchiature varie sparse sui tavoli. Osservata la scarsità di oscillografi, e completa, salvo uno, assenza di oscillografi Tektronix.

b) - Si sono di seguito visitati:

1) L'acceleratore lineare per protoni da 50 MeV, che per ora ha funzionato fino a 10 MeV. Una descrizione accurata di questo apparecchio può essere ottenuta da M. Puglisi.

2) La macchina per il plasma 'Z' che è in fase di modifica, per aumentare la potenza della scarica e la purezza del gas, deuterio, nel tubo.

3) Acceleratore in tandem per protoni da 10 MeV. Macchina verticale con impiego del fascio su più di 180° verso il basso mediante magneti deflettori a 90°.

c) - Tra i vari argomenti delle conversazioni, Picavance ha dato un breve elenco delle altre macchine presenti ad Harwell. Sono:

- 1) Sincrociclotrone da 175 MeV, 110" diametro (1949)
- 2) Van de Graaff per protoni da 4 MeV (1949)
- 3) Acceleratore lineare per elettroni da 25 MeV, 500 mA di picco usato per produrre neutroni con reazioni gamma - neutroni, e poi mediante moltiplicazione in insieme sub-critico di  $U^{235}$ .

4) Serie di reattori:

BEPO (1948) potenza 5MW

GLEEP (1947) potenza 100 KW

DIDO ad alto flusso per molti MW

LIDO tipo swimming pool

WINFRITH

Oltre ad i gruppi che si occupano di queste macchine esistono:

- 1) IL 'Technical Irradiation Group', Isotopi, irradiazioni biologiche ed industriali.
- 2) Gruppo di ricerche radiochimiche
- 3) Gruppo della fisica Sanitaria, compie ricerche su strumenti e su dosi biologiche. Diretto dal Dir. Marley.
- 4) Gruppo teorico, diretto dal Dr. Lomer, fisico dello stato solido.