

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-66/73

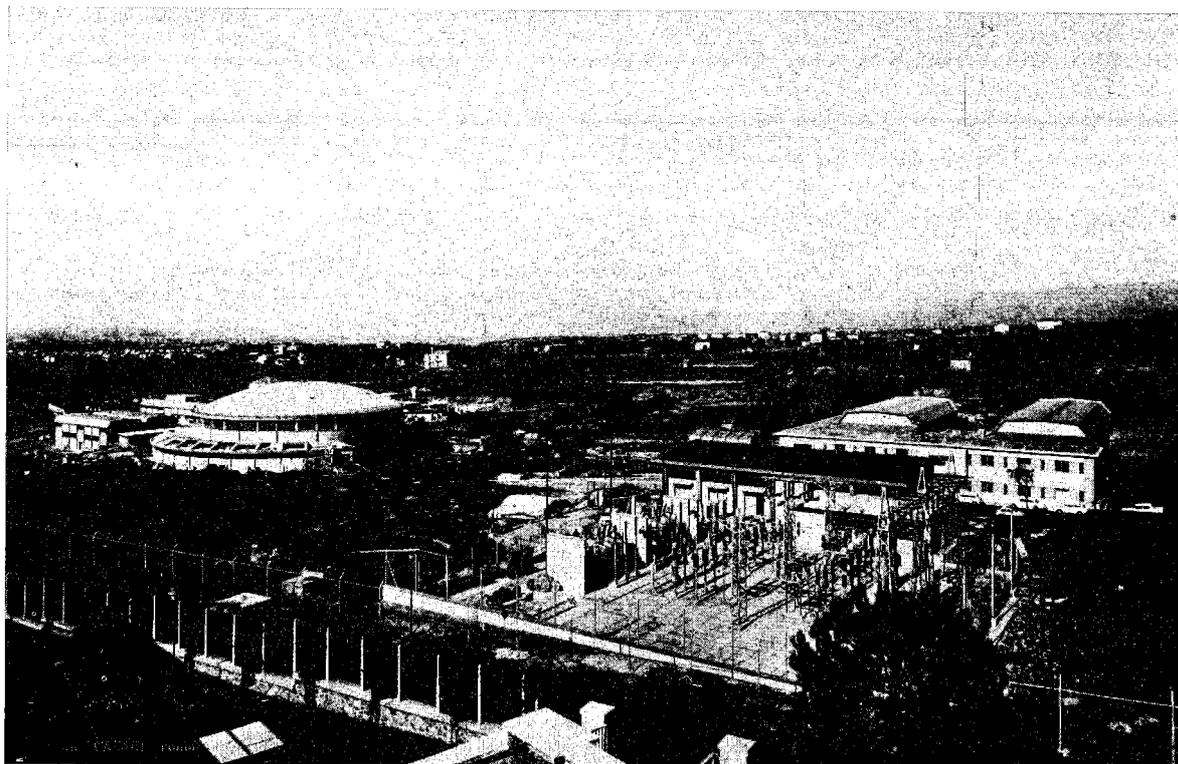
**R. Cerchia : IL COMPLESSO EDILIZIO ADONE NEI LABORATORI
NAZIONALI DI FRASCATI DEL CNEN. -**

Estratto da : Rivista di Ingegneria Nucleare n. 21 (1966)

Il complesso edilizio Adone nei Laboratori Nazionali di Frascati del CNEN

R. Cerchia

Laboratori Nazionali di Frascati del CNEN



I Laboratori Nazionali di Frascati del CNEN sono sorti, con la costruzione di una macchina acceleratrice per elettroni da 1100 MeV (elettrosincrotrone) [1], su un terreno inizialmente di circa 4 ha, in prossimità della città di Frascati, aumentato qualche anno dopo, verso sud ed adiacentemente al precedente comprensorio, di ulteriori 4 ha. Allorchè si profilò l'utilità di costruire una seconda macchina acceleratrice furono avviate le attività per l'acquisizione di altro terreno e si ritenne che tale area d'espansione dovesse soddisfare le seguenti condizioni:

- massima vicinanza con i Laboratori esistenti (possibilmente comunicabilità);
- perimetro prossimo al rettangolare, con lato lungo superiore ai 500 m (per consentire l'in-

stallazione di un acceleratore lineare di adeguata potenza);

- natura del terreno adatta per fondazioni non cedevoli pur sotto carichi elevati (roccia basaltica).

Escluse le zone a sud e a nord per la presenza della ferrovia Roma-Napoli (a nord) e di quella Roma-Frascati (a sud), lo studio di maggior convenienza fu limitato alle aree disposte ad est e ad ovest dei Laboratori: sia per la miglior conformazione altimetrica, che per la natura del suolo (furono effettuati sondaggi che confermarono la presenza di basalto mediamente a 4 m dal piano di campagna (v. fig. 2)), sia infine per ragioni di convenienza economica, fu scelta la zona ad est dei Laboratori del Sincrotrone, separata dagli stessi

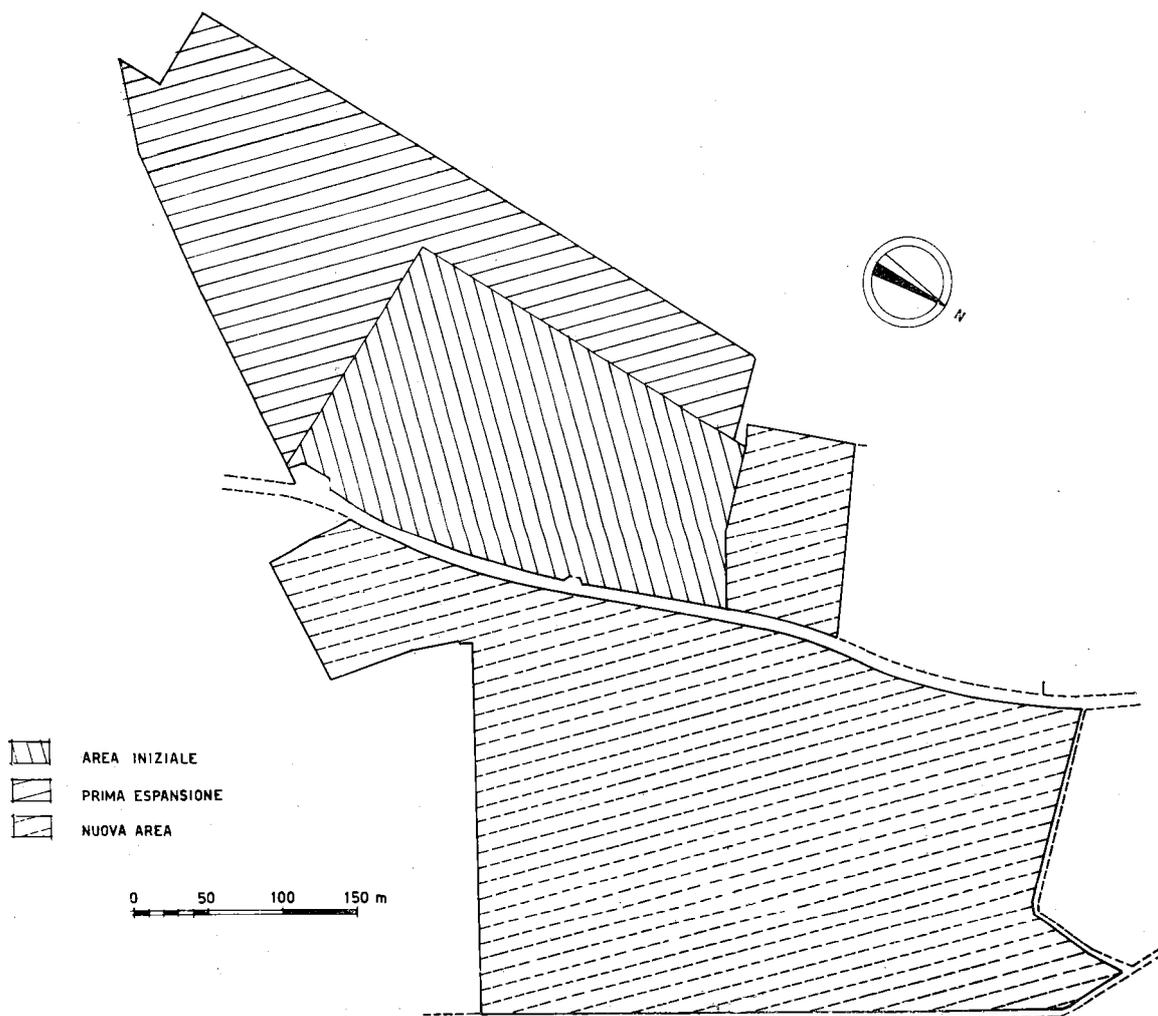


FIG. 1 — Perimetro del Centro di Frascati del CNEN.

dalla strada provinciale E. Fermi, e quindi collegabile a mezzo di sovrappassaggi o sottopassaggi al nucleo di Laboratori esistente, qualora non risultasse possibile incorporare la strada stessa nei Laboratori e deviare la provinciale, secondo un progetto esaminato con esito favorevole dall'Amministrazione Provinciale.

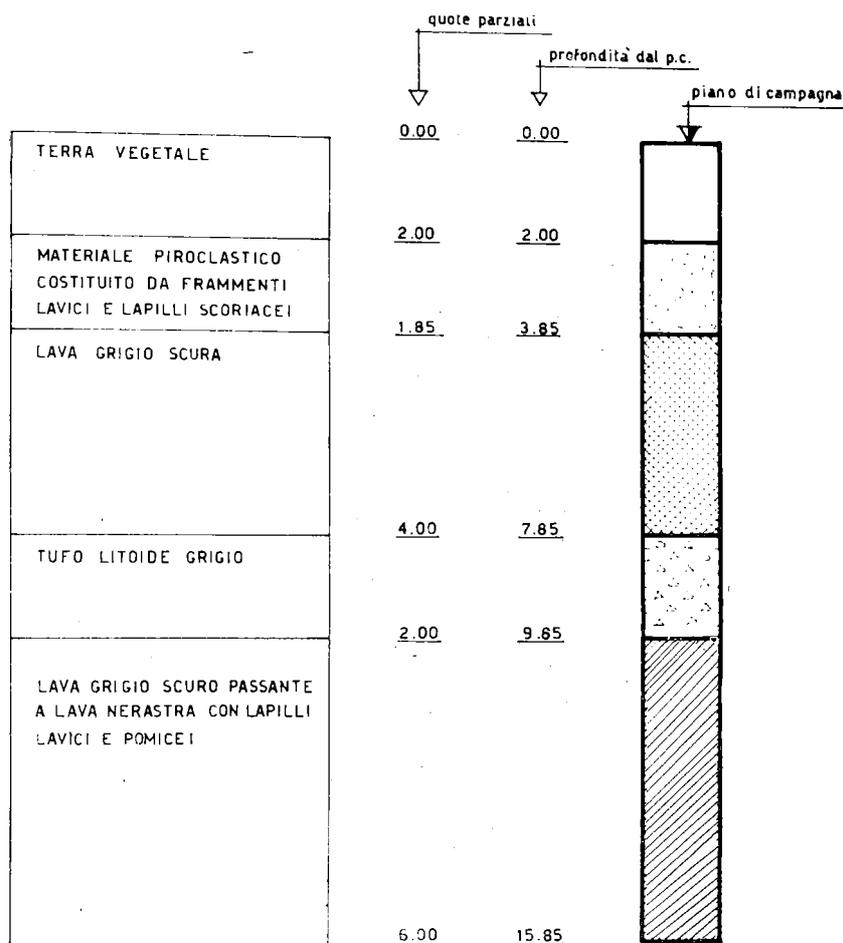
Il definitivo perimetro dei Laboratori Nazionali di Frascati, alla data del giugno 1963 è quello della fig. 1, nella quale sono state diversamente tratteggiate le aree acquisite in tempi diversi dal CNEN; la superficie complessiva a disposizione dei Laboratori è di m^2 203.166.

CRITERI PER IL PROGETTO DI MASSIMA.

Allorchè il C.D. dell'INFN si pronunciò per la realizzazione del progetto ADONE, comprendente

la costruzione di un acceleratore lineare e di un anello d'accumulazione da 1500 MeV, iniziò la progettazione preliminare degli edifici e degli impianti che, con l'accrescersi delle conoscenze delle esigenze proprie delle macchine, subì notevolissime evoluzioni e variazioni. Con la scelta del tipo di acceleratore lineare da installare [2], fu possibile congelare il progetto di massima ed iniziare il progetto definitivo limitandolo all'acceleratore stesso (LINAC) pensato come unità indipendente, nel senso che si definì tutto il necessario per il suo funzionamento, pur dimensionando impianti e servizi per l'intero complesso e definendo il resto delle costruzioni solo in quelle parti che interferivano con l'acceleratore, ma sempre in modo da consentire al massimo le variazioni conseguenti la messa a punto del progetto dell'anello di accumulazione (ADONE) [3] e delle sale per la sperimentazione con l'acceleratore lineare (progetto LEALE) [4].

FIG. 2 — Natura del terreno.
Risultato di uno dei sondaggi preliminari effettuati sul terreno delle costruzioni.



Nel posizionamento dei vari edifici, fu considerata la possibilità di prolungamento dell'acceleratore sino ad un massimo di 400 m e pertanto la ubicazione della sua parte iniziale risente di questa esigenza, tanto che la testata dell'acceleratore è disposta in prossimità di un vertice del nuovo appezzamento di terreno, mentre l'asse della galleria contenente l'acceleratore stesso è disposto secondo il nord magnetico. La fig. 3 mostra la prima sistemazione urbanistica, limitata agli edifici per il LINAC, per l'ADONE, il LEALE, alcuni laboratori, la stazione di trasformazione 60/3 KV 10 MVA ed un magazzino.

DESCRIZIONE DEGLI EDIFICI.

Edifici LINAC.

Si tratta di un complesso di edifici distinti ma strettamente interconnessi e determinati nella concezione sia dall'acceleratore lineare che dagli apparati di alimentazione, controllo e servizio, non-

chè dalla necessità di salvaguardare gli operatori dalle radiazioni.

La fig. 4 mostra una planimetria schematica degli edifici testata, galleria, modulatori, collegamento, controllo; quest'ultimo fa parte della più vasta area controlli e conteggi, comune all'anello di accumulazione e facente parte dell'edificio ADONE.

L'edificio di testata (v. fig. 5) è stato concepito come zona di servizio sia per la galleria che per i modulatori: in esso, oltre a trovare posto gli accessi carrabili, con gru a ponte per il carico e lo scarico dei materiali, vengono eseguite le operazioni di messa a punto delle varie sezioni dell'acceleratore nonché le manutenzioni sulle sezioni stesse e sugli impianti accessori; è ivi ricavato anche un piccolo magazzino per le parti da sostituire nei trasmettitori ed alcuni locali per i servizi.

L'edificio di testata è separato dalla galleria LINAC a mezzo di un portone schermante scorrevole a coulisse su rotaie; questo portone, costituito da un cassone in ferro, riempito con calcestruzzo, ha le dimensioni di m 4.70 × m 3.90 con spessore di m 1.50 ed un peso complessivo di Kg 78.000

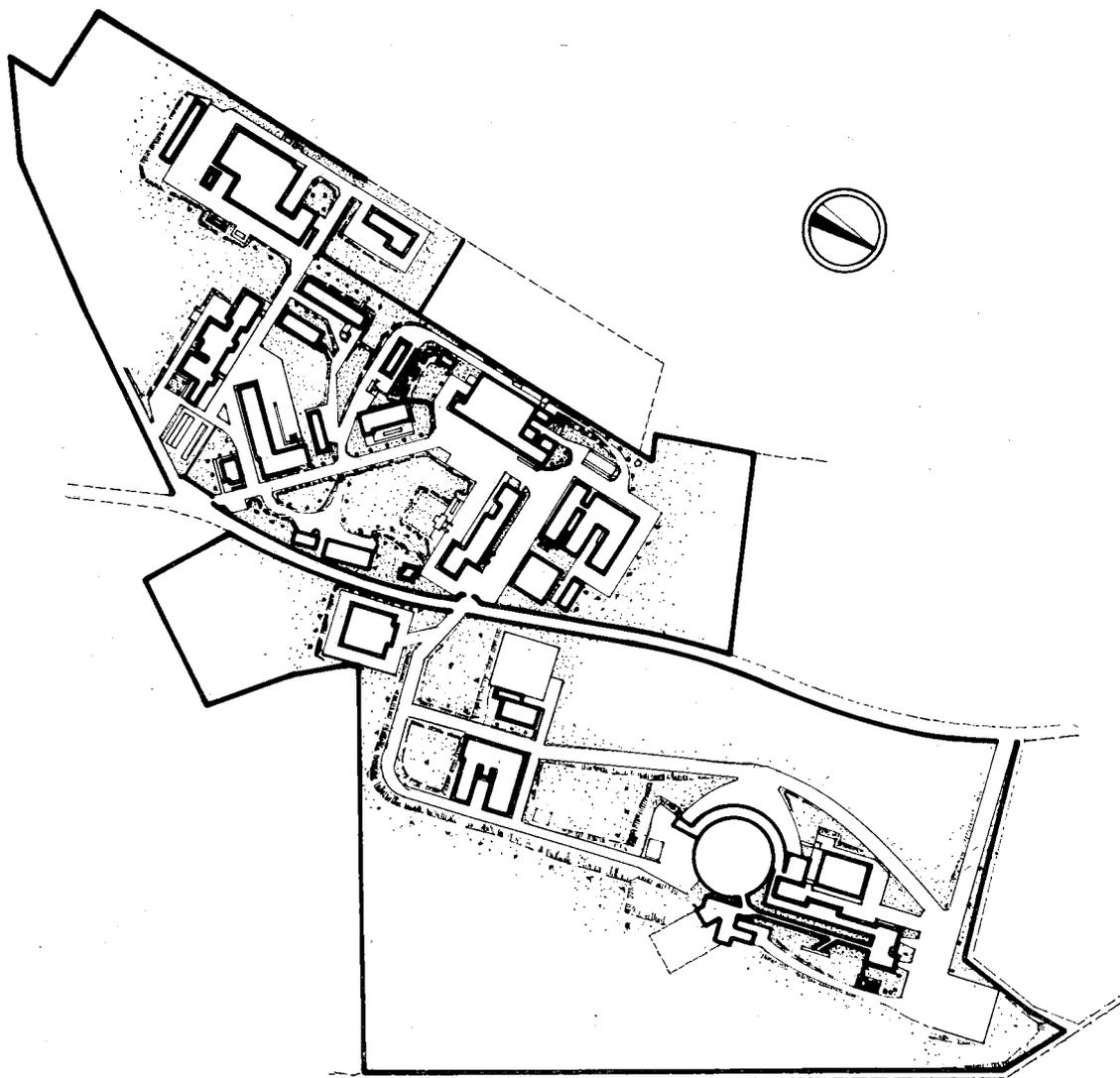


FIG. 3 — Planimetria generale del Centro di Frascati; nella nuova area è indicata la sistemazione urbanistica dei primi edifici.

di cui Kg 11.000 di ferro e Kg 67.000 di calcestruzzo; il suo movimento è ottenuto mediante motore elettrico da 3 CV e riduttore per l'ottenimento di una velocità tale da consentire la chiusura della porta in 35". Sono naturalmente previste tutte le sicurezze per il suo funzionamento, nonché la possibilità di movimenti a mano.

L'edificio è stato strutturato in calcestruzzo armato, su fondazioni a trave continua; la incidenza media delle armature è risultata di Kg 55 per ogni mc di calcestruzzo nelle fondazioni e di Kg/mc 75 nelle strutture di elevazione, con sollecitazioni massime nel ferro $\sigma_f = 1.600$ Kg/cm² e nel calcestruzzo $\sigma_c = 75$ Kg/cm²; sono stati usati: *per le fondazioni* cemento tipo 600 a 3 q con ferro tondo omo-

geneo Aq 42 e *per le strutture in elevazione* cemento tipo 730 a 3 q con ferro Aq 50.

Gli inerti usati sono: sabbia di fiume prelevata presso la draga di Passo Corese (fiume Tevere) e ghiaia di cava della zona di Grottarossa (Roma) nella granulometria assortita secondo la curva del Fuller.

Le prove, su campioni di calcestruzzo prelevati durante il getto hanno dato per le strutture in elevazione risultati di σ_R mai inferiore a 286 Kg/cm².

La struttura di copertura è stata realizzata con travature reticolari di luce m 8.30 gettate fuori opera ed appoggiate sulle travi orizzontali di coronamento ad interasse di m 4.00. Il solaio è realizzato in laterizi tipo Bisap di altezza 12 cm, preco-

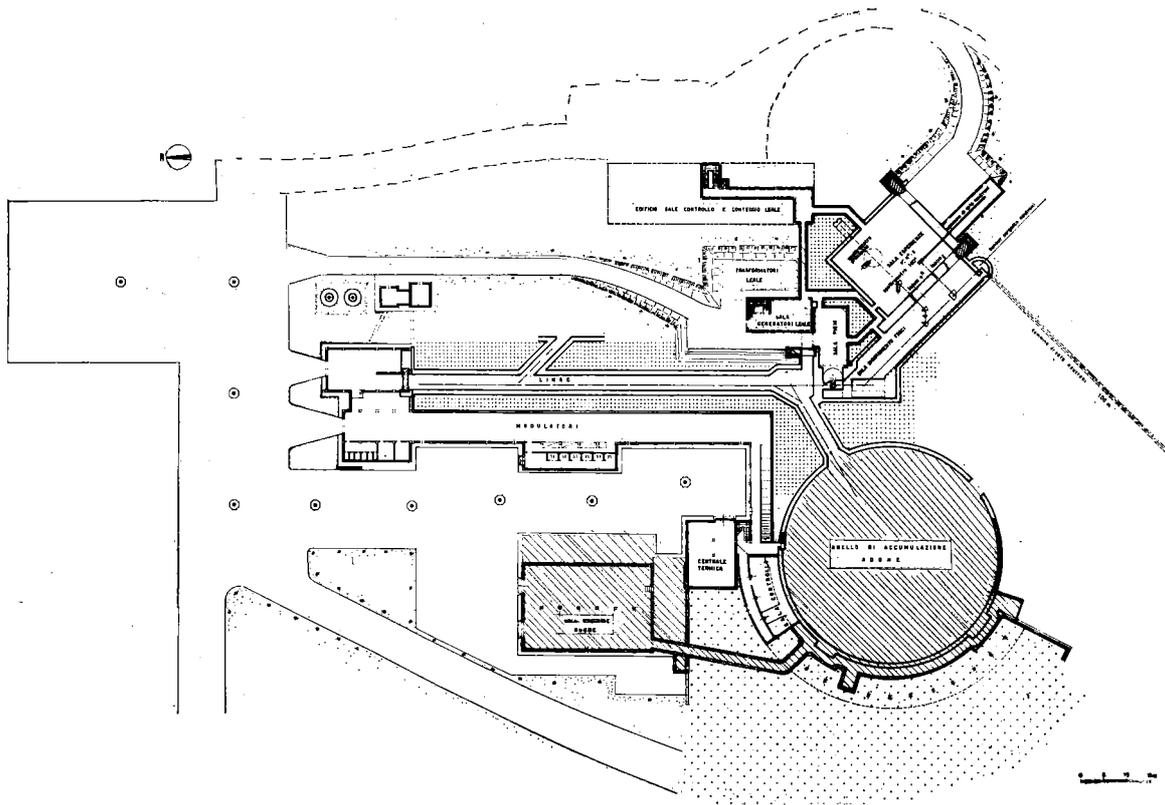


FIG. 4 — Planimetria degli edifici per il Linac. Sono tratteggiati gli edifici Adone e Leale.



FIG. 5 — Prospetto edificio di testata.

struiti in pannelli da m 4.00 per 0.48 e sovrastante soletta non collaborante in cemento di cm 2 per la distribuzione dei carichi. Per il manto di copertura, infine, è stato impiegato il VERAL, prodotto che associa alle proprietà riflettenti e meccaniche, assicurate da una lamina di alluminio superficiale, quelle impermeabilizzanti dovute al corpo bituminoso sottostante.

La galleria del LINAC e la sala modulatori traggono origine dall'edificio testata precedentemente descritto e si sviluppano paralleli, ma divisi da una schermatura, parte di calcestruzzo e parte di terra

per complessivi 5 m tra le facce interne dei due corpi paralleli (v. fig. 6, sezione).

La galleria del LINAC, entro cui sono disposte le sezioni acceleratrici è completamente interrata; la ventilazione dell'ambiente è eseguita meccanicamente ed i relativi canali di mandata (in alto) e di aspirazione (sulla parete) sono ricavati nella struttura di calcestruzzo, mentre la centrale contenente il ventilatore, la batteria di riscaldamento ed il camino di espulsione, è esterna all'edificio: la galleria viene tenuta in leggera depressione.

Il sostegno della macchina è affidato a pilastri in calcestruzzo, collegati in fondazione ed a circa

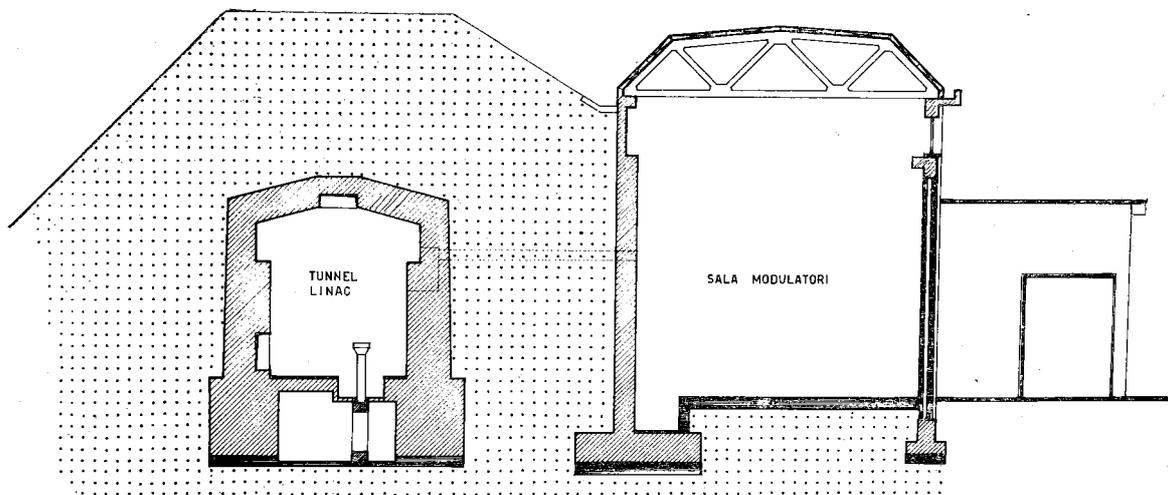


FIG. 6 — Sezione tunnel Linac ed edificio modulatori.

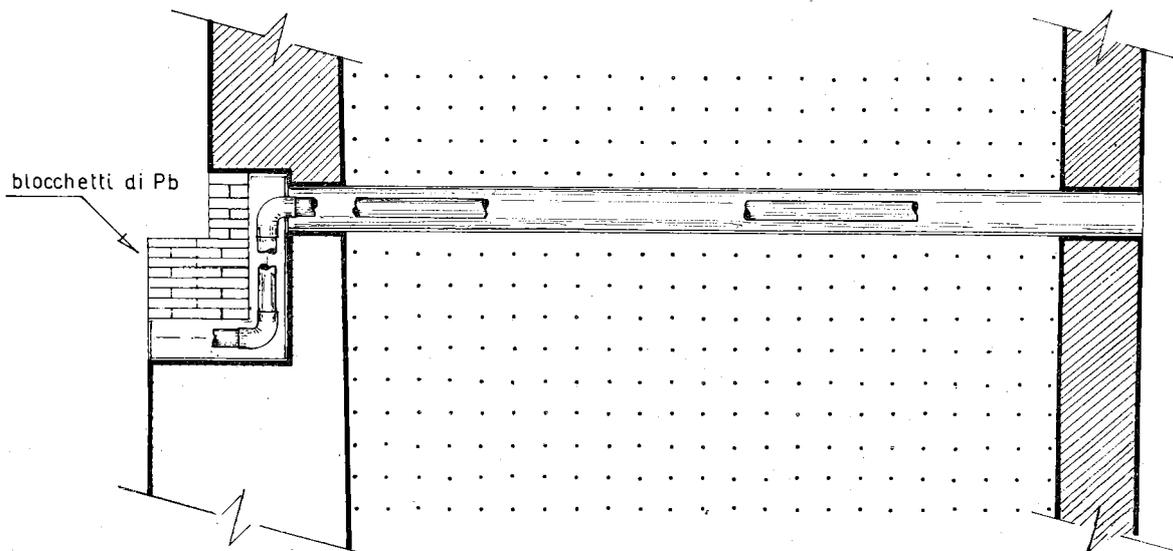


FIG. 7 — Particolare attraversamenti trasversali per i servizi; si noti che la soluzione adottata consente di ripristinare (con blocchetti di Pb) la schermatura necessaria.

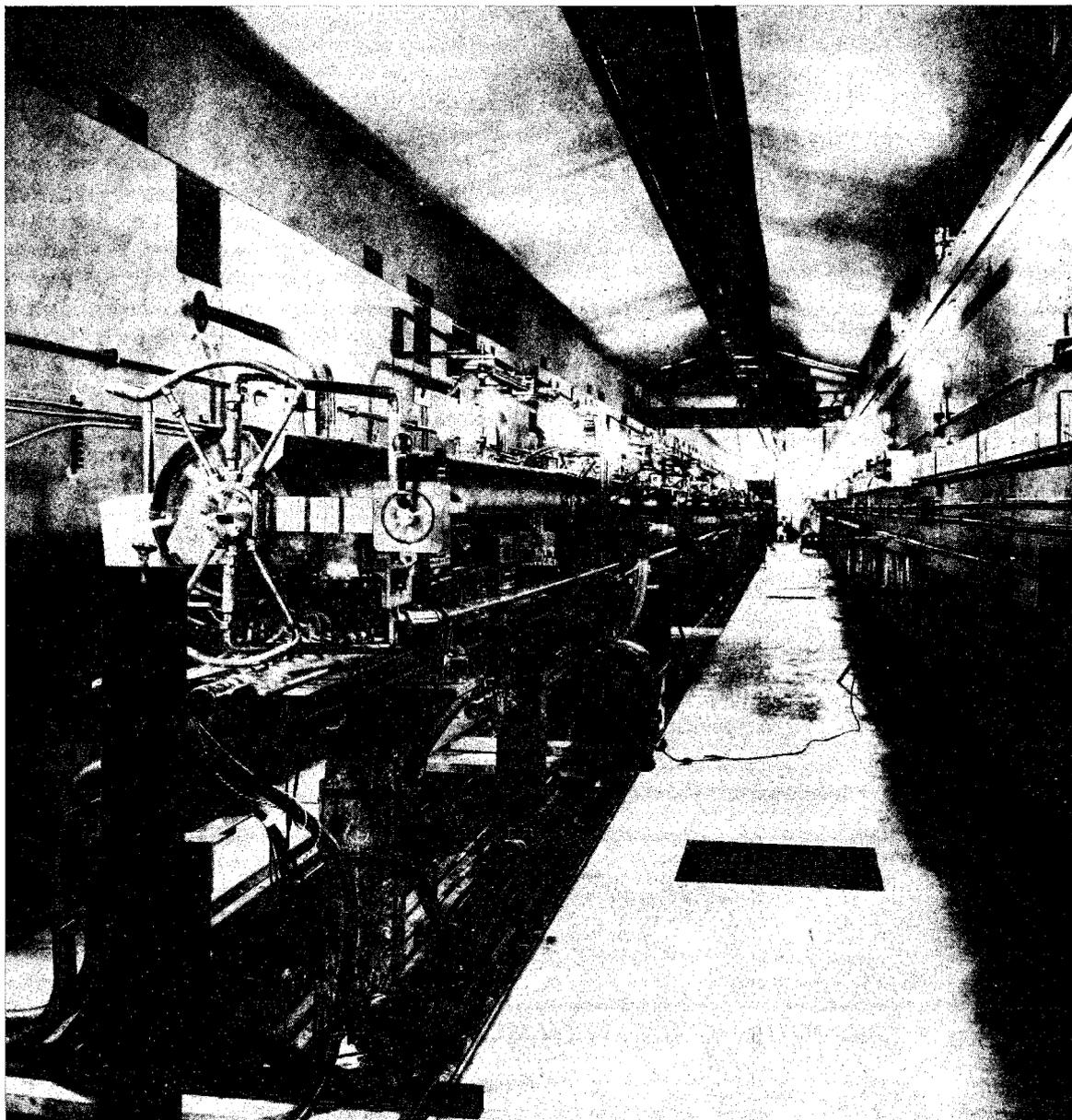


FIG. 7 bis — La galleria del Linac dopo il montaggio della macchina.

metà della loro altezza complessiva, ma separati dalla restante struttura muraria, in modo da non risentire degli spostamenti conseguenti all'assestamento di quest'ultima od ai carichi variabili e talvolta considerevoli cui viene sottoposto il pavimento; quest'ultimo, capace di 7.000 Kg/mq di carico accidentale è realizzato mediante sbalzi dalla struttura perimetrale della galleria.

Sempre nella struttura della galleria sono ricavati gli alloggiamenti per la gru di montaggio e le asolature per le comunicazioni trasversali con l'edificio parallelo; queste comunicazioni, per le guide d'onda dai transmitters alle sezioni acceleratrici, per

le condutture del sistema secondario del raffreddamento della macchina, per i cavi elettrici di alimentazione, controllo e servizi, sono realizzati con comuni tubi di acciaio rivestiti da acquedotto di adatta sezione ed attraversanti le pareti contigue degli edifici paralleli come mostra la figura 7.

Per quanto riguarda l'impermeabilizzazione delle pareti contro terra e l'impedimento di infiltrazioni in corrispondenza dei condotti, si è proceduto come segue:

— idrofugazione del calcestruzzo con additivo del tipo Bianco C della Marelli & Fossati nella misura di Kg 14 al mc di calcestruzzo;

- strati multipli di prodotto impermealizzante a freddo (FLUIDIMPER) intercalati da una rete in vetro ed applicazione finale di cartoni catramati per la protezione meccanica del manto;
- drenaggio in scheggioni di tufo (spessore medio 60 cm) con incanalamento delle acque di infiltrazione verso le fognature alle testate della galleria;
- superficialmente sulla terra è stato realizzato un fossetto longitudinale di guardia e l'acqua superficiale è stata incanalata trasversalmente entro tegoli in cemento retinato prefabbricato confluenti a loro volta nei pozzetti di fognatura.

Alla progressiva 22.37 della galleria è stata realizzata la prima manica di deviazione per il trasporto dei fasci di bassa energia nelle relative sale sperimentali; l'esecuzione di tali sale non è ancora definita, e la realizzazione della manica è interrotta con chiusura provvisoria.

In corrispondenza delle progressive 74.67 ed 81.37 è stata eseguita una maggiorazione degli spessori di calcestruzzo poichè ivi la galleria sarà attraversata da un sovrappassaggio per persone dalla sala controllo alle sale del LEALE e in tali zone non è realizzabile la schermatura in terra.

Complesivamente, per la galleria sino all'imbocco della sala circolare di ADONE, sono stati impiegati mc 2.100 di calcestruzzo tipo 600 con Kg 115.000 di ferro omogeneo, con sollecitazioni di lavoro massime nelle strutture orizzontali di kg/cmq 40 per il calcestruzzo e kg/cmq 1.200 per il ferro.

Nella parte terminale della galleria si apre una camera (smistamenti fasci) a copertura piana, da cui il fascio accelerato può essere deviato verso la sala ADONE o fatto proseguire per le esperienze da realizzare direttamente con esso (esperienze LEALE).

La sala modulatori (v. fig. 8) è realizzata con struttura in cemento armato costituita da un muro per la parete longitudinale contro terra e pilastri sul lato opposto opportunamente collegati da strutture orizzontali. La copertura è affidata, come per l'edificio di testata, a capriate in c.a. prefabbricato e sovrastante solaio a pannelli laterizi; il manto di copertura infine è anche qui realizzato con VERAL. Sulla parete contro terra è stato installato un soppalco in ferro della portata di 1.000 kg/mq, ove sono alloggiati gli scambiatori di calore del sistema di raffreddamento della macchina; i collettori di trasporto del fluido refrigerante (sia andata che ritorno; sia primario che secondario) so-

no installati in un largo canale, in corrispondenza del soppalco sopradetto.

L'impianto di riscaldamento è realizzato a mezzo di pannelli radianti a soffitto, alimentati da acqua surriscaldata sino a 120°C.

Tutti i cavi elettrici di comando, segnalazioni, controllo, trasporto di f.e.m. scorrono entro tubazioni in ferro elettrosaldato, per cui una vistosa serie di circa 40 condotti scorre longitudinalmente per tutta la sala, raccogliendo lungo il suo percorso tutti i collegamenti trasversali scorrenti entro canalette a pavimento, per raggiungere la sala controllo. Per la pavimentazione è stato usato un prodotto denominato ISOLTHERMO-FER dato in getto, avente elevate caratteristiche antipolvere, di resistenza all'usura ed a carichi concentrati. Anche qui le sollecitazioni di lavoro sulle strutture in c. a. sono state contenute entro i valori massimi di $\sigma_c = 70$ kg/cmq e $\sigma_f = 1.550$ kg/cmq.

L'incidenza media delle armature, per le strutture in elevazione, capaci di sopportare una gru a ponte da 7 tonn, è di 65 kg/mc di calcestruzzo.

Corpo di collegamento e sala controllo. Al termine della sala modulatori, perpendicolare ad essa, è stato realizzato il corpo di collegamento, suddiviso in un passaggio per persone ed un passaggio per cavi e tubazioni; il primo conduce dalla sala modulatori alla sala controllo, il secondo dalla sala modulatori ad un cunicolo di servizio anulare, corrente sotto la sala controllo, da cui è possibile comunicare con il pavimento della sala controllo stessa. La sala controllo LINAC, di cui si parla, è parte della più vasta sala controlli e conteggio ADONE, costituente una corona circolare che avvolge, per 155° circa la sala dell'anello d'accumulazione di cui si dirà in seguito; tale sala si trova m 3.25 sopraelevata rispetto alla quota del pavimento dell'edificio dei modulatori e quindi anche dalla sala anello d'accumulazione; vi si accede tramite una scala a due rampe o direttamente da un piazzale esterno in quota con essa.

La sala controllo è costituita di un corridoio esterno anulare e da un ambiente delimitato verso il centro dell'edificio circolare dal muro della sala anello d'accumulazione; l'illuminazione è ottenuta direttamente mediante sopraelevazione di alcuni spicchi di solaio ed indirettamente mediante una grossa vetrata affacciata sul corridoio che, esposto all'esterno, è fortemente illuminato ed areato. Il pavimento della scala e del corridoio è qui in gomma industriale, mentre nella sala controllo vera e propria, in cui esso è solcato da canalette comunicanti orizzontalmente con i vari apparati di controllo e verticalmente con il cunicolo di servizio, il pavimento stesso è in prealino; ciò per le elevate



FIG. 8 — Sala modulatori.

proprietà antipolvere, antiusura, antincendio ed afoniche del prealino, accoppiate alla facilità di posa in opera a piastrelle quadrate da cm 25×25 .

Il riscaldamento è affidato ai pannelli radianti tipo SUNZTHRIP nella sala controllo, ove l'altezza è la minima consentita per questo tipo d'impianto, mentre sul più basso corridoio sono stati disposti dei normali termoconvettori a parete.

La struttura in c.a. realizzata è qui del tipo a telaio zoppo con appoggio ad un estremo, montante in corrispondenza della parete tra corridoio anulare e sala controllo e sbalzo all'esterno. La sagomatura della trave consente la realizzazione dei

sopraluce nella sala controllo per la presa diretta di aria e luce (v. particolare fig. 9).

La soluzione adottata ha consentito una elevata economia di calcestruzzo armato: la percentuale di armatura risulta di kg 75 per ogni mc di calcestruzzo, ma il volume di calcestruzzo in elevazione, rapportato al volume utile della costruzione è di 3/100, cioè poco più della metà del medesimo rapporto nelle ordinarie costruzioni.

Edificio Anello di Accumulazione.

In relazione alla forma e dimensioni della macchina l'edificio è stato realizzato circolare, con dia-

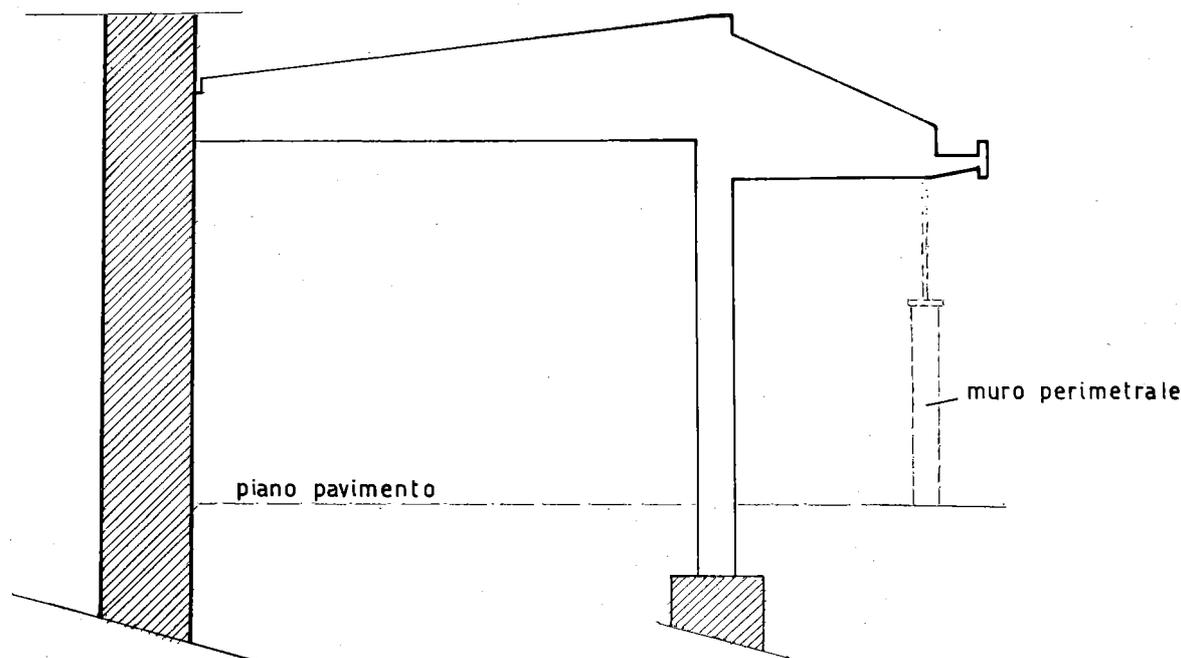


FIG. 9 — Particolare struttura sala controllo.

metro interno di 46 m. La parete circolare, oltre la funzione statica, è chiamata a rispondere anche al requisito di schermaggio delle radiazioni, e la sua dimensione trasversale di 1 m risponde essenzialmente a questa esigenza. L'altezza dell'edificio ed in particolare delle vie di corsa del carro ponte è stata determinata dalla possibilità di scavalcare la macchina con un carico di dimensioni pari a quelle di un elemento del magnete, con un relativo margine di sicurezza; ne è risultata, per le vie di corsa, l'altezza di 10 m dal pavimento.

Per i basamenti dei magneti, premesso che ciascuno di essi è indipendente dall'altro e dal pavimento della sala, essi sono stati realizzati in calcestruzzo fortemente armato (per far assorbire al ferro le sollecitazioni conseguenti ai ritiri) e la loro stabilità sotto carico per evitare movimenti verticali relativi superiori ad $1/20$ di mm è stata affidata a complessivi 96 pali infissi in c.a. prefabbricati, della lunghezza media di 10 m cadauno, di ugual portanza ed ugualmente disposti, quanto alla geometria, per ciascun basamento. Il carico di lavoro di ciascun palo è di 12 tonn, mentre la effettiva portanza è di 65 tonn. Le prove effettuate su ciascun palo, con carico sino a 21.70 tonn fatto permanere per 48 ore hanno confermato che, pur sotto carichi quasi doppi di quelli di esercizio, l'abbassamento relativo è sempre inferiore ai massimi tollerabili. La soluzione di infiggere pali è quella risultata più economica nei confronti delle

basamenti (costituzione di un letto di terra selezionata e costipata di adeguato spessore su tutta la altre capaci di assicurare la richiesta stabilità dei superficie anulare interessata dai carichi; estensione della superficie di appoggio ed approfondimento posa dei basamenti, ecc.). Pali trivellati in calcestruzzo gettati in opera sono stati anche adottati a sostegno del muro perimetrale in corrispondenza dei piedritti di una apertura nella struttura, di 15 m di luce verso sud; tale apertura è stata predisposta per consentire una eventuale futura espansione della sala per necessità non evidenti in fase di progettazione, ma che potrebbero sorgere per la realizzazione di esperienze più avanzate. Dal punto di vista della progettazione statica, vanno segnalati sia la sopradetta concentrazione dei carichi in corrispondenza dei piedritti (che ha richiesto l'adozione di 48 pali trivellati in calcestruzzo della lunghezza media di 14 m), sia le elevate sollecitazioni di flessione e torsione sulla trave parete (a pianta circolare) in corrispondenza della citata apertura di 15 m che hanno pertanto richiesto adeguata armatura (110 kg di ferro a mc). Tutta la muratura perimetrale è stata armata, oltre che per le particolari esigenze statiche derivanti dall'elevato carico eccentrico dovuto alla gru, anche con ferri tondi disposti orizzontalmente al fine di irrigidire il muro stesso ed evitare così cedimenti relativi con grave pregiudizio dell'equilibrio della soprastante copertura; pertanto, nonostante l'elevato spessore delle

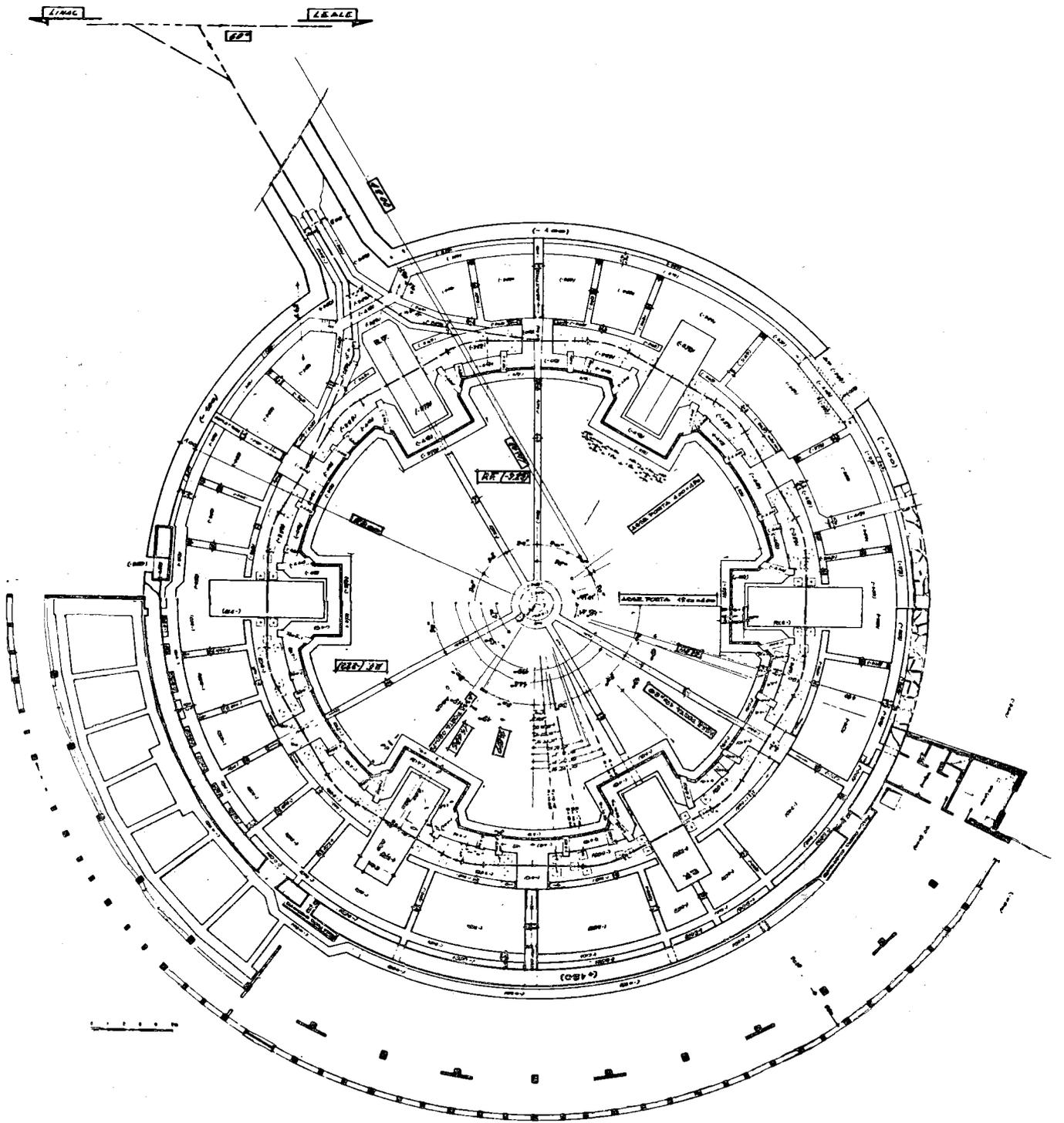


FIG. 10 — Sala anello d'accumulazione. Pianta del pavimento con canalette e fosse sperimentali.

pareti, l'armatura ha raggiunto una incidenza media di 70 kg per mc di calcestruzzo.

Come risulta dalla fig. 10 relativa al pavimento della sala, in fase di progetto è stata prevista una fitta rete di cunicoli per il passaggio delle condutture idriche ed elettriche necessarie sia al funzionamento della macchina che per le esperienze (alimentazione, raffreddamento, controlli, informazioni); in corrispondenza delle cavità a R.F. e delle zone sperimentali sono state disposte delle profonde fosse attrezzate per la installazione degli apparati sperimentali.

La copertura dell'edificio, dopo vari studi eseguiti per il conseguimento dei migliori risultati tecnico-economici non disgiunti da un gradevole effetto estetico, è stata concepita in calcestruzzo, calcolata nell'ipotesi dell'ottenimento del regime di membrana (risultanti delle forze in ciascun nodo tangenti alla superficie sferica della volta) e realizzata con elementi prefabbricati di c.a. triangolari e trave di bordo reggispinta in c.a. precompresso.

La fig. 11 riporta la geometria e le dimensioni reali dei vari ordini di elementi, mentre le fotografie delle figg. 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19 mostrano alcune fasi del montaggio degli elementi e l'aspetto della copertura vista dall'interno; la giunzione tra i vari elementi è realizzata nei nodi, mediante saldatura dei ferri degli elementi ivi con-

fluenti e getto in opera di calcestruzzo arricchito con EMBECO. L'intera cupola è sostenuta da 36 pilastri a doppia cerniera (pendoli) che consentono la libera dilatazione conseguente alle esecuzioni termiche; la rigidità trasversale dei pilastri stessi costituisce efficiente vincolo contro le sollecitazioni esterne orizzontali.

Gli elementi prefabbricati sono stati costruiti con calcestruzzo a 4 q di cemento ad alta resistenza, ed inerti particolarmente vagliati, vibrati meccanicamente entro apposite casseforme metalliche e maturati in corrente di vapore; sono stati prescelti ferri di armatura, per i suddetti manufatti, del tipo ad aderenza migliorata con carico di rottura σ_R non inferiore a 6.000 kg/cmq. Le prove sui calcestruzzi hanno dato, per provini cubici prelevati durante il getto in fabbrica, σ_{OR} non inferiore a 400 kg/cmq.

La precompressione dell'anello di bordo è stata effettuata in due riprese, la prima per indurre nell'anello una compressione pari alla trazione provocata dal carico accidentale, la seconda, a copertura completata, per fornire al bordo della cupola la componente orizzontale uguale e contraria a quella indotta dal peso proprio delle strutture e che il vincolo non sarebbe in grado di esplicare. Con tale precompressione si è realizzato completamente il regime di membrana in condizioni di assenza di

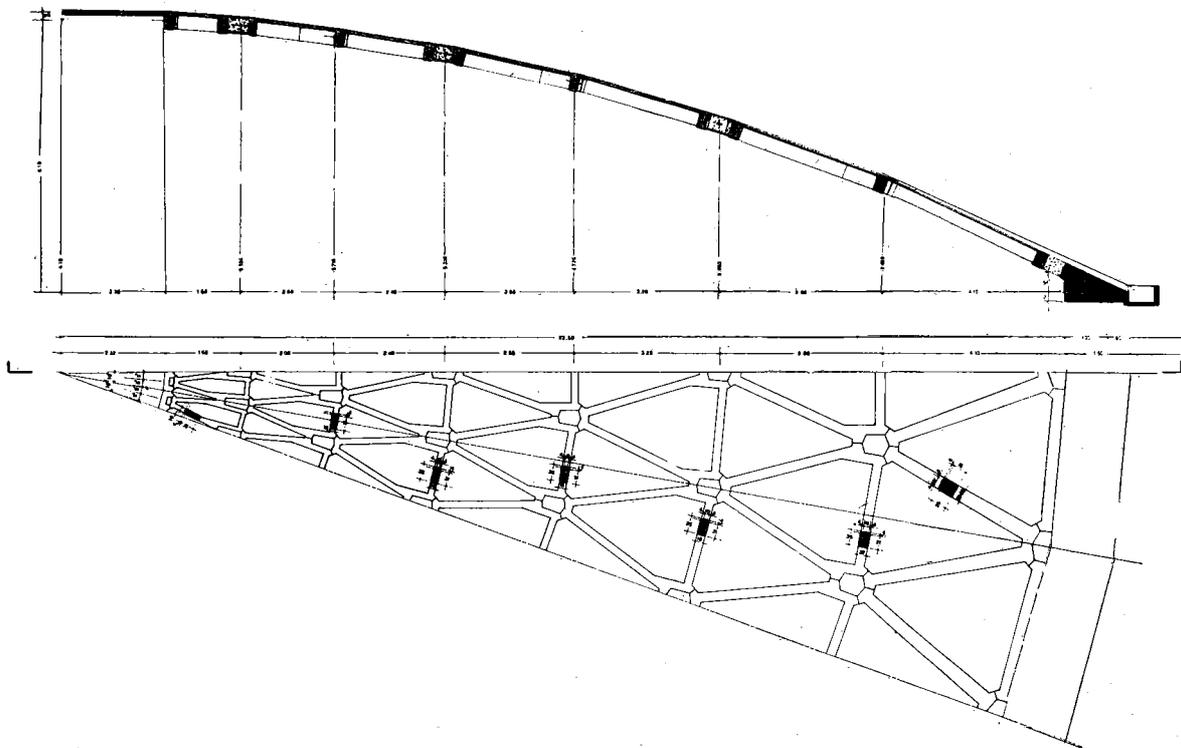


FIG. 11 — Cupola anello d'accumulazione. Pianta e sezione degli elementi prefabbricati della cupola.

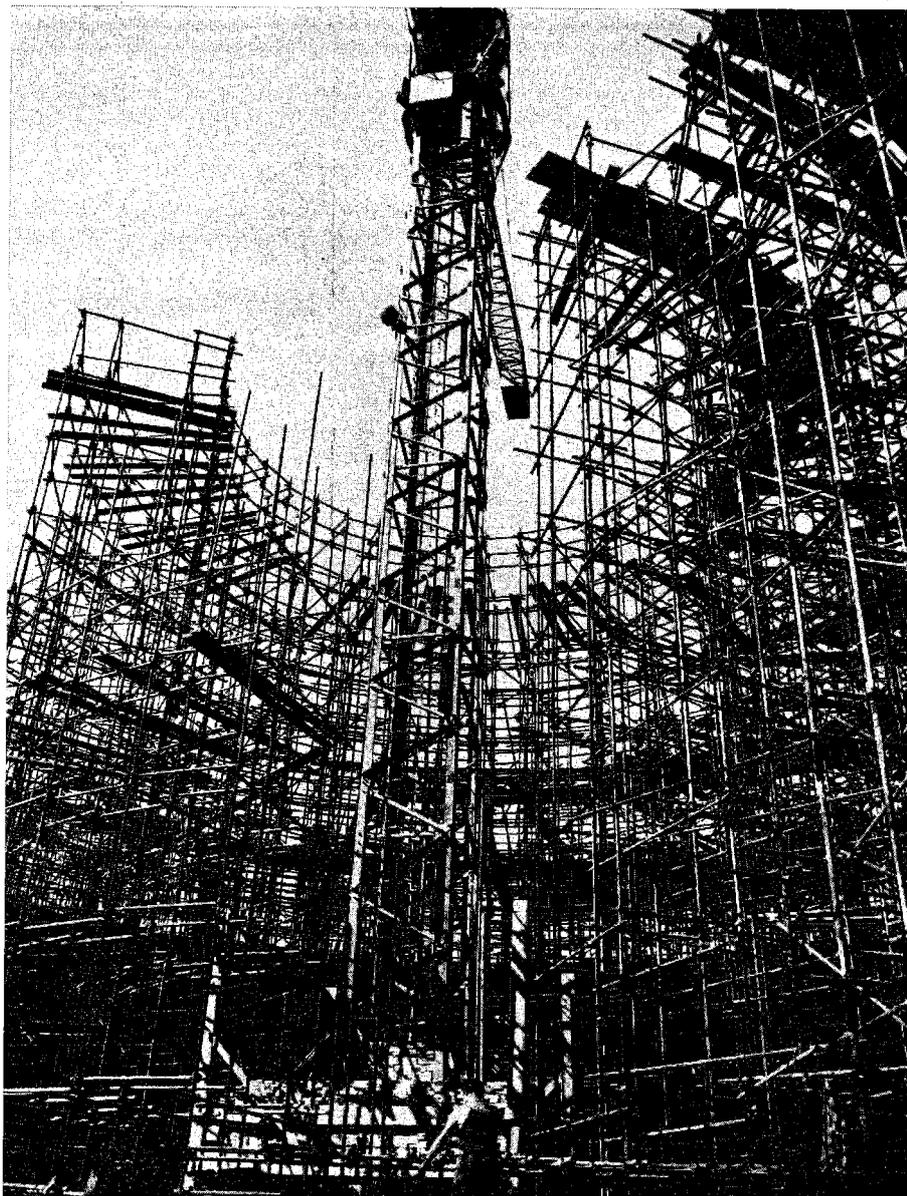


FIG. 12

carico accidentale, mentre anche in presenza di carichi accidentali (neve e vento) non si hanno sollecitazioni di trazione di alcun elemento, ma soltanto un maggior valore delle sollecitazioni di pressione che risultano comunque inferiori a 60 kg/cmq.

La trave di bordo è stata gettata in opera, entro casseri piallati, con calcestruzzo e inerti delle medesime caratteristiche di quello usato per gli elementi prefabbricati.

Le finiture dell'edificio sono state curate per evitare fenomeni di eco (intonacazione interna con « acoustical plastic » della VIC Italiana, struttura

interna della copertura « in vista » in modo da creare cassettoni triangolari), per assicurare la necessaria particolare resistenza al pavimento della sala (DUROCRET della ALFER-SUD su massetto in calcestruzzo e sottostante vespaio in scheggioni di tufo assestato a mano, capace di carichi sino a 20 tonn/mq), oltre ad elevate caratteristiche anti-polvere e di resistenza all'usura del pavimento stesso. Le finestre corrono lungo il perimetro circolare della sala, continue e dotate di dispositivi d'oscuramento comandati elettricamente a distanza; la gru diametrale da 20 tonn (v. fig. 20) consente su tutta la sala il servizio di sollevamento, trasporto e montaggio di qualsiasi delicato apparato, in virtù dei

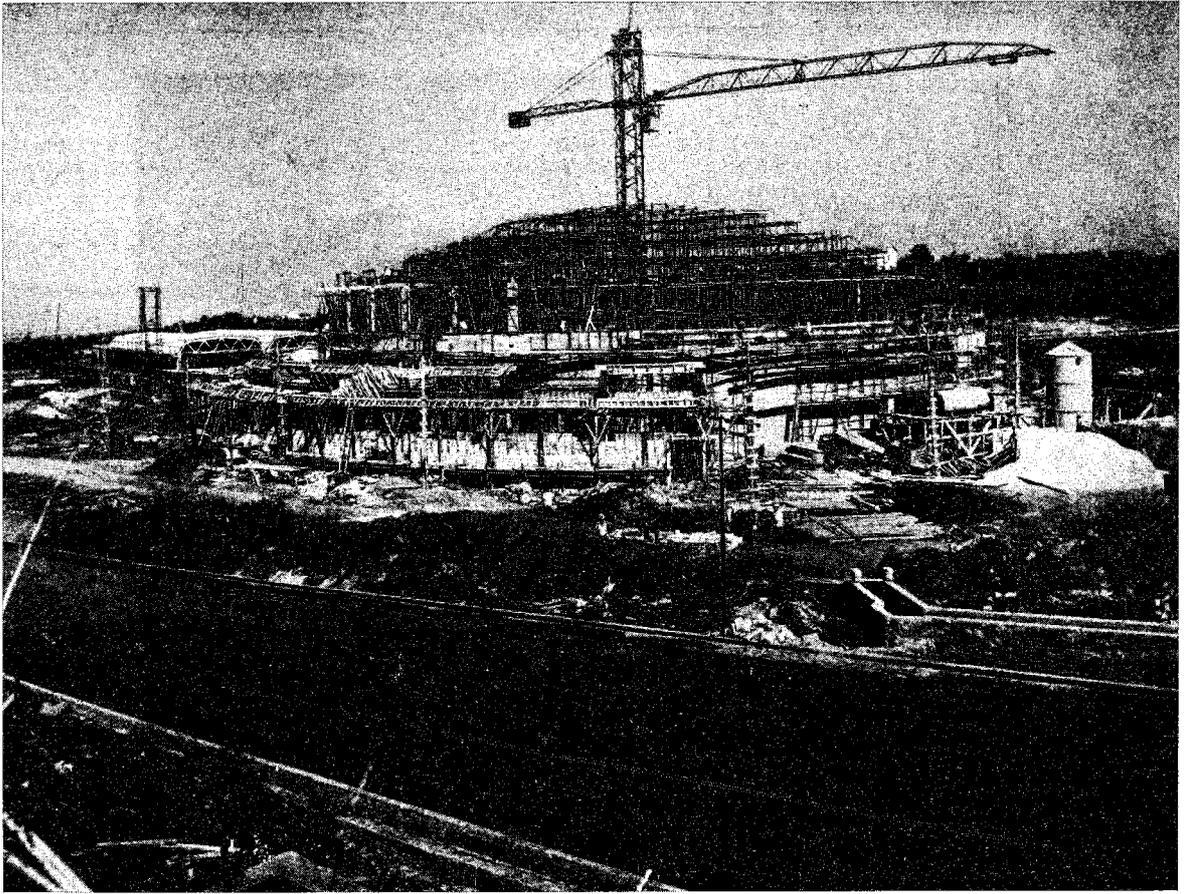


FIG. 13

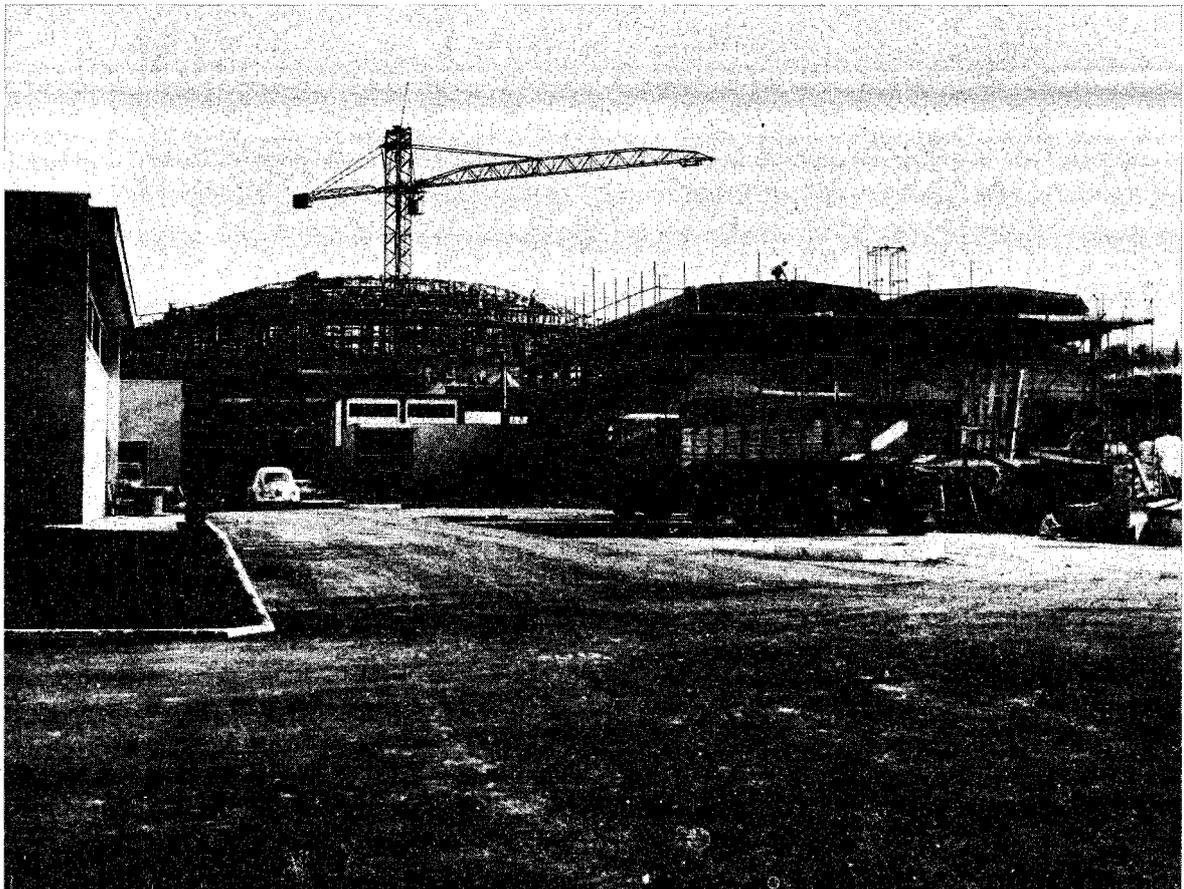


FIG. 14

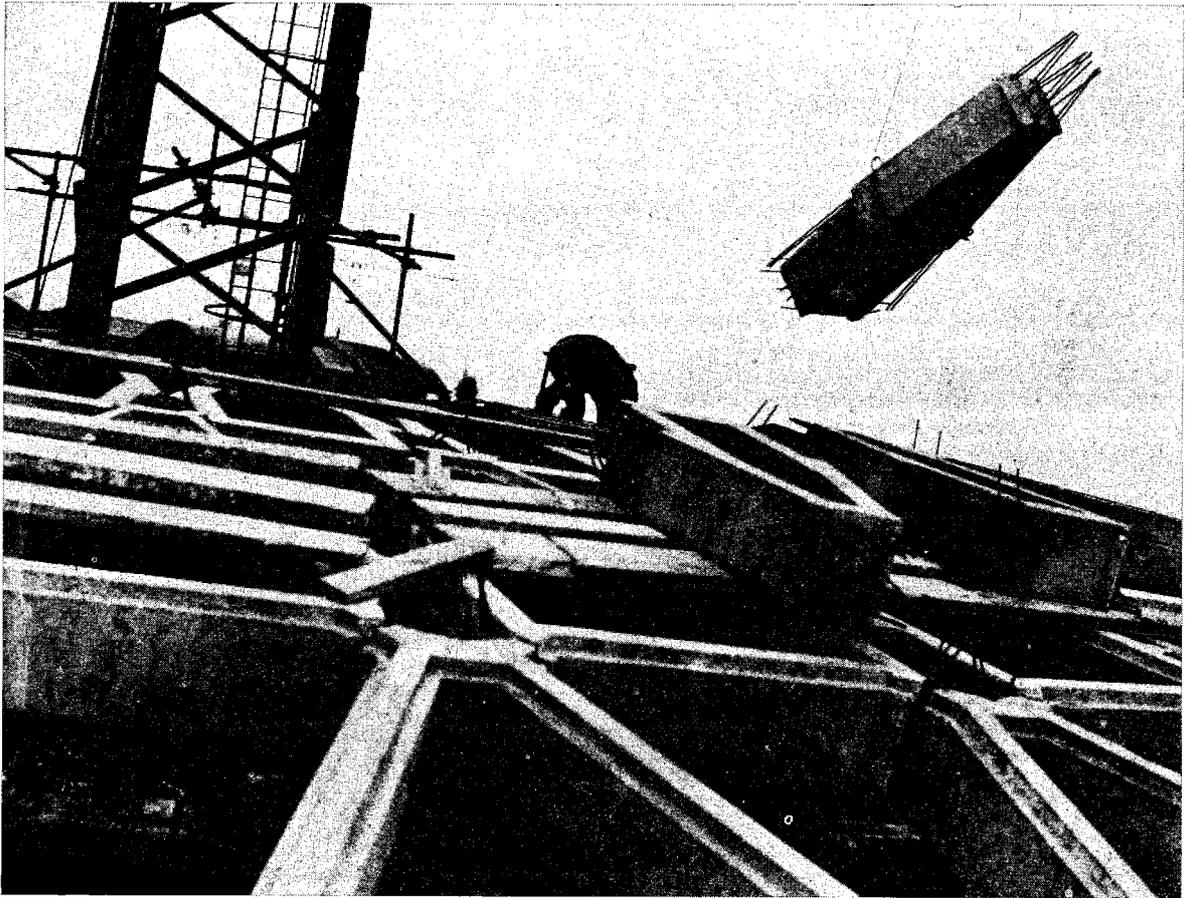


FIG. 15

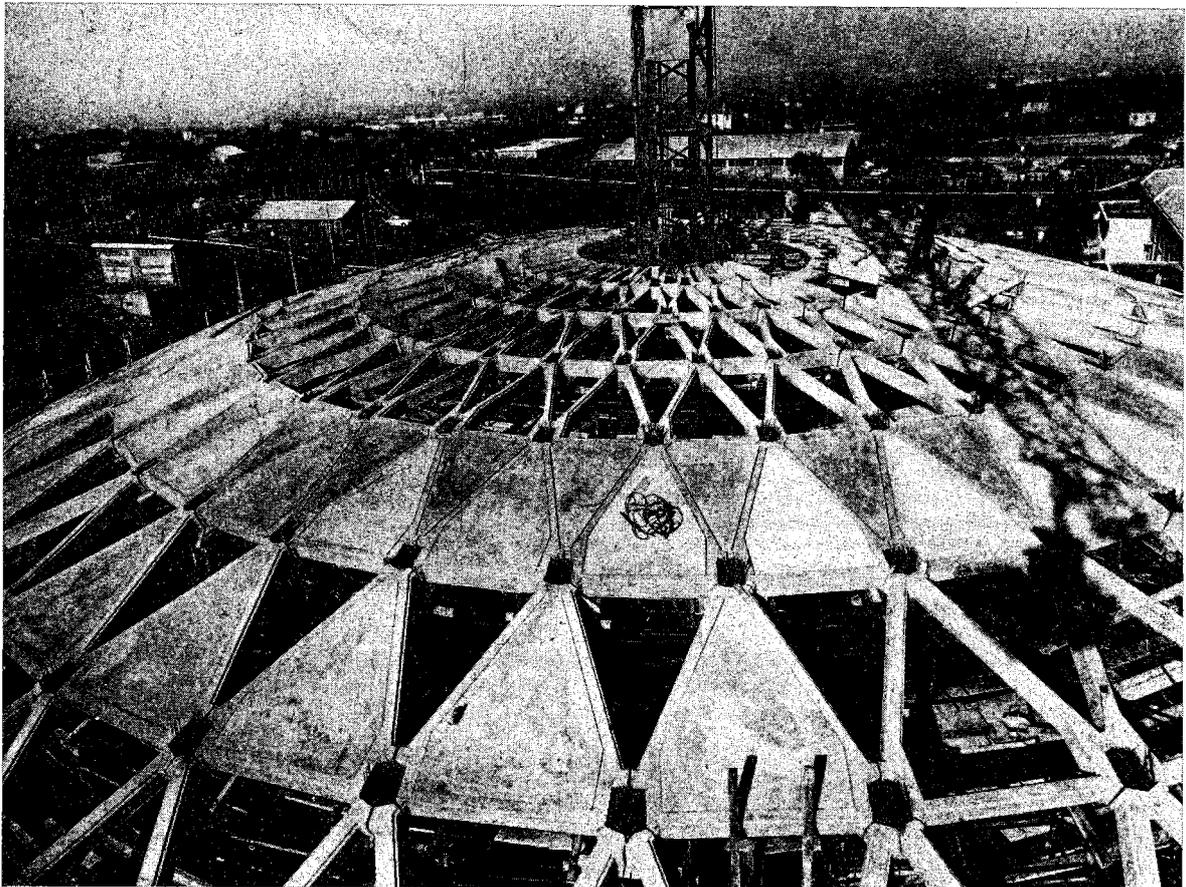


FIG. 16

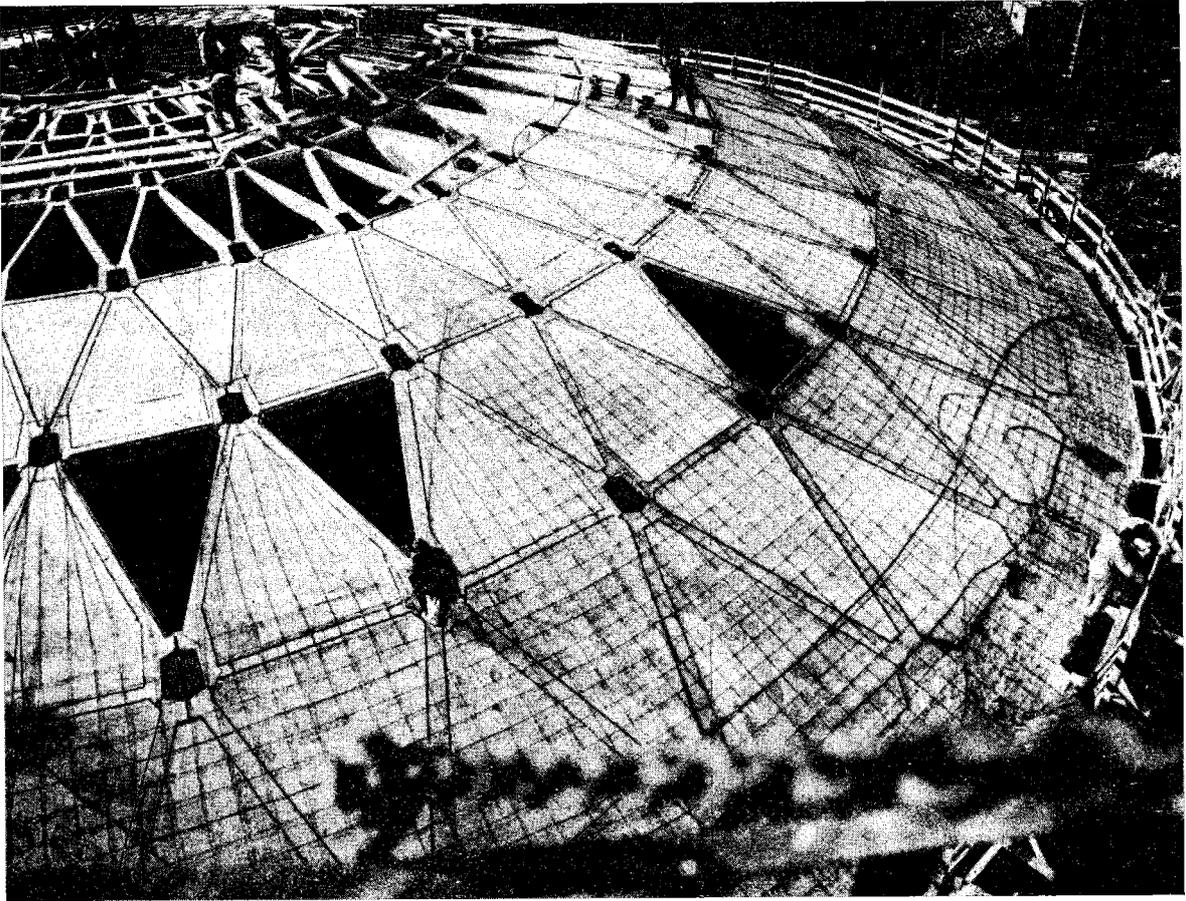


FIG. 17



FIG. 18

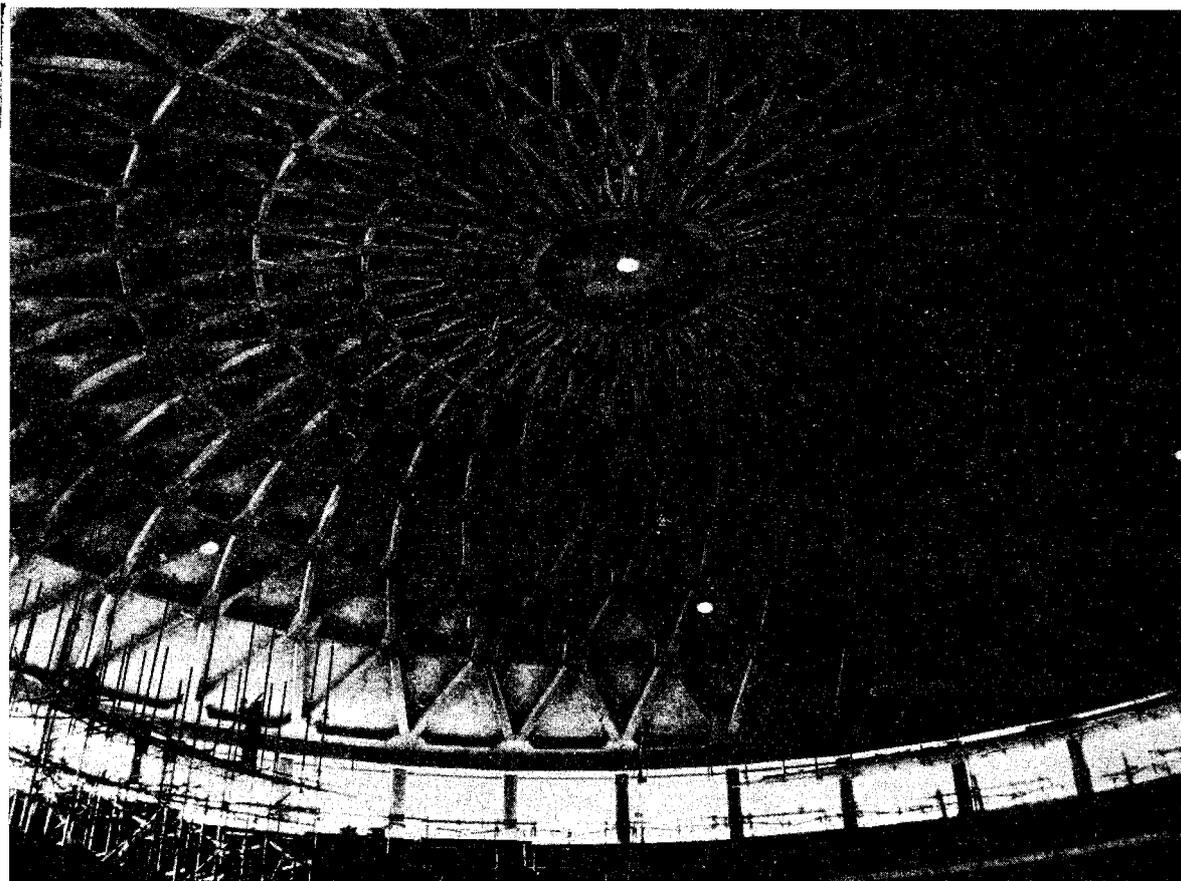


FIG. 19

movimenti micrometrici consentiti e della particolare dolcezza di movimenti assicurata.

Sulla copertura, riprodotte in vista la sottostante struttura, sono stati disposti pannelli di AWATEK per isolamento termico e soprastanti strati multipli di manto DALPLAST per finitura ed impermeabilizzazione.

L'impianto di riscaldamento è affidato ad arotermi pensili dalla volta con presa d'aria esterna ed alimentati da acqua surriscaldata a 120°C; l'impianto di f.m. è realizzato con blindosbarre correnti a parete o nei cunicoli e l'illuminazione artificiale della sala è affidata a riflettori disposti perimetralmente alla quota d'imposta della volta, integrati da una serie di lampade a quota inferiore.

Le porte per l'accesso alla sala (2 dalla sala controllo, 1 dal corpo di collegamento) sono a comando fluido dinamico, alimentate da unica centrale di compressione disposta nel cunicolo adiacente alla sala; esse, a struttura in ferro, riempite di paraffina, scorrono su binari e sono dotate di tutti i dispositivi di sicurezza, oltre che del comando manuale; all'apertura delle porte, la fossa antistante che contiene le guide del movimento viene rico-

perta da un tappeto continuo della portata di 1.000 kg.

La sala macchine, contenente gli alimentatori a c.c. del magnete e le apparecchiature d'alimentazione di R.F. e deflettori, pur figurando come edificio distinto dall'anello d'accumulazione, è ad esso collegato e può esserne considerato parte integrante. Nella realizzazione dell'ambiente si è mantenuta l'identità strutturale con l'edificio modulatori ad esso parallelo, identificando ad esso anche tutti i materiali usati per le finiture. La sala è dotata di due gru a ponte da 10 tonn ed è provvista all'esterno di una banchina protetta da pensilina a struttura metallica, ove sono alloggiati i trasformatori dell'impianto d'alimentazione. Le barre ed i cavi d'alimentazione del magnete corrono nella sala entro cunicoli a pavimento e, sulle pareti del cunicolo transitabile di collegamento alla sala anello, su vassoi ancorati alle pareti stesse.

Laboratori ADONE (v. fig. 21).

Nella zona a sud del complesso di edifici sin qui descritti, e di quelli per il LEALE di cui sarà

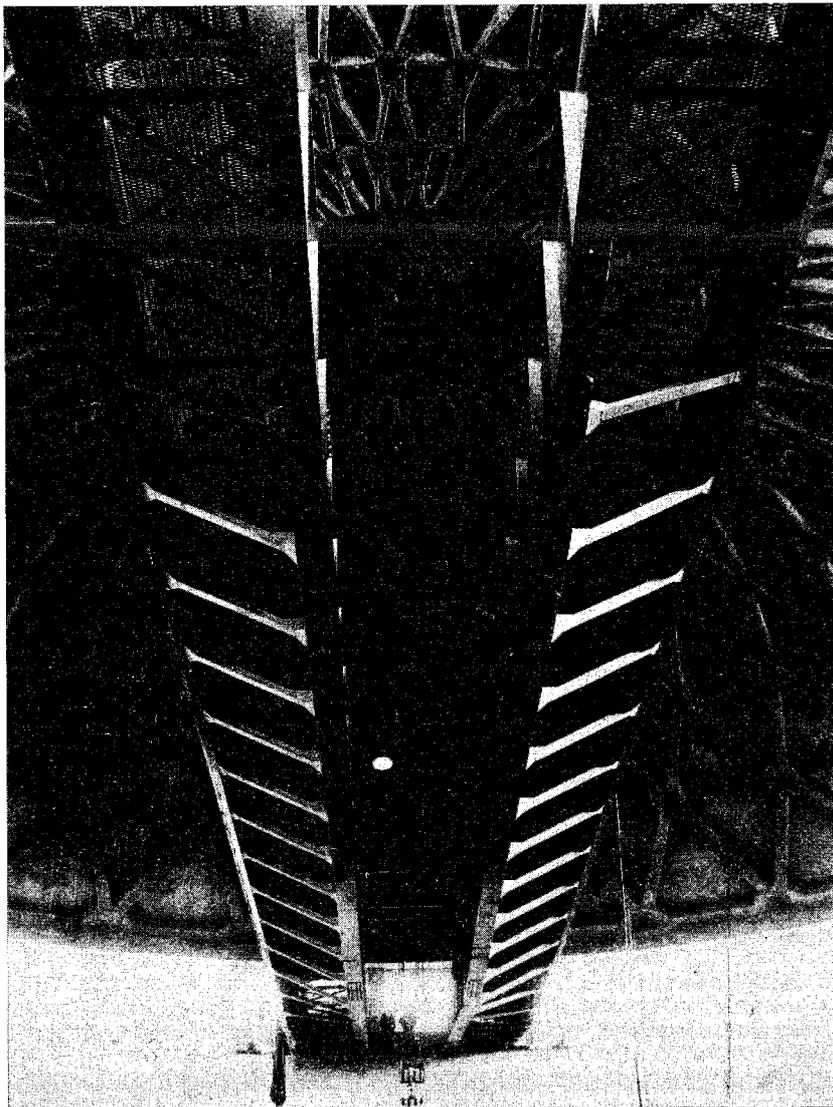


FIG. 20 — Cupola anello di accumulazione, vista dall'interno, con 1 gru diametrale da 20 ton.

trattato altrove, destinati all'alloggio delle macchine, è stato realizzato un insieme di laboratori e studi per quei ricercatori e tecnici preposti allo studio e realizzazione della macchina e successivamente delle esperienze ed alla risoluzione dei problemi tecnico-scientifici ad esse collegati.

Premesso che alla celerità d'esecuzione dovevano essere accoppiati requisiti di massima semplicità ed economia, la costruzione è costituita di due laboratori principali, l'uno per vuoto, prototipi di magneti, tecniche di allineamento e montaggio, l'altro per R.F. e deflettori; a questi laboratori, paralleli e distinti tra di loro che costituiscono il nucleo della costruzione, fanno corona disposti su due piani, una serie di piccoli laboratori e studi per ricercatori, per l'elettronica, sala progetti, ecc. L'edificio è improntato, come detto alla massima semplicità: struttura in c.a. e copertura a capriati-

ne, come per l'edificio modulatori; pavimenti in grés industriale, impianti, sia elettrici che termici ed idrici industriali correnti in vista entro tubazioni a parete o a soffitto, tramezzi divisorii e pareti perimetrali in mattoni forati (per consentire la massima leggerezza), serramenti, sia porte che finestre, della massima semplicità ed economia (v. figg. 22 e 23).

I criteri sovraesposti hanno consentito di tenere il costo dell'edificio, compresi gli impianti, entro le 12.000 lire/mc.

Stazione elettrica di trasformazione 60/3 KV-10 MVA.

Per la distribuzione dell'energia elettrica a tutto il complesso dei Laboratori Nazionali di Frascati è stata necessaria la costruzione di una stazione, ove

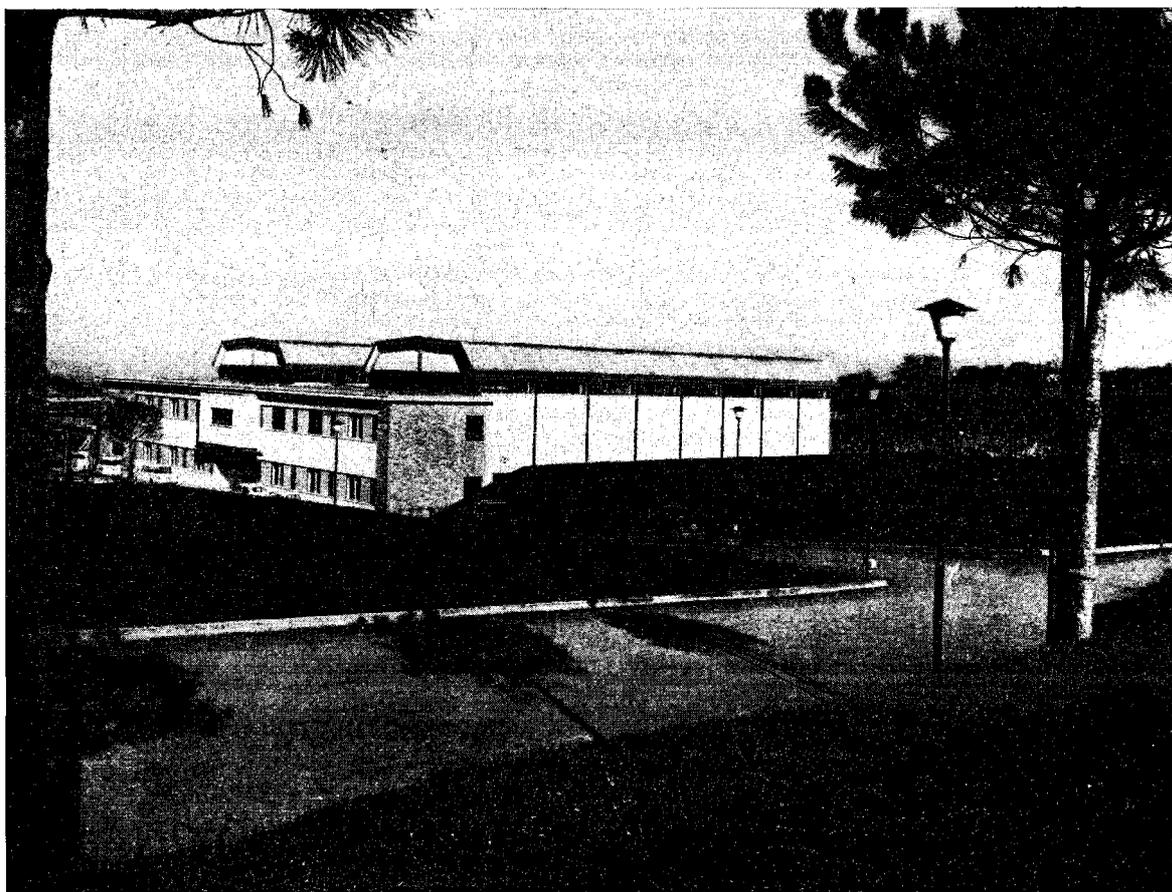


FIG. 21 — Edificio laboratori Adone.

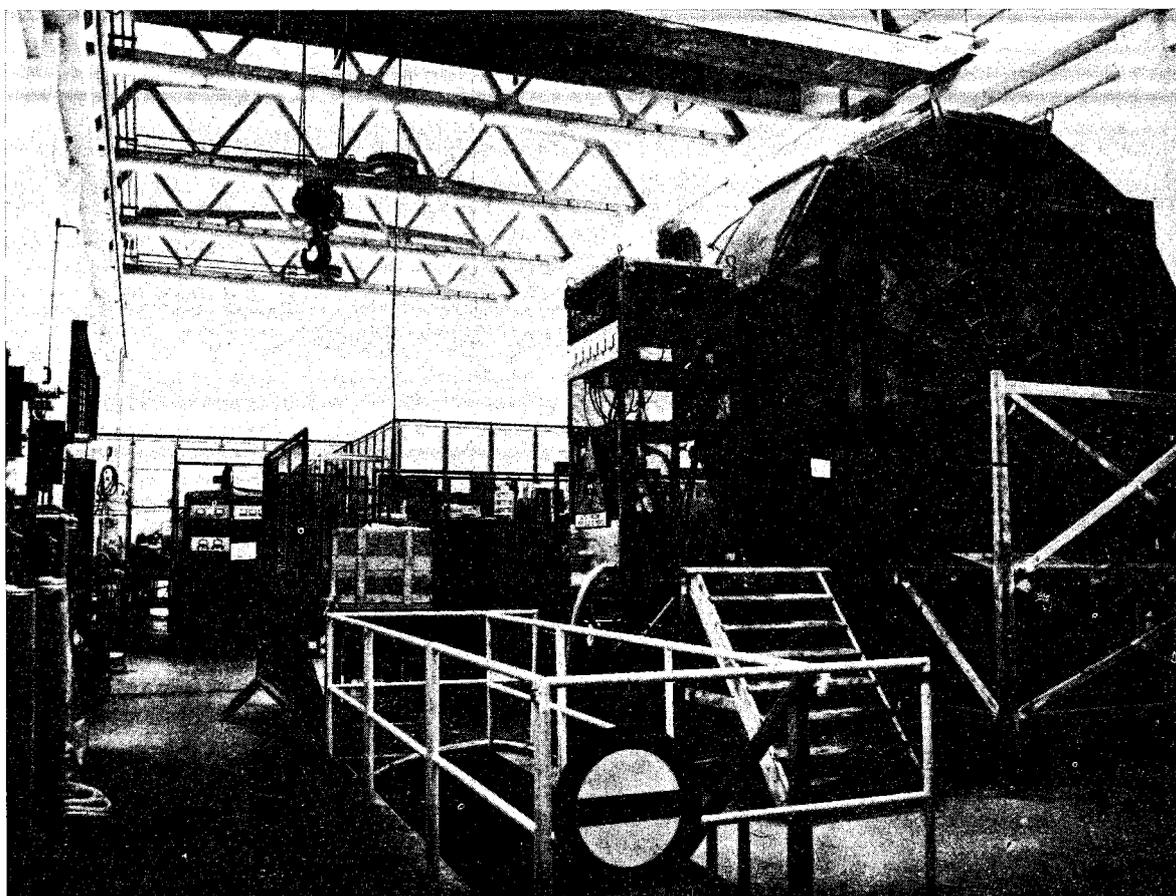


FIG. 22 — Interno laboratorio R.F.

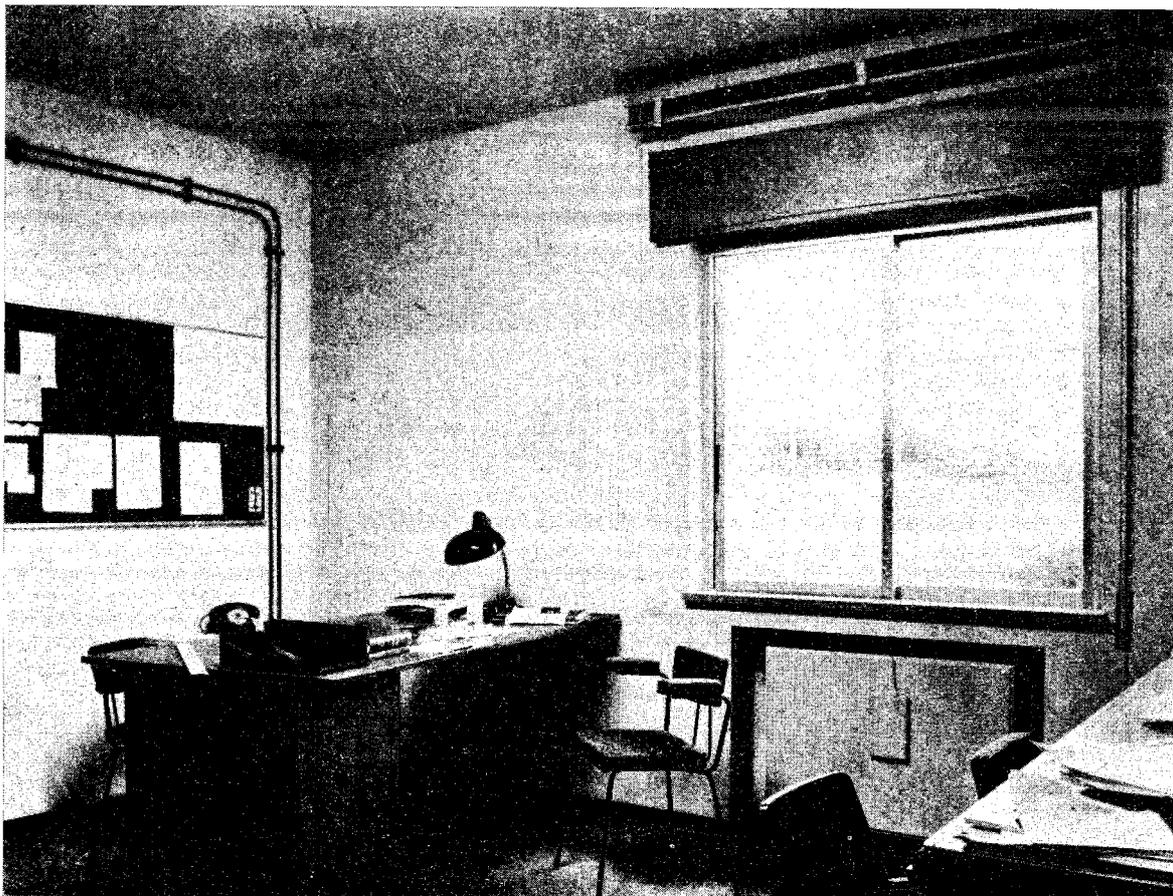


FIG. 23 — Interno di uno studio dell'edificio laboratori Adone.

tutta l'energia elettrica in arrivo dalla rete (a 60 KV) viene trasformata a 3 KV e successivamente distribuita a questa tensione ai vari fabbricati per essere utilizzata direttamente (per particolari utenze) o dopo una successiva trasformazione alla tensione di utilizzazione. In ragione di ciò, oltre la stazione propriamente detta, con la sala quadri, sala controllo e piazzale all'aperto, ciascun edificio o nucleo di edifici è dotato di una cabina locale di trasformazione e derivazione per l'utilizzazione dell'energia necessaria; una estesa rete sotterranea (elettrdotto) collega la stazione con tutti gli edifici del complesso.

* * *

I progetti e la direzione lavori degli edifici sopra descritti sono stati eseguiti dal Dr. Ing. Renato Cerchia, dei Laboratori Nazionali di Frascati del CNEN.

I calcoli per la palificata di fondazione dei ma-

gneti dell'anello d'accumulazione e per le strutture di copertura della cupola sono stati eseguiti dal Prof. C. Cestelli Guidi e dal Dr. Ing. A. Giuffrè.

Impresa costruttrice degli edifici per il LINAC: Garboli S.p.A., Roma.

Impresa costruttrice degli edifici per l'anello di accumulazione: Vianini S.p.A., Roma.

BIBLIOGRAFIA

- [1] G. SALVINI et al.: *L'elettrosincrotrone e i Laboratori di Frascati*. Supplemento al «Nuovo Cimento», 24 (1962).
- [2] F. AMMAN e R. ANDREANI: *L'acceleratore lineare per elettroni e positroni*. Laboratori di Frascati, report LNF-63/46 (1963).
- [3] F. AMMAN et al.: *Un anello di accumulazione per elettroni e positroni da 1.5 GeV*. «NotiziarioCNEN», 10, 16 (1964).
- [4] *Relazione sul programma scientifico e sulla attuale situazione del progetto LEALE*. Laboratori di Fra-