

SOCIETÀ
DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI
IN TORINO

ATTI E RASSEGNA TECNICA

S O M M A R I O

5

M A G G I O 1954

RASSEGNA TECNICA - M. BRUNETTI, *L'impianto idroelettrico Stura - S. Mauro sul Po.* - A. DALLA VERDE, *Il movimento dei combustibili in una grande centrale termoelettrica.* - G. PIZZETTI, *Studio di volta sottile con l'aiuto di modello.* - U. ROMANO, *Alcuni esempi di impiego della saldatura nella costruzione dei grandi motori Diesel.* — **CONCORSI:** *Bando di concorso a ottantacinque borse di studio presso Istituti o Laboratori nazionali.*

NOTIZIARI DEGLI ORDINI DEGLI INGEGNERI E ARCHITETTI DEL PIEMONTE

Soc. p. Az. AGUDIO

TORINO
VIA SAN MARINO 21 - TEL. 393.877
Teleg.Fono AGUDIO - C. C. P. 2/2020

**COSTRUZIONE DI IMPIANTI E AP-
PARECCHI PER SOLLEVAMENTO
E IL TRASPORTO DI MERCI E
PERSONE**

*Funivie - Teleferiche - Funicolari
Slittovie - Piani inclinati - Blondin
Gru di ogni tipo - Ascensori -
Montacarichi - Monorotaie - Elevatori e Trasportatori di ogni tipo -
Impianti speciali per trattamento
paglia per cellulosa - Impianti per
concerie - Ski-lift - Seggiovie -
Costruzioni meccaniche e metalliche.*

**D I F F U S O R I
V E T R O C E M E N T O
I P E R F A N**

LUCERNARI, VOLTE, CUPOLE, FINESTRONI
PARETI, DIVISORI, SHEDS, PENSILINE ECC.

EIDENZA

S.A. VETRARIA

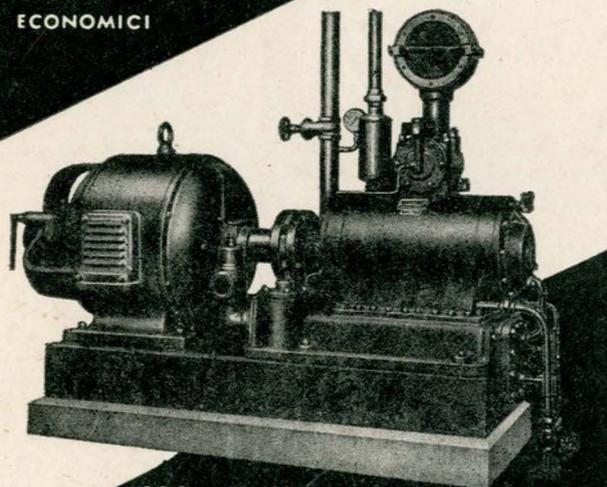
DIREZIONE GENERALE - MILANO
VIA BORROMEI 1B/4 - TEL. 807.139 - 807.938
STABILIMENTI IN FIDENZA E PORTO MARGHERA

AGENZIA PER IL PIEMONTE
TORINO - CORSO IV NOVEMBRE 243
TELEFONO 390.154

COMPRESSORI ROTATIVI
PRESSIONE DA 0,5 A 8 ATM.

POMPE A VUOTO
VUOTO SINO A 0,3 mm. MERCURIO

SEMPlici
SICURI
ECONOMICI



SOC. INDUSTRIALE
MACCHINE PNEUMOFORE

Via Sagra di San Michele, 66 - TORINO - Telefoni 790.109 e 790.828

CEAT STABILIMENTI per la
FABBRICAZIONE di CAVI
C A V I ELETTRICI TORINO

CEAT STABILIMENTO per la
FABBRICAZIONE di
G O M M A PNEUMATICI TORINO

CEAT STABILIMENTO per la
FABBRICAZIONE di
G I A V E N O TESSILI

CEAT SOCIETÀ FRANCESE
per la FABBRICAZIONE
P O I S S Y di CAVI ELETTRICI

SCHEDARIO TECNICO

ACCIAI

A.S.S.A.

ACCIAIERIE DI SUS A

DIREZIONE: *Getti in acciaio al carbonio, al manganeso e inossidabile di qualsiasi tipo e peso - Getti per macchine agricole, assortimenti per carri e carrozze ferroviari, presse idrauliche di qualsiasi tipo e genere, parti di scafo e macchina per Marina Mercantile. - Catene in acciaio fuso per ormeggi di navi ottenute con un nostro procedimento brevettato.*

STABILIMENTO: *Ancore tipo «ASSA» e Ammiragliato fino a Kg. 10 mila caduna. - Eliche, lingotti, blumi, billette in acciaio comune e di resistenza.*

TORINO

Corso R: Umberto 2

Tel. 523.066 - 41.830

S U S A

Telefono 13

Giuseppe Del Gobbo

ACCIAI SPECIALI «TAURUS»

METALLI DURI «ADAMAS»

CORSO MATTEOTTI 42 - TORINO - TELEFONO 41.815

AMIANTO

“CAPAMIANTO” SOCIETÀ PER AZIONI

VIA SANT'ANTONINO, 57 - TORINO

Indirizzo telegrafico CAPAMIANTO - TORINO

Tel. 793.666

★

Tutti i prodotti di amianto puri ed in unione ad altri materiali - Tessuti, filati, corde e cartoni di amianto - Baderne in amianto e gomma - Nastri e ceppi per freni e dischi frizione per autoveicoli - Tutte le guarnizioni in genere - Materassi, cordoni, feltri d'amianto "Capolisite" per isolamento di calore

ASFALTI - BITUMI - TETTI PIANI ECC.

Ditta Giacoma Oreste di Tullio Bajetto

TORINO - Via G. Bizzozzero 25, Via Broni 11, Telef. 69.08.20

CASA FONDATA NEL 1848

100 ANNI DI ESERCIZIO E DI LAVORO

SONO LA MIGLIORE GARANZIA

Ingegneri, architetti, Costruttori!

È grave errore economizzare sulle coperture impermeabili! Non la concorrenza od il prezzo, ma bensì la fiducia deve esservi di guida nella scelta della copertura impermeabile

ALLOGGI

VAGLIO BERNÈ UGO

IMPRESA COSTRUZIONI

VENDITA ALLOGGI A RATE



TORINO - CORSO PALESTRO 10 - TELEFONO 44.598

Ufficio Vendita: VIA BOUCHERON 8 - TELEF. 524.267

Ditta BECCHIS OSIRIDE S. A. S.

Fondata nel 1893

FELTESSUTO BITUMATO per:
Isolazioni da rumori e vibrazioni - Armatura del bitume per la formazione dei manti impermeabili

CARTONFELTRO BITUMATO
CARTE BITUMATE PER IMBALLO
ROTOLINI CRESPATI PER IMBALLO

TORINO - VIA BORGARO 98 - TEL. 290.737

ALLUMINIO



ALLUMINIO E SUE LEGHE IN TUTTE LE APPLICAZIONI

GUINZIO - ROSSI & C. - TORINO

CORSO VITTORIO EMANUELE, 22 - TELEF. 86.731 - 2 - 3

Coperture impermeabili di durata
e a larghi margini di sicurezza

Ditta *Palmo & Giacosa*

Coperture tipo Americano brevettata "ALBI-TEX" alluminio - bitume amianto - tessuto di vetro

Coperture in RUBEROID originale con cementi plastici a freddo ed a caldo. Asfalti naturali di miniera
PAVIMENTAZIONI STRADALI

Via Saluzzo 40 - TORINO - Telefoni 62.768 - 682.158

SCHEDARIO TECNICO

CAVE - MARMI - PIETRE ARTIFICIALI

MARMI E GRANITI

A. BRANDAGLIA

di BRANDAGLIA Geom. MARIO

TORINO Via Spallanzani 5 - Telef. 693.414

MARMI PER EDILIZIA - FACCIATE DI NEGOZI
EDICOLE FUNERARIE - AMBIENTAZIONI

COLORI

Silo

TORINO

Lungodora Savona 40 - Tel. 23.414-21-973-26.424

*Colori in polvere
per tutte
le applicazioni*

- ★ Ossidi di ferro artificiali
- ★ Giallieverdicromoezinco
- ★ Colori laccati e vari
- ★ Terre colorate

FILATURA E TESSITURA

WILD & C.

FILATURA

TESSITURA

CANDEGGIO

★

TORINO

CORSO GALILEO FERRARIS, 60 - TELEFONO 40.056



colori vernici **martino** *smalti pennelli*

MARTINO & C. S. R. L.
VIA MONTE PASUBIO 25 - TEL. 390.859 - 393.356
TORINO

FILATURA E TESSITURA

Manifattura di Lane in Borgosesia

Sede e Direzione Generale in Torino

CORSO GALILEO FERRARIS 26 - Telef. 45.976 - 45.977

*Filatura con tintoria in Borgosesia - Tel. 3.11
Filiale in Milano - Via Marradi 1 - Tel. 800.911*

IMPIANTI IGIENICI - TERMICI - IDRAULICI

DITTA **Luigi Demichelis**

Impianti idraulici - Sanitari
Coperture metalliche

TORINO

Ufficio Tecnico Amm.:
VIA ANTONIO CECCHI 55
Telefono 22.779

SCHEDARIO TECNICO

IMPIANTI IGIENICI - TERMICI - IDRAULICI

Dott. Ing. VENANZIO LAUDI

IMPIANTI RAZIONALI TERMICI
E IDRICO SANITARI

TORINO - VIA MADAMA CRISTINA 62
TELEF. DIREZIONE: 683.226 • TELEF. UFFICI: 682.210

IMPIANTI TERMICI

"TERMONAFTA"

G. Chiesa & C.

BRUCIATORI DI NAFTA DENSA

TORINO
VIA GIACOSA 10 - TELEFONI 62.515 - 683.222

UMBERTO RENZI Soc. r. l.

IMPIANTI
IDRAULICI SANITARI
E RISCALDAMENTO
DI USO PUBBLICO

CHIOSCHI ORINATOI -
LATRINE IN PIETRA AR-
TIFICIALE - BACINI CHIA-
RIFICATORI E DEPURA-
TORI IN CEMENTO AR-
MATO E VIBRATO

VIA PERUGIA, 4 - TORINO - TELEFONO 20.249

IMPRESE EDILI

**Impresa Arduino Renato
& Bertino geom. Franco**

COSTRUZIONI CIVILI-INDUSTRIALI
CEMENTI ARMATI

TORINO - CORSO LECCE 96 - TEL. 77-35-03

SOC. IDROTERMICA SIRIA

TORINO

VIA VASSALLI EANDI, 37
TEL. 70.349 - 760.848
Stabil.: BRUSASCO (Torino) - TEL. 91.729

IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CONDI-
ZIONAMENTO - IDRAULICI - SANITARI
COSTRUZIONE POZZI TRIVELLATI - MA-
TERIALI PER ACQUEDOTTI

**IMPRESA COSTRUZIONI EDILI
C.E.B.A.D.**

di Ing. BARBA e F.lli DE CORTE

Costruzioni civili e cementi armati

TORINO - Via Principi d'Acaia, 22 - Tel. 73.056

SITIS S. R. L.

IMPIANTI TERMICI IDRAULICI SANITARI

Condizionamento e ventilazione reti per
aria a bassa pressione - Carpenteria in
ferro - Reti per presse e pompe ad alta
pressione

TORINO
Via Mario Crimi 34 A

Telef.: *Offic.* 29.34.38
Abit. 88.34.72

Geom. A. FRANCESCO MORRA

SEDE:

SCARNAFIGI (Cuneo) - Tel. 4

Costruzioni

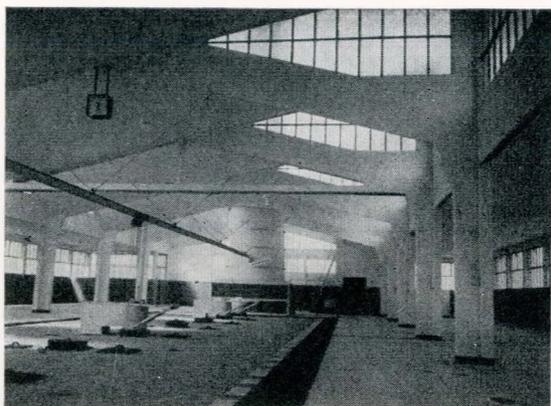
UFFICI:

TORINO - Via Cavour, 7 - Tel. 53.850

Edili

GENOVA - Viale Sacramentine 3
Telefono 360.555

IMPRESE EDILI - STRADALI ecc.



Copertura a shed a quadruplica esposizione ottenuta con volte sottili di paraboloide iperbolico. (Sistema brevettato)

Notisi la straordinaria luminosità del soffitto che viene ad essere investito dalla luce, in qualunque ora del giorno, secondo l'angolo più favorevole per l'uniforme diffusione sull'area coperta.

IMPRESA DI COSTRUZIONI

Ing. Felice Bertone

STRUTTURE SPECIALI PER COSTRUZIONI INDUSTRIALI

VIA VITT. AMEDEO 11 - TORINO - TEL. 524.434

IMPRESE EDILI - STRADALI ecc.

SOC. COOP. **I.C.E.S.T.**

IMPRESA COSTRUZIONI EDILI STRADALI TORINESE

Sede: via Salerno 60 - Torino - Telefono 23.543

COSTRUZIONI EDILIZIE CIVILI INDUSTRIALI
. CEMENTI ARMATI .
. LAVORI IDRAULICI .

MONZEGLIO ENRICO

IMPRESA COSTRUZIONI

EDILI E STRADALI

VIA VARAITA, 8 - TELEF. 693.983 - TORINO

EDILCREA

Cementi

Armati

Costruzioni Civili
ed Industriali
Opere Stradali

Corso Re Umberto N. 15 - Telefono 520.920

TORINO

ESERCIZIO IMPRESE COSTRUZIONI

FILIPPA RICCARDO

S. A.

COSTRUZIONI

IDRAULICHE - INDUSTRIALI - CIVILI

TORINO (420) Via Filadelfia 50 - Tel. 390.384 - 390.903

SOCIETÀ PER AZIONI

CAPITALE SOC. L. 100.000.000

LAURO

IMPRESA COSTRUZIONI

IMPIANTI
IDROELETTRICI
EDILIZIA
CEMENTI
ARMATI
PONTI
STRADE
E GALLERIE

TORINO

VIA PRINCIPI D'ACAJA 6 - TEL. 760224 - 760298

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

(Aderente all'Associazione italiana della Stampa tecnica, scientifica e periodica)

FIAT
TORINO

**SOCIETÀ
PER AZIONI
UNIONE
CEMENTI**

**MARCHINO
& C.**

≡

**CASALE
MONFERRATO**

NUOVA SERIE . ANNO VIII . N. 5 . MAGGIO 1954

SOMMARIO

RASSEGNA TECNICA

- M. BRUNETTI - *L'impianto idroelettrico Stura - S. Mauro sul Po* pag. 169
A. DALLA VERDE - *Il movimento dei combustibili in una grande centrale termoelettrica* » 185
G. PIZZETTI - *Studio di volta sottile con l'aiuto di modello . . .* » 193
U. ROMANO - *Alcuni esempi di impiego della saldatura nella costruzione dei grandi motori Diesel* » 199

CONCORSI

- Bando di concorso a ottantacinque borse di studio presso Istituti o Laboratori nazionali* » 207

★

COMITATO DI REDAZIONE - *Direttore:* Cavallari-Murat Augusto - *Membri:* Bono Gaudenzio; Brunetti Mario; Codegone Cesare; Cravero Roberto; Dardanelli Giorgio; Pozzo Ugo; Selmo Luigi; Zignoli Vittorio - *Amministratore:* Barbero Francesco - *V. Amministr.:* Russo-Frattasi Alberto - *Segretario di Redazione:* Carmagnola Piero.

Pubblicazione mensile inviata gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. — Per i non Soci: abbonamento annuo L. 3.500. — Prezzo del presente fascicolo L. 400.

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE — GRUPPO III

Redazione, Amministrazione, Abbonamenti, Pubblicità
PALAZZO CARIGNANO - TORINO - PIAZZA CARIGNANO 5 - TEL. 46.975

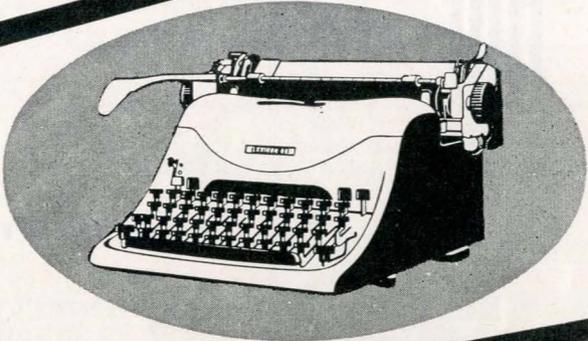
NELLO SCRIVERE AGLI INSERZIONISTI CITARE QUESTA RIVISTA

V

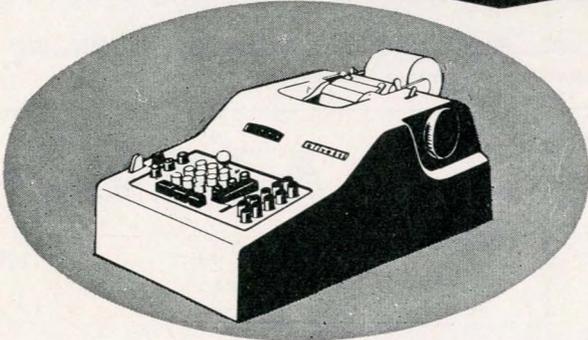
olivetti



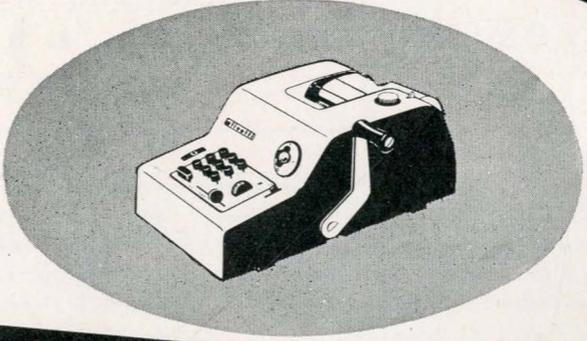
Lettera 22



Lexikon



Divisumma



Summa 15

La più grande industria europea
di macchine per ufficio
fornisce al lavoro del mondo
una serie completa di strumenti
esatti sicuri •
per la scrittura e il calcolo.

RASSEGNA TECNICA

La "Rassegna tecnica", vuole essere una libera tribuna di idee e, se del caso, saranno graditi chiarimenti in contraddittorio; pertanto le opinioni ed i giudizi espressi negli articoli e nelle rubriche fisse non impegnano in alcun modo la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino

L'impianto idroelettrico Stura-S. Mauro sul Po

Si illustrano le caratteristiche dell'impianto idroelettrico a bassa caduta sul fiume Po realizzato recentemente dall'Azienda Elettrica Municipale di Torino. Si descrivono le opere ed il macchinario e si riassumono le successive fasi di costruzione.

Il programma dell'Azienda Elettrica Municipale di Torino per la costruzione di nuovi impianti per la produzione di energia elettrica, impostato durante l'ultima guerra, avviato nel primo dopo-guerra, successivamente potenziato con nuove iniziative ed attualmente in gran parte compiuto, prevede, oltre agli impianti di alta montagna, con grandi dighe ed altissime cadute, un gruppo di tre successive utilizzazioni del fiume Po presso Torino.

L'idea di associare la realizzazione di questi impianti a quelli in via di costruzione in montagna sorse durante il periodo della guerra, quando difficoltà di comunicazioni e frequenti danneggiamenti alle linee di trasmissione rendevano precaria l'alimentazione della città da parte delle centrali di montagna.

La possibilità che si profilava in quel momento di assicurare all'A.E.M. concessioni per utilizzare tutto il tratto del Po interessante l'abitato di Torino e le sue immediate vicinanze a monte ed a valle venne soprattutto vista sotto l'aspetto della disponibilità di un centinaio di milioni di kWh annui, quasi uniformemente distribuiti nei semestri invernale ed estivo dato il favorevole andamento delle portate del Po, producibili a pochi chilometri dal centro della città e pertanto con la massima garanzia di continuità nell'alimentazione della rete urbana di distribuzione. Si poteva così assicurare una riserva di emergenza, atta a fornire energia, anche in difficili circostanze, almeno per i servizi essenziali della Città.

Gli impianti apparivano soddisfacenti, anche sotto l'aspetto economico, tenuto conto del notevole risparmio nelle spese di costruzione e di esercizio, conseguente all'assenza di lunghe linee di trasmissione ad alta tensione, impianti di trasformazione ecc.

Inoltre, sin dal primo esame delle loro caratteristiche, era apparsa evidente la possibilità e l'utilità di associarne la costruzione con la realizzazione di opere di pubblico interesse e di miglioramento estetico della città, già previste nel piano regolatore, e che avrebbero così potuto essere attuate con economia di spesa e con notevole anticipo.

Il tronco di fiume da utilizzarsi si estende dall'a-

bitato di La Loggia, a monte di Torino, a quello di San Mauro, a valle. Sono previsti tre successivi impianti a bassa caduta: La Loggia-Moncalieri, Madonna del Pilone, Stura-S. Mauro, le cui caratteristiche generali appaiono in fig. 1.

Fig. 1 - Planimetria generale dei tre impianti idroelettrici sul fiume Po presso Torino.

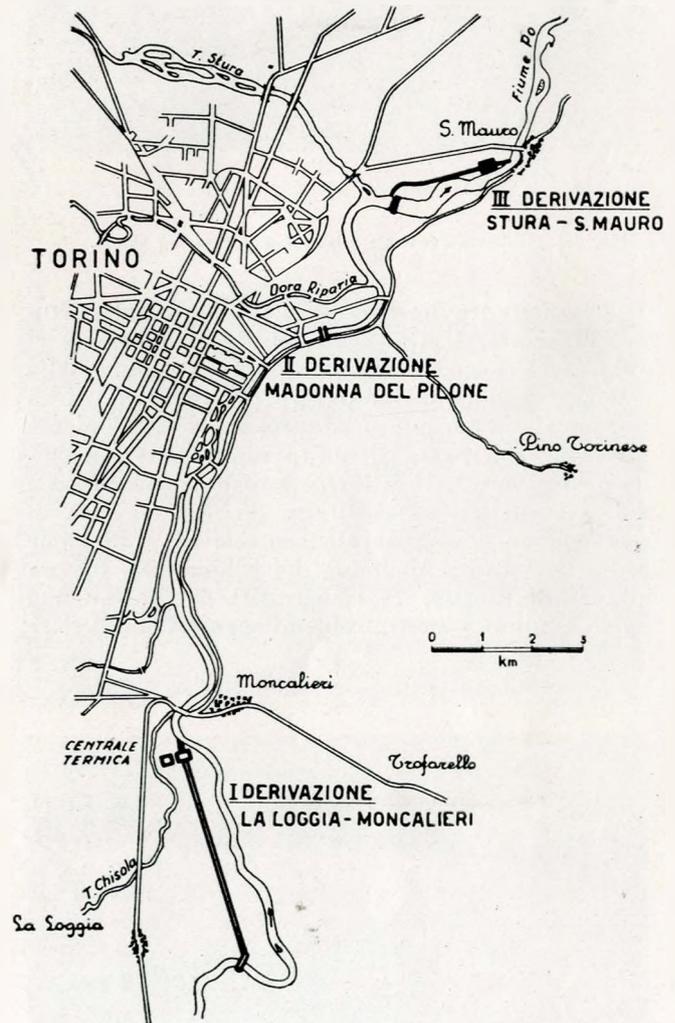




Fig. 2 - Planimetria generale dell'impianto Stura-San Mauro.

Di queste tre derivazioni quella più a valle, Stura-San Mauro, è in esercizio sin dai primi mesi del 1953. La costruzione dell'impianto a monte della catena, con derivazione dal Po in prossimità di La Loggia e restituzione a Moncalieri, è attualmente in corso unitamente al nuovo impianto termoelettrico di Moncalieri. Il terzo impianto, situato fra i due accennati, sarà costituito da una traversa di sbarramento con affiancata centrale di produzione presso la località Madonna del Pilone ed è tuttora allo studio, anche per la necessità di risolvere nel modo migliore i molti problemi connessi con il fatto

Fig. 3 - Arginatura lungo la sponda sinistra della Stura.



che lo specchio d'acqua formato da questo impianto interessa la zona più strettamente cittadina. Ne risulterà l'abbellimento del paesaggio nel tratto comprendente anche il Valentino, maggiori possibilità sportive, ecc., ma tutto ciò richiede l'attento esame dei vari aspetti urbanistici, tecnici ed estetici del progetto.

L'impianto Stura-San Mauro, oggetto della presente monografia, deriva dal Po una portata massima concessa di 120 mc sec. ed il salto medio di 7 metri è ottenuto per metà circa con la ritenuta determinata dalla traversa di sbarramento e per il resto con il canale moderatore e derivatore della lunghezza di 1,6 Km. La potenza elettrica massima ottenibile è di circa 9.000 kW. In condizioni idrologiche medie l'impianto può produrre annualmente circa 50 milioni di kWh, ripartiti in misura pressoché uniforme nei semestri invernale ed estivo.

Due opere pubbliche di notevole interesse sono state realizzate in combinazione con l'impianto: la valorizzazione di terreni soggetti a periodiche alluvioni a monte della traversa di sbarramento e la costruzione di un nuovo ponte stradale sul Po (figura 2).

La traversa di sbarramento, con opere di presa, è situata circa 300 m. a valle della confluenza del Po con la Stura di Lanzo. La ritenuta a monte della traversa, con formazione di un ampio specchio d'acqua dove prima non era che un arido ghiaieto interrotto qua e là da zone paludose, rese necessaria la costruzione di arginature sulla sponda sinistra della Stura (fig. 3) e sulla sponda destra del Po. Queste opere hanno fra l'altro consentito di recuperare notevoli estensioni di terreno precedentemente soggette a periodiche alluvioni. La costruzione di semplici arginature fuori terra non poteva tuttavia fornire adeguate garanzie per eventuali travenazioni attraverso il materiale ghiaioso che si estende in profondità per i primi 15 m. circa. Si è quindi integrato l'argine esterno con una paratia subalvea costituita di pali trivellati accostati, estendentisi in profondità fino agli strati impermeabili (marna), almeno nel tratto più prossimo alla traversa. Si può ritenere, sino ad oggi, che questa soluzione abbia dato risultati soddisfacenti in relazione allo scopo prefisso di contenere entro limiti tollerabili le perdite per travenazione.

Le arginature si estendono in sponda destra del Po per una lunghezza di 1917 m. ed in sponda sinistra della Stura per 707 m. I pali trivellati che costituiscono la paratia subalvea sono quasi 5.000.

La traversa in cemento armato, con pile e diaframma su cassoni affondati fino allo strato impermeabile, è stata prevista in modo da sostenere anche un ponte stradale con piano viabile della larghezza di 20 m., disposto sull'asse della futura strada di collegamento fra il traforo collinare del Pino e l'autostrada di Milano. Il ponte-traversa è lungo 300 m., di cui 170 sopra il fiume, con 11 luci (fig. 4). Di queste, sei interessano l'alveo del fiume e sono munite di paratoie metalliche a settore cilindrico: cinque hanno larghezza di 27,50 m. e ritenuta di 3,80 m., mentre la sesta, con funzione di sghiaiatore, ha larghezza di 17,50 m. e ritenuta di 4,30 m. Una luce in spalla destra è prevista per sovrappassare una futura strada lungo il Po contemplata dal piano regolatore. Sulla sinistra, dopo la sghiaiatrice abbiamo due luci di 26,30 m. sovrappassanti il canale moderatore, una di m. 26,34 sul piazzale di accesso ed una di 17,50 m. sulla Strada del Pascolo.

Le sei paratoie sono costituite da un'armatura saldata, rivestita di lamiera e portata da due bracci, muniti di perni per la rotazione entro supporti fissati alle murature.

Ogni paratoia è manovrata mediante due argani che azionano altrettante catene Galle, assicurate ad una estremità del settore cilindrico. Il comando dei motori degli argani può essere effettuato o in loco, o a distanza, o infine, mediante apparecchiatura automatica.

Un dispositivo ad albero elettrico integrale assicura il perfetto sincronismo fra i motori principali degli argani installati alle due estremità di ogni paratoia.

Il comando automatico è studiato in modo che, col sollevarsi del livello dell'acqua, la paratoia piccola si solleva con scatti di 10 cm alla volta, sino a che l'acqua raggiunge un determinato livello;

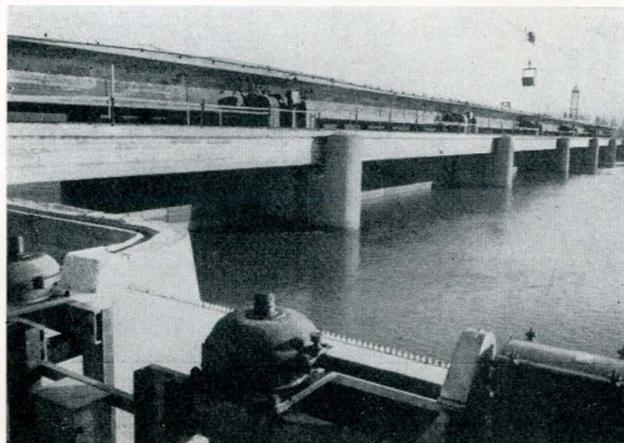


Fig. 4 - Traversa di sbarramento con ponte stradale.

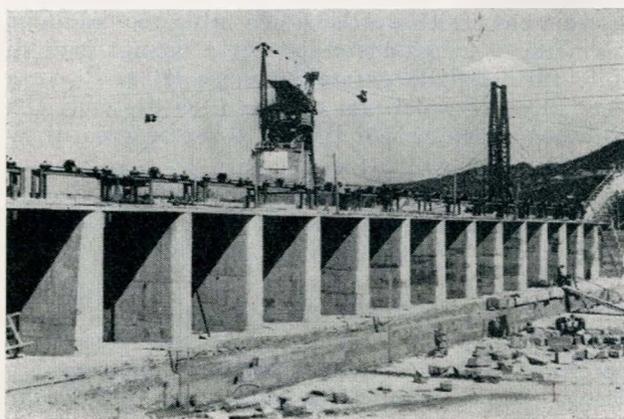


Fig. 5 - Costruzione delle luci di presa.



Fig. 6 - Tramogge di sghiaiatore a valle delle luci di presa.

oltrepassato questo, entrano in funzione, contemporaneamente, le cinque paratoie grandi, le quali, a loro volta, si sollevano a scatti di 10 cm sino a che l'acqua abbia raggiunto un nuovo determinato livello; qualora anche questo sia sorpassato, tutte le sei paratoie si sollevano, senza scatti, sino a raggiungere il rispettivo fine corsa superiore.

Il peso complessivo delle sei paratoie è di 350 mila kg a cui devono aggiungersi i panconcelli di



Fig. 7 - Canale derivatore in prossimità della centrale.

chiusura delle luci, con le relative apparecchiature di manovra, per un peso complessivo di kg 140.000.

Una passerella sopra le 6 luci sull'alveo del fiume permette di raggiungere le cabine degli argani di sollevamento delle paratoie e porta la via di corsa per il trasporto dei panconi metallici destinati alla chiusura provvisoria delle luci stesse in caso di riparazioni.

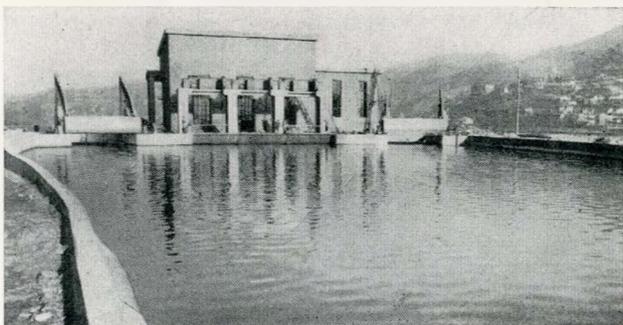
Dei 20 m. di larghezza del ponte stradale, 15 sono destinati a carreggiata ed il rimanente a 2 marciapiedi di 2,50 m. ciascuno.

Tutta l'opera, come accennato, è fondata su cassoni di cemento armato ad aria compressa, affondati attraverso il terreno ghiaioso fino a raggiungere i depositi marini compatti ed impermeabili (marne mioceniche) a profondità variabili fra 13 e 16 m.

La traversa è affiancata in sponda sinistra dalle opere di presa costituite da un callone sghiaiatore che mette capo alla prima luce dello sbarramento, da una soglia della lunghezza di 71 m. munita di griglia e sormontata da una passerella, da 16 luci di presa della larghezza di 3,50 m. con paratoie manovrate da motori elettrici (fig. 5). Alle luci di presa seguono sul fondo 8 tramogge con condotta di scarico per lo spurgo delle piccole ghiaie oltrepassanti la griglia (fig. 6).

Le luci di presa immettono in un tronco di canale moderatore con asse curvo della lunghezza di 248 m. e con larghezza variabile da 71 m. a 55 m. In questo tronco di canale la velocità media dell'acqua non supera i 0,80 m/sec., consentendo così il depositarsi dei materiali solidi in sospensione. Il

Fig. 8 - Bacino di carico e centrale.



canale moderatore termina con un dissabbiatore costituito da 6 tramogge con relative condotte di emissione.

Ha inizio qui il vero e proprio canale derivatore lungo 1.290 m. con sezione trapezia, interamente rivestito in conglomerato di cemento gettato in posto con l'ausilio di attrezzature meccaniche mobili, intonacato e liscio (fig. 7). La sezione del canale è larga sul fondo 12 m., in sommità 24,87 m.; l'altezza normale d'acqua in canale è di 4,60 m. La pendenza è costante di 15 cm. per Km. e la portata massima risulta di circa 130 m³/sec. Il canale è sovrappassato da tre ponti carrai costruiti per servire strade agricole preesistenti ed è sottopassato da due sifoni per canali di irrigazione pure preesistenti.

L'ultimo tratto del canale di derivazione ha larghezza e profondità aumentate in modo da costituire un bacino di carico in cui l'altezza d'acqua raggiunge circa 11 m. (fig. 8). La larghezza massima di questo tronco è di 42,90 m. Due sfioratori automatici a ventola di 6 x 3 m. immettono l'acqua di sfioro entro due tronchi di canale in galleria che

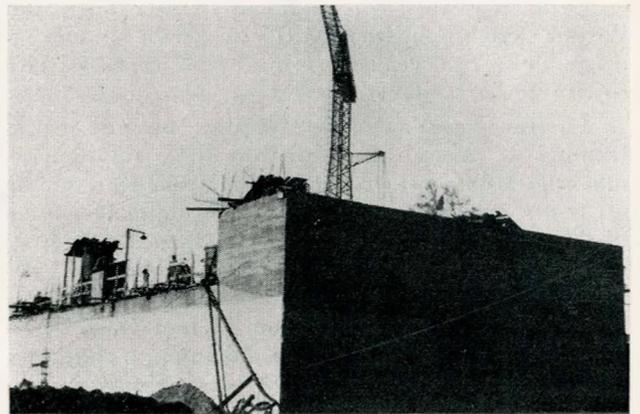


Fig. 9 - Cassone di fondazione della centrale in fase di affondamento.

costeggiano il fabbricato della centrale e che fanno capo al canale di restituzione. Sulla testata del bacino di carico si apre la luce di ammissione alla turbina munita di griglie con larghezza di 14,90 m. ed altezza di 12 m. La luce è equipaggiata con tre paratoie metalliche piane di 4,30 x 7,50 m.

La centrale di produzione sorge su un unico cassone di fondazione di 30 x 35 m. in pianta affondato a circa 20 metri sotto il piano di campagna (figg. 9 e 10).

L'edificio, in cemento armato, con cubatura complessiva di 9.000 m³ circa (fig. 11) contiene la sala macchine ed i quadri oltre a locali per officina, apparecchiature a 27 kV, apparecchiature ausiliarie, batteria accumulatori, uffici, servizi igienici. La sala macchine è dotata di gru a carro ponte con portata di 170 tonn. Sotto il pavimento della centrale si trova la camera a spirale in cemento armato attorno alla turbina (fig. 12) e, più in basso, il tubo diffusore di scarico della turbina stessa, pure in cemento armato.

Il gruppo generatore, ad asse verticale, è composto di una turbina Kaplan, direttamente accoppiata ad alternatore trifase (fig. 14). Il sopporto di

spinta è collocato sulla crociera superiore dell'alternatore, mentre due sopporti di guida sono incorporati rispettivamente nell'alternatore e nella turbina (fig. 13).

In condizioni normali con portata di $125 \div 130 \text{ m}^3/\text{sec.}$ e caduta di sette metri la turbina può fornire circa 8.000 kW. L'alternatore è costruito per 10.000 kVA, 6.600 Volt, 50 Hz. La velocità del gruppo è di 93,75 giri al minuto primo.

La regolazione delle pale direttrici mobili del distributore della turbina è automatica, combinata con quella, pure automatica, delle pale mobili della ruota Kaplan. L'albero motore, in acciaio fucinato, è forato internamente per il passaggio dei comandi delle pale della ruota.

Il regolatore automatico di velocità è del tipo a pressione costante d'olio con campana d'aria munita di pendolo accelerotachimetrico a massa liquida azionato da motore elettrico. La pressione d'olio occorrente per il funzionamento del regolatore è fornita da apposito gruppo turbina idraulica-pompa d'olio con turbina della potenza di circa 35 kW.



Fig. 10 - Un altro aspetto dell'affondamento del cassone.

L'alternatore è del tipo a crociera superiore con raffreddamento in circuito chiuso e refrigerante ad acqua.

Il sopporto di spinta è a pattini multipli oscillanti e lubrificazione automatica, munito di serpentine per il raffreddamento dell'olio. Esso è atto a reggere un carico complessivo di 300 tonn., di cui 175 dovute alla parte idraulica e 125 dovute alla parte elettrica.

Il peso complessivo della turbina e del sopporto di spinta risulta di circa 310 tonn. Il peso complessivo dell'alternatore è di circa 210 tonn. L'intero gruppo raggiunge così il peso di 520 tonn., mentre l'intera parte rotante (ruota Kaplan, albero, rotore dell'alternatore) pesa complessivamente 170 tonn. (figg. 16 e 17).

L'energia, prodotta a 6,6 kV, viene trasmessa in cavo al trasformatore situato all'aperto sul lato destro della centrale, con potenza di 10.000 kVA e rapporto di trasformazione a pieno carico 6,6/27 kV. In apposito locale è sistemata l'apparecchiatura a 27 kV, per lo smistamento dell'energia su tre cavi



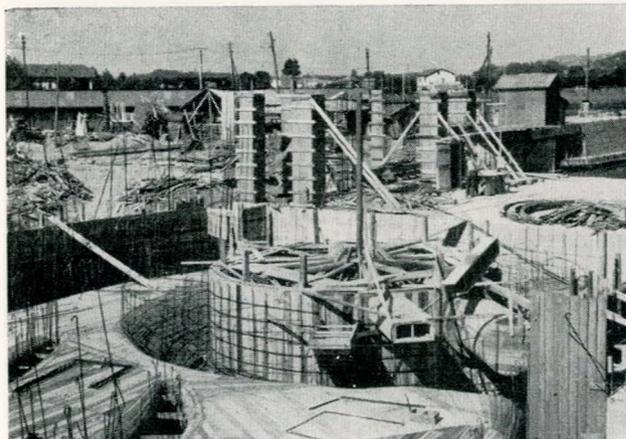
Fig. 11 - Vista esterna della centrale.

a questa tensione che direttamente si inseriscono nella rete primaria di distribuzione cittadina in locali attigui alla sala macchine; separati da quest'ultima per mezzo di un'ampia vetrata, sono sistemati il quadro e le apparecchiature a bassa tensione. Il quadro è ripartito in 9 pannelli, sui quali sono contenuti tutti gli apparecchi di comando, regolazione, misura e registrazione per la centrale. Nel retro quadro sono sistemati il raddrizzatore al selenio per la carica della batteria degli accumulatori ed altre apparecchiature ausiliarie.

Le acque di scarico della turbina sottopassano la centrale e vengono immesse entro il canale di restituzione con lunghezza di 770 m. e larghezza di 55 m. (fig. 18). Questo canale ha la sponda sinistra costituita da un cordolo di calcestruzzo con sovrastante scarpata in terra, mentre la sponda destra è costituita da un muro in calcestruzzo trascinabile dal fiume Po nelle massime piene.

Il canale di restituzione collegandosi all'invaso formato dallo sbarramento per l'impianto di Cimena della S.I.P., a valle del ponte di S. Mauro, forma un nuovo vasto specchio d'acqua che, come quello a monte, costituisce abbellimento della zona e regolazione del corso d'acqua. Il canale è stato ricavato in un braccio morto del fiume, a ridosso della sponda sinistra, occupato dalle acque solo in periodi di piena ed ha al suo inizio il pelo d'acqua a quota

Fig. 12 - Costruzione della camera spirale.



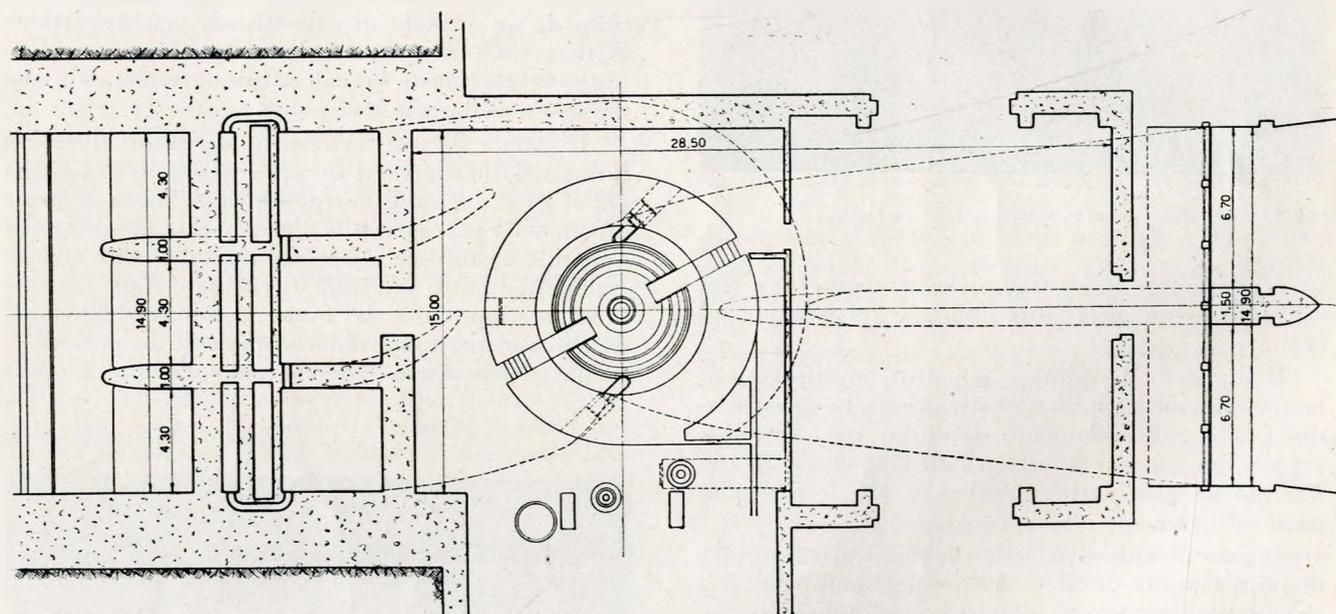
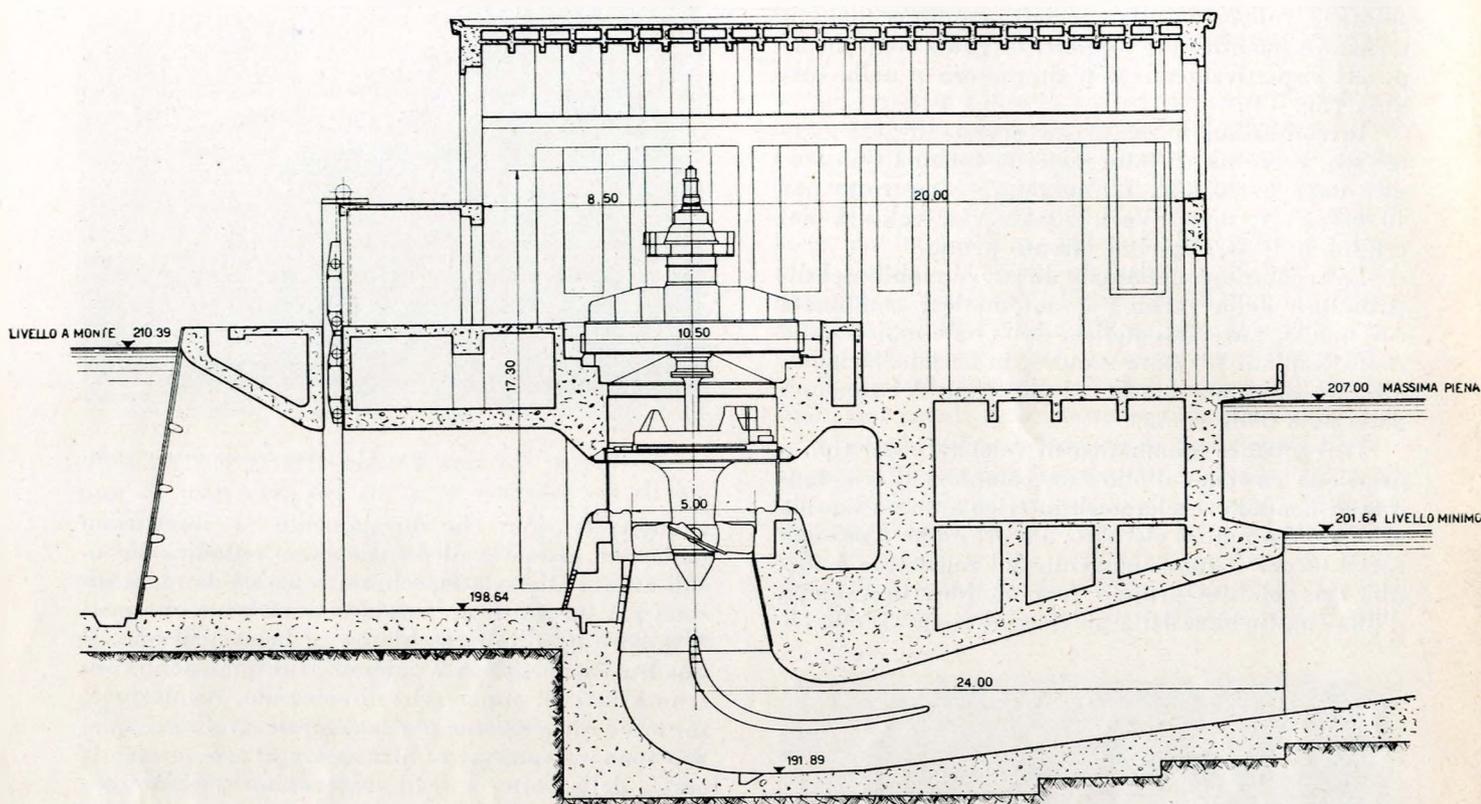


Fig. 13 - Sezione e planimetria della centrale.

notevolmente inferiore a quella del ramo principale del fiume. La sua sistemazione costituisce, fra l'altro, una difesa della sponda presso Bertolla, periodicamente soggetta a gravi erosioni in periodi di piena.

La costruzione dell'impianto Stura-San Mauro fu iniziata nel maggio del 1950 e, a differenza degli

impianti di alta montagna, fu potuto proseguire praticamente durante i dodici mesi dell'anno. All'assenza delle difficoltà naturali tipiche della montagna fanno riscontro quelle conseguenti alla piena del fiume, prevedibile solo in grande massima. La piena dell'autunno 1951, nelle giornate tragiche del Polesine, pur non rivestendo in Piemonte carattere ec-

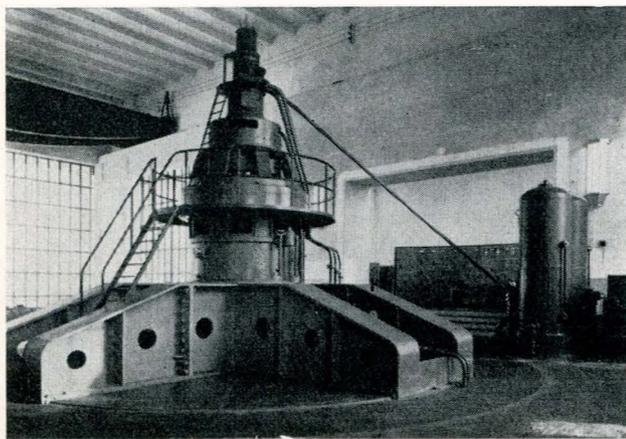


Fig. 14 - Interno della sala macchine.

cezionale, determinò sensibili danni alle installazioni di cantiere. L'impianto entrò in regolare esercizio nel marzo 1953. Successivamente vennero completate talune opere accessorie e di finitura. Nel corso del 1953, pur avendo funzionato solo per una parte dell'anno, anche per lavori e revisioni successivi all'entrata in servizio, l'impianto ha prodotto circa 30 milioni di kWh.

Mario Brunetti

Direttore Generale dell'A. E. M.

NOTA

Seguono brevi note, collazionate dalla Direzione dell'A.E.M., e redatte dai tecnici delle Imprese e Case costruttrici che hanno realizzato alcune tra le più importanti opere.

Le note si pubblicano nel seguente ordine:

- a) Arginature e paratia subalvea a monte dello sbarramento (Impresa Sacop).
- b) Traversa di sbarramento con opere di presa (Impresa F. Recchi).
- c) Canale derivatore, bacino di carico, centrale, restituzione (Imprese Associate Fincosit-Lauro).
- d) Turbina Kaplan (Soc. F. Tosi).
- e) Alternatore (Soc. Naz. Off. di Savigliano).

a) Arginature e paratia subalvea a monte dello sbarramento

Generalità.

A monte dello sbarramento sul Po e del manufatto di presa si rendevano necessarie opere di difesa idraulica: questo per contenere l'aumentato livello delle acque della Stura e del Po e per impedire infiltrazioni e fughe attraverso le arginature verso le zone limitrofe.

Evidentemente nessuna difficoltà presentava, da un punto di vista esecutivo, la costruzione delle arginature di contenimento, essendo le stesse in relazione alla quota di invaso ed all'eventuale rigurgito. Maggiore impegno ed importanza rivestiva invece la tenuta di tali difese, per la varietà dei mezzi con cui l'impermeabilizzazione poteva essere ottenuta e per i risultati che si dovevano conseguire di particolare importanza rispetto allo sfruttamento

idroelettrico ed alle caratteristiche residenziali dei territori circostanti.

L'esame della natura degli strati del terreno indica in ogni caso una via sicura al progettista e suggerisce i mezzi più idonei e più economici per impedire ogni infiltrazione.

Il terreno si è presentato, dopo gli strati di coltre superficiali, con banchi sabbiosi-ghiaiosi di notevole potenza a volte cementati in puddinghe molto consistenti anche di qualche metro di spessore, a volte interrotti da trovanti di roccia durissima.

Scartati, per ovvie ragioni, i sistemi di tenuta con iniezioni in profondità di materiali cementati o di soluzioni colloidali, oppure difese praticamente impermeabili costituite da cassoni auto-affondanti posti in continuità, si è ricorso alla soluzione che prospettava la costruzione di un diaframma in calcestruzzo. (I diaframmi in palancole metalliche Larssen o similari essendo troppo costosi e soggetti a rapido deperimento per presenza di acqua, nonché di difficile esecuzione causa gli strati di puddinga ed i trovanti di difficile attraversamento, furono senz'altro scartati).

Diversi e numerosi sono i tipi di diaframmi in calcestruzzo più o meno brevettati sino ad oggi conosciuti e lunga sarebbe una disamina dei pregi e caratteristiche di ognuno.

La SACOP sulla scorta di un'esperienza quasi trentennale in tale campo, e delle prove effettuate sulle numerose paratie subalvee già costruite, si è orientata sul tipo di diaframma che descriviamo.

Tipo di diaframma adottato.

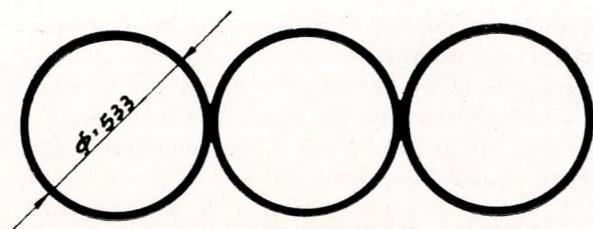
Il diaframma adottato si forma mediante esecuzione di pali trivellati accostati gettati con aiuto di aria compressa in modo da creare, mediante l'espansione del calcestruzzo, la saldatura fra palo e palo.

A differenza dei diaframmi costituiti da una successione di pali gettati e battuti, la paratia così formata beneficia dell'uso dell'aria compressa per mezzo della quale si esegue il getto all'asciutto, si gradua l'espansione lungo il fusto e si cementano le zone di terreno circostante. È evitato il pericolo di dilavamento del getto, la venuta d'acqua dal fondo, l'irregolare formazione del fusto, l'imperfetta saldatura fra le superfici dei pali contigui. Inoltre, rispetto ai diaframmi con esecuzione di getto fra elementi prefabbricati, si ha il vantaggio dell'omogeneità della struttura.

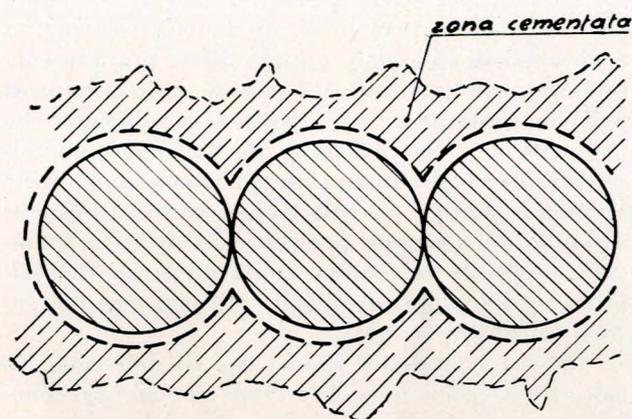
È stato infatti constatato che le superfici di contatto fra prefabbricato e calcestruzzo del getto, presentano discontinuità tali da permettere notevoli infiltrazioni e da pregiudicare la tenuta dell'opera di difesa.

Esecuzione del diaframma.

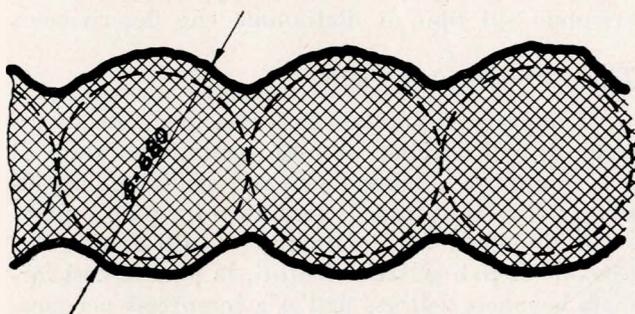
Per l'esecuzione del diaframma si procedeva successivamente all'infrazione di due colonne avendo cura che la seconda sprofondasse a contatto della prima in modo di avere una generatrice di contatto.



TRIVELLAZIONE



ESPANSIONE TEORICA



DIAFRAMMA FINITO

Fig. 15 - Schema di esecuzione dei pali trivellati accostati.

I tubi forma avevano diametro esterno di 530 m/m. Raggiunta la quota prestabilita si procedeva al getto facendolo precedere dalla pulizia della tubazione e, in terreno sabbioso, da una prima iniezione di malta densa per chiudere le venute d'acqua profonda. Questa iniezione, come la preventiva pulizia, veniva fatta con aria compressa alla pressione di $4 \div 5$ atm. Con la stessa pressione veniva eseguito il costipamento del calcestruzzo durante il getto.

Si otteneva pertanto un fusto che con la espansione del nucleo di calcestruzzo oltre il diametro della colonna di trivellazione, prodotta normalmente nei pali trivellati compressi, aveva anche una zona iniettata più o meno profondamente a seconda della sua permeabilità e quindi, nel nostro caso, a seconda del bisogno ai fini stessi della tura. Per la ragione che i tubi di trivellazione venivano affondati accostati fra di loro si è conseguito con l'espansione del

calcestruzzo nella fase di getto e la contemporanea cementazione una sicura saldatura tra i pali ottenendo uno spessore minimo di muratura continuo (fig. 15).

Sulla sponda in sinistra sono stati eseguiti m. 700 di diaframma, fra la spalla del ponte sulla Stura presso alla Barca e lo sbarramento. In tale tratto la profondità del diaframma varia da 8 a 15 m. circa. Tale profondità varia con la natura del terreno e col carico d'acqua. Nel tratto vicino allo sbarramento il diaframma è stato spinto sino al banco argilloso sottostante.

Particolare importanza ha assunto l'esecuzione dell'ultimo tratto, vicino allo sbarramento, poiché si trovava completamente in curva, aveva la massima profondità e risultava ubicato a circa 20 m. dalla sponda proprio alla confluenza della Stura col Po. Si è qui eseguito un grande rinterro sul quale è stato possibile piazzare tutti i gruppi disponibili, e portare così a termine il diaframma in poco tempo evitando in tal modo il pericolo delle piene.

Sulla sponda destra ne sono stati eseguiti 1900 m. a partire da Sassi, attraverso il Poligono del Meisino, sino allo sbarramento. La profondità, si è variata da 5 a 15 m. In tale tratto, particolarmente a monte, la difficoltà più grande è stata la presenza di grossi ciottoli.

Per l'esecuzione di tale lavoro vennero impiegati 15 gruppi di palificazione che durante la stagione buona facevano anche due turni di lavoro (fig. 19).

Come detto sopra, durante le trivellazioni si incontravano delle lenti di puddinga che ostacolavano la prosecuzione. Quando lo spessore di tale banco era piccolo allora mediante attrezzature speciali si oltrepassavano e si proseguiva il diaframma sino alla quota stabilita.

Quando invece tali strati avevano grande potenza il diaframma di pali veniva immerso entro di essi e portato poi a quota mediante iniezioni di cemento.

I pali in sommità sono collegati da un cordolo armato sul quale appoggia la mantellata di calcestruzzo armato che rivestiva completamente l'arginatura.

Conclusioni.

Diversi pozzi d'ispezione sono stati eseguiti a valle del diaframma, cioè dalla parte opposta dell'invaso. Erano costituiti da un tratto di tura circolare che si saldava alla parte che si voleva ispezionare. Entro a questi poi si provvedeva a scavare in modo da mettere a nudo un buon tratto di diaframma e controllarne le infiltrazioni.

L'ispezione delle pareti del diaframma ha permesso di stabilire che la paratia costruita risponde pienamente alle esigenze di tenuta connesse con gli scopi e finalità previste per le opere progettate.

b) Traversa di sbarramento con opere di presa

Descrizione delle opere di derivazione.

Lo sbarramento è costituito da 6 paratoie a settore con altezza di ritenuta di 3,80 m., con i perni di rotazione e gli argani di manovra portati dalle

pile di un ponte stradale a travata Gerber destinato ad un'arteria di grande traffico.

Al fine di impedire la fuga di acque freatiche, le paratoie riposano su di un taglione in calcestruzzo di 170 m. di luce realizzato con undici cassoni in cemento armato che hanno raggiunto le marne impermeabili ad una profondità di circa 14 m. sotto il livello del fiume.

A garantire la traversa contro la turbolenza delle acque, a valle del taglione e tra le pile del ponte sono state gettate sei platee in calcestruzzo per uno spessore di 2,10 m. le quali terminano con un taglione riposante a sua volta contro un diaframma in pali trivellati spinti sulla puddinga ad una profondità di circa 8,50 m. Opportune opere di aggotamento hanno permesso il getto all'asciutto dei calcestruzzi del taglione e delle platee. Queste sono rivestite in tutta la loro estensione da corsi regolari di granito dello spessore di 35 cm.

Le pile del ponte sono state fondate su cassoni in cemento armato spinti fino alle rocce marnose.

Sulla sponda sinistra del fiume normalmente alla traversa si sviluppa l'opera di presa, costituita da sedici paratoie piane e fondata su un diaframma di cassoni in cemento armato anche questi riposanti sulle marne. Le acque del fiume controllate dallo sbarramento defluiscono attraverso l'opera di presa in un canale di calma in calcestruzzo intonacato dove vengono depurate per sedimentazione delle materie in sospensione e quindi immesse nel canale di derivazione. La misura di tale complesso di opere è data dalle cifre seguenti:

— scavi in aria compressa	m ³	26.800
— scavi subacquei	m ³	20.294
— scavi di sbancamento	m ³	17.500
— rilevati	m ³	15.000
— calcestruzzo (di cui mc. 10.000 arm.)	m ³	60.000
— casseforme	m ²	42.000
— tondo per cemento armato	kg.	1.000.000
— pietra da taglio (di cui mc. 600 in misure obbligate)	m ³	2.900
— inoltre per arginature necessarie alle deviazioni del fiume ed all'aggotamento di ampie zone in alveo nelle varie fasi di avanzamento dei lavori sono stati eseguiti movimenti di terra per	m ³	43.000

Attrezzature di Cantiere.

Gli impianti sono stati progettati in misura largamente sufficiente per sopperire alle produzioni massime richieste. Il programma di esecuzione determinato dal comportamento stagionale del fiume presentava notevoli concentrazioni nel periodo di magra.

Gli inerti approvvigionati nel greto del fiume con un dragline da 0,500 m³ su una campata di 250 m. venivano immessi in una vagliolavatrice a tamburo e insilati nelle tre pezzature seguenti: mm. 0 ÷ 8; mm. 8 ÷ 35; mm. 35 ÷ 70. Gli scarti maggiori di 70 mm. venivano frantumati e riammessi a mezzo di un elevatore a tazze da 450 nella circo-

lazione di vagliatura mentre le parti fini venivano recuperate da un decantatore a cono con asciugatore a tazze.

Il betonaggio, sottostante i silos capaci di 240 m³, venne dotato di un dosatore a volume e di due betoniere da 900 l. che nel corso dei lavori soddisfecero richieste di 350 m³ nelle 24 ore.

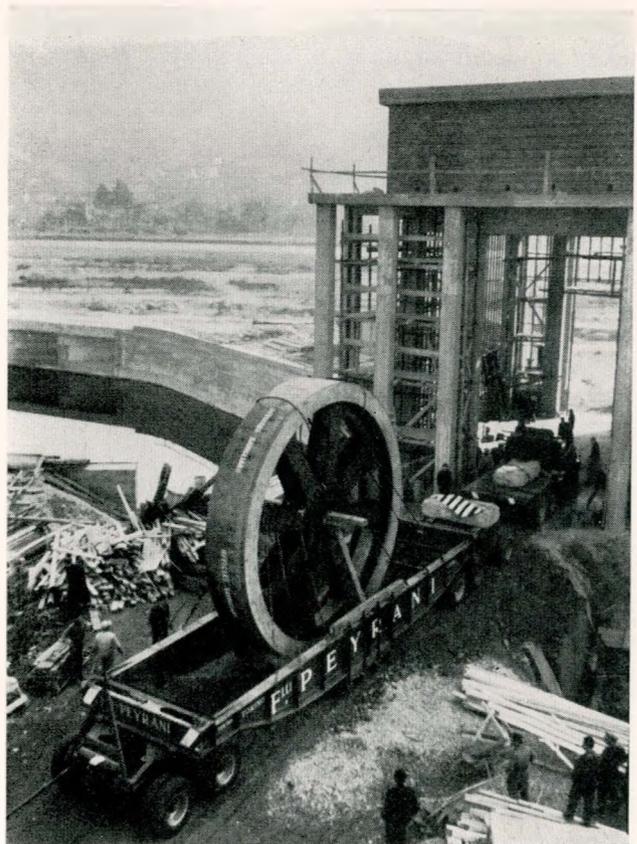
Agli effetti del trasporto dei calcestruzzi il cantiere venne diviso in due zone:

— sullo sbarramento furono montati due Blondins di 300 m. di luce e 3,5 tonn. di portata e della produzione complessiva media di 15 m³/ora che, accoppiati con trave ponte, sopperirono inoltre al trasporto di buona parte delle opere metalliche della traversa mobile, di legname, di tondo per c.a. e attrezzature di aggotamento e di trivellazione;

— sul canale moderatore e sull'opera di presa il trasporto dei calcestruzzi venne effettuato a mezzo decauville che serviva escavatori attrezzati a gru. Sulle massime distanze e con una sola gru furono normali produzioni di 15 m³/ora.

Per le fondazioni in aria compressa furono affondati complessivamente ventisette cassoni in cemento armato con l'uso di cinque camere di equilibrio atte a consentire la produzione di 1,5 m³/ora e due camere di nuova costruzione su brevetto dell'Impresa. Con queste ultime i materiali scavati e caricati in benne da 0,600 m³ scorrevoli su rotaie fissate al cielo del cassone venivano sollevati a carico guidato nell'interno della camera stessa e quindi rovesciati all'esterno. Tutte le manovre ve-

Fig. 16 - Trasporto della ruota polare dell'alternatore.



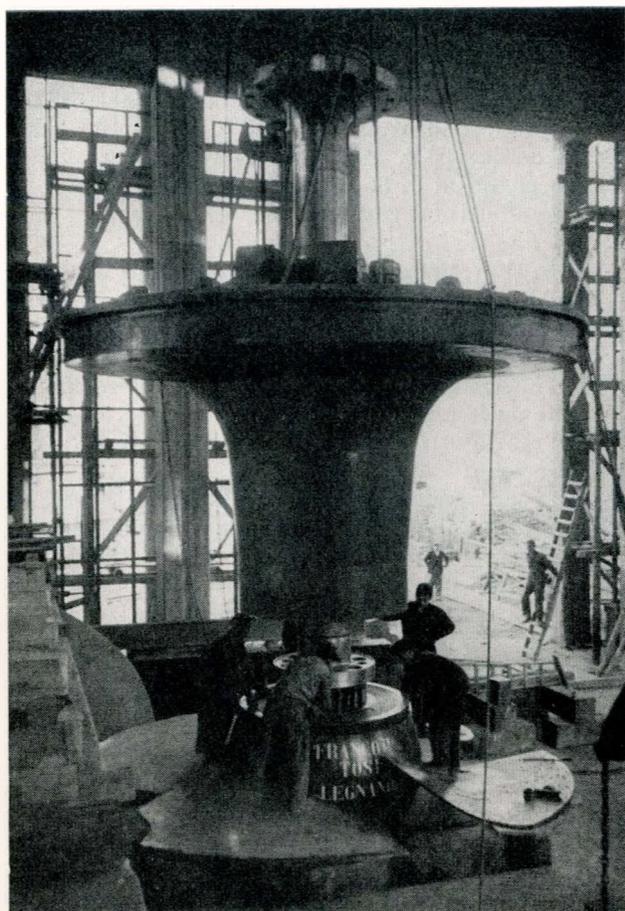


Fig. 17 - Montaggio della turbina.

nivano eseguite da un solo uomo situato all'aperto ed in grado di comunicare con il capo-squadra in camera di lavoro; le produzioni medie risultarono di $2,5 \text{ m}^3/\text{ora}$.

La produzione di aria compressa è stata realizzata con un gruppo di otto compressori per complessivi 300 kW , installati e $40 \text{ m}^3/\text{min.}$ di aria aspirata. L'aria compressa veniva usata inoltre per la vibrazione dei calcestruzzi.

Il complesso dei movimenti di terra, costituito da scavi, rilevati, opere provvisorie e da buona parte dei materiali estratti dai cassoni, ha raggiunto un totale di circa 98.000 m^3 . Gli scavi si sono presentati diffusi nel tempo e nello spazio con notevoli concentrazioni imposte dalla necessità citata di eseguire determinate opere nei periodi di magra. I vincoli e l'entità di tali lavori sono stati superati mediante l'uso di cinque escavatori di capacità varie da $0,500$ a $1,500 \text{ m}^3$ tutti con attrezzatura universale e con evidente vantaggio di elasticità per il cantiere nella impostazione dei programmi di lavoro.

Esecuzione dei lavori.

I lavori sono stati iniziati nell'aprile del 1950 impiegando i primi mesi nel montaggio degli impianti ed attrezzature di cantiere. Nel mese di lu-

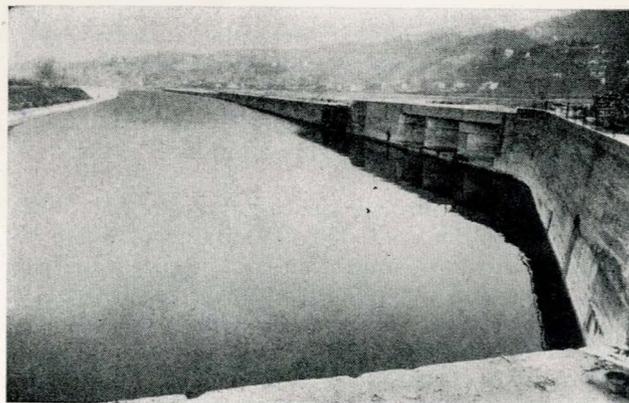
glio è stato quindi possibile iniziare la costruzione e l'affondamento dei primi dodici cassoni in sponda destra sfruttando il periodo di forte magra che presentava il greto del fiume all'asciutto (fig. 20). La quota voluta per queste prime fondazioni venne raggiunta nel mese di dicembre 1950.

In sponda sinistra dopo la piena autunnale venne iniziata la costruzione degli isolotti per l'impostazione degli otto cassoni dell'opera di presa. L'affondamento di questi ultimi si protrasse a tutto il mese di marzo 1951. La primavera e l'estate dello stesso anno vennero impegnate nel getto delle platee e nell'elevazione delle pile in sponda destra fino all'altezza di posa delle opere metalliche per lo sbarramento (perni ed ancoraggi delle paratoie a settore). Si è proceduto allora a deviare il corso del fiume a mezzo di arginatura in terra per permettere la costruzione dei cassoni del taglione e delle pile in sinistra.

Nel mese di novembre il livello d'acqua in regime di piena si è elevato di 4 m. circa superando e distruggendo l'argine di deviazione. Questo era stato costruito in proporzioni ritenute adeguate considerando che una maggiore altezza dell'argine avrebbe provocato un rigurgito del fiume con conseguenti danni alle campagne circostanti. Passato il periodo di piena si provvide immediatamente alla ricostruzione dell'argine e quindi, terminata il 31 gennaio 1952 la costruzione delle fondazioni in aria compressa, furono iniziati gli scavi ed i getti delle platee in sponda sinistra (fig. 21). In previsione di una piena primaverile nel mese di aprile il cantiere aveva quindi a disposizione circa 75 giorni per la costruzione delle platee delle pile e delle travate Gerber sulle tre luci protette dall'arginatura di deviazione. Si cercò pertanto di impostare un programma che permettesse la maggiore contemporaneità possibile delle varie fasi di lavorazione.

Eseguiti gli scavi ed i getti delle platee invece di procedere al rivestimento generale in granito si posarono gli elementi dei corsi in corrispondenza dei punti di appoggio della impalcatura portante le casseforme del ponte; in tal modo fu possibile iniziare tempestivamente i lavori di carpenteria men-

Fig. 18 - Canale di restituzione.



tre la mano d'opera addetta alla posa della pietra veniva dislocata al rivestimento della platea di guardia antistante l'opera di presa (fig. 22). Ultime le carpenterie durante le fasi di getto e stagionatura delle travate si ebbe il tempo necessario per completare la posa del rivestimento in pietra nelle platee sottostanti il ponte. La piena si presentò intorno il 20 aprile e soltanto con notevoli movimenti di terra fu possibile impedire al fiume di scalzare l'argine e di investire le tre campate in cui era in corso il disarmo delle centinature.

Nell'estate si è proceduto alla successiva deviazione del fiume in sponda sinistra, sempre mediante argine, per eseguire sulla destra la posa delle opere metalliche nell'interno delle pile, l'ultima elevazione delle stesse, la costruzione dei casseri ed il getto del ponte. Durante il tempo necessario alla deviazione del fiume furono costruite le campate di ponte in sponda sinistra entroterra. Nel corso dei lavori in ogni occasione in cui il cantiere dovette contrarsi ad abbandonare le zone in alveo il programma aveva previsto l'esecuzione del canale moderatore con le annesse opere di sghiaiamiento e dissabbiamento che in tal modo è stato ultimato contemporaneamente allo sbarramento.

c) *Canale derivatore, bacino di carico, centrale, restituzione*

Rivestimento in calcestruzzo delle sponde canale derivatore.

Le sponde interne del canale di carico e la platea di fondo sono state rivestite con uno spessore di cm. 30 circa di calcestruzzo. I due argini laterali del canale sono stati formati con materiali sabbigliamenti (vibrati a strati di circa 50 mm con opportuni costipatori - motori a benzina del peso di circa 3 ql. caduno) ed il rivestimento è stato eseguito con un impianto ed attrezzatura particolare costituita da:

- m² 350 di casseforme metalliche — a traliccio — con pannelli in ferro — sagomate secondo il profilo di progetto;
- n. 1 impianto di betonaggio mobile sulla platea del canale, composto di: 1 ship con tramoggia che riceve gli inerti direttamente dai camion e li solleva nei silos in ferro; 1 betoniera centrale che versa il calcestruzzo nelle benne coniche sottostanti, ed una gru a tank con braccio prolungato che distribuisce le benne sulle due sponde del canale in costruzione, in corrispondenza dei punti di getto, sui quali vengono scaricate.

Il getto venne effettuato a campioni di dieci metri caduno interrotti da giunti di dilatazione, e le



Fig. 19 - Costruzione della paratia subalvea.

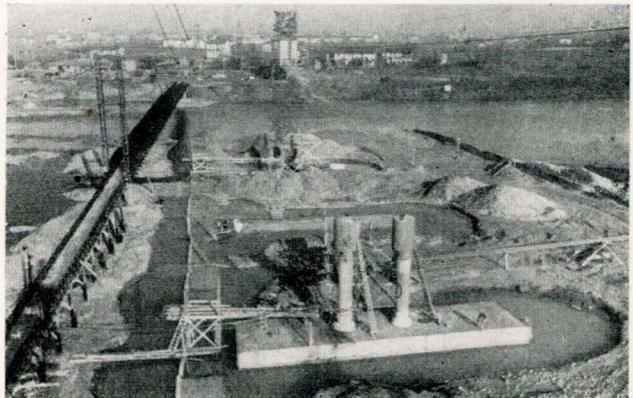


Fig. 20 - Cantiere per la traversa di sbarramento nell'autunno 1950.

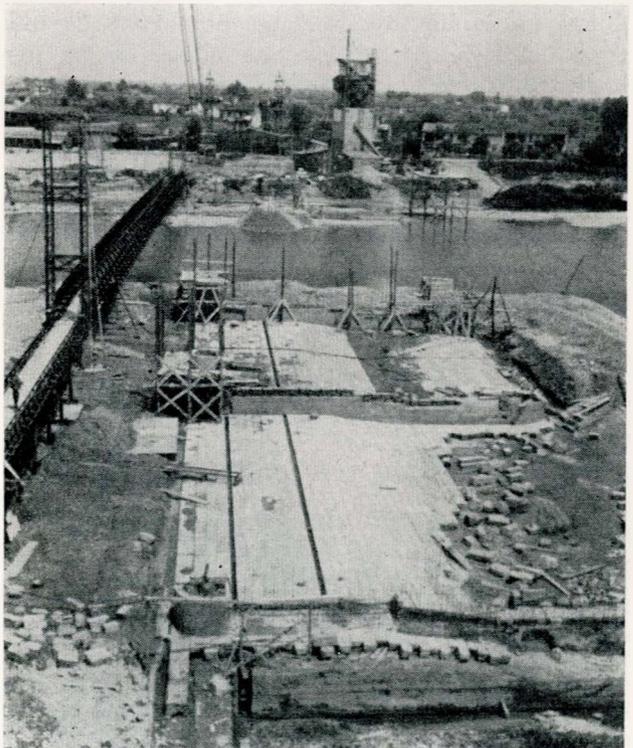


Fig. 21 - Avanzamento della costruzione della traversa nell'estate 1951.

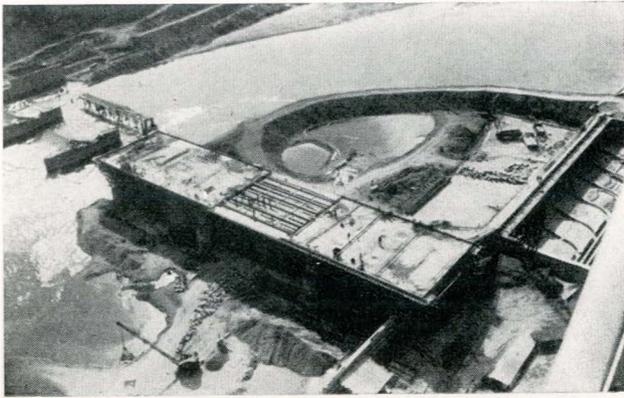


Fig. 22 - Lavori in sponda sinistra nella primavera 1952.

casseforme venivano man mano spostate e rimesse in opera dalla stessa gru, mentre l'impianto di betonaggio avanzava gradatamente e contemporaneamente mediante traino.

La fig. 23 illustra la fase di armatura e getto e la fig. 24 la fase di canale ultimato.

Fondazione turbina della Centrale idroelettrica.

In considerazione che la quota di fondazione del diffusore della turbina si trovava a circa 15 metri sotto la falda acquea nella zona adiacente alla centrale, l'impresa ha costruito — per la fondazione della centrale stessa — un cassone unico « cellulare » con costoloni interni in c.a. delle seguenti dimensioni:

m. 20,60 di larghezza - m. 35,60 di lunghezza - m. 14,20 di altezza (fig. 25).

Per la costruzione di questo cassone l'impresa allestì un impianto di betonaggio servito da una torre dello sbraccio di 24 m. e altezza 35 m. per la distribuzione dei calcestruzzi e materiali lungo tutta la zona del fabbricato centrale.

Il cassone venne equipaggiato con 4 campane pneumatiche con benne da 125 litri e la produzione media fu di 200 mc/giorni di scavo; l'affondamento medio di 0,30 m.

Fig. 23 - Esecuzione del rivestimento del canale derivatore.



Tutto il lavoro fu eseguito in 150 giorni circa.

Quando il cassone fu affondato completamente, internamente fu ricavata la sagoma prescritta del diffusore della turbina con conseguente abbattimento delle pareti e costoloni.

Formazione e costruzione del bacino di carico della centrale.

Per la formazione del bacino di carico della centrale l'impresa ha eseguito lo scavo mediante abbassamento della falda acquea di circa 8 m., a mezzo di una batteria di n. 10 pompe centrifughe di potenza complessiva di circa 300 HP installata in due pozzi laterali al muro destro dello scivolo inferiore.

Dapprima fu costruita la platea in c.a. — di fondo — e contemporaneamente i due muri laterali — spessore 3,25 m. — come indicato in fig. 26



Fig. 24 - Canale con rivestimento completato.

ove si può anche osservare il lavoro del getto in calcestruzzo della soletta per lo scivolo del bacino in oggetto.

In fig. 27 si nota il lavoro ultimato dello scivolo di ingresso dell'acqua dal bacino alla turbina della centrale.

Formazione e costruzione del bacino di restituzione della Centrale.

Per la costruzione del bacino di scarico — a valle del cassone della centrale — furono eseguiti in precedenza quattro cassoni piccoli (due per parte) per i muri d'ala del bacino stesso (ml. 20 di lunghezza da ciascuna parte).

Ciò per evitare, data la profondità dello scavo di oltre nove metri, il franamento e lo scoscendimento delle pareti del terreno che avrebbero trascinato nello scavo gli sfioratori (scarichi di superficie) laterali già costruiti in precedenza.

Furono scavati e costruiti esternamente — ai

due lati — due pozzi di diametro m. 3,50 circa per l'installazione di 14 pompe (di potenza complessiva 350 HP e di 1 m³ al secondo di portata complessiva) con i quali venne abbassata la falda freatica stabilmente di circa 9 metri.

Ultimato lo scavo fu costruito, in calcestruzzo armato, la soletta del controscivolo, ad elementi di lastre di circa 16 mq. di superficie con giunto di dilatazione ed in seguito furono gettati i muri di sponda del bacino stesso.

L'opera finita, che si vede illustrata in fig. 28, fu ultimata in 90 giorni lavorativi.

Costruzione del canale di restituzione.

Il canale di scarico di una larghezza di 55 m. e una profondità di 2,50 m. sotto il livello normale delle acque ha uno sviluppo di circa 800 m. La costruzione del canale fu eseguita in tre tronchi successivi mediante argini in terra trasversali per

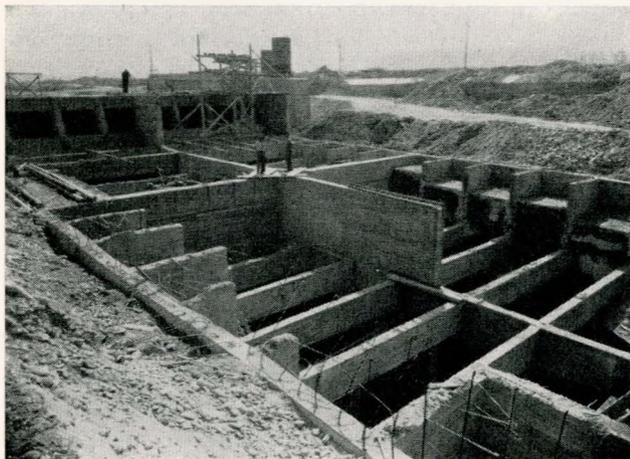


Fig. 25 - Cassone di fondazione della centrale.

creare tre parziali bacini nei quali si provvede ad abbassare il livello della falda ad una quota di circa 50 cm. sotto le fondazioni dei muri.

Per questo lavoro l'impresa ha dovuto impiantare una batteria mobile in media di 12 pompe (potenza complessiva 300 HP) in modo da poter abbassare la falda freatica fino al livello della platea e impiegando delle pompe ausiliarie per ulteriormente deprimere la falda in corrispondenza delle fondazioni dei muri di sponda.

I muri laterali vennero gettati, nel periodo delle magre del fiume Po, mediante due impianti trasportabili di betonaggio, uno su ciascuna sponda.

d) *Turbina Kaplan*

Data la notevole variabilità della portata da utilizzarsi in questo impianto, che da un massimo di circa 140 m³ scende ad un minimo di circa 40-50 m³, è stata scelta una turbina idraulica di tipo

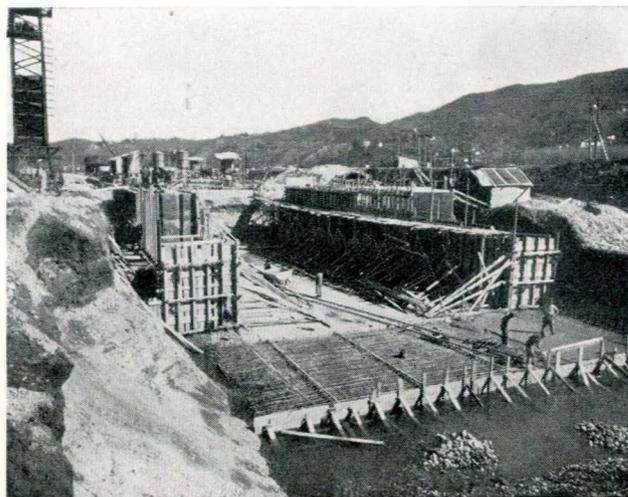


Fig. 26 - Costruzione del bacino di carico.

Kaplan con ruota a pale mobili che consente di realizzare rendimenti elevati per tutti i valori di portata compresi fra i due estremi sopradetti. Essa ha inoltre il vantaggio, nei confronti del tipo ad elica a pale fisse, di ruotare ad una velocità notevolmente superiore.

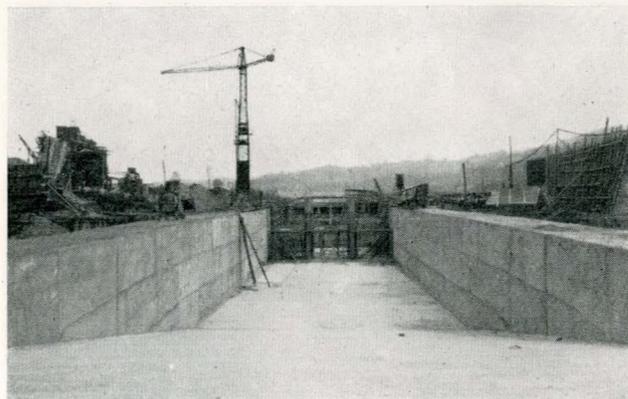
Questa turbina, è stata calcolata per le seguenti caratteristiche di funzionamento:

	Massimo	Medio	Minimo
Salto netto in m.	7,95	6,95	6
Portata corrispondente a piena apertura in m ³ /s.	138	132	125
Potenza resa in kW	9.430	7.970	6.470
Velocità di regime giri al l'	93,75	93,75	93,75

La possibilità di realizzare con la turbina di tipo Kaplan rendimenti elevati in un ampio campo di variazione della portata, ha consentito di prevedere la centrale equipaggiata con un solo gruppo con vantaggio economico nel costo del macchinario, delle apparecchiature e della centrale, semplificando anche l'esercizio.

La velocità caratteristica di questa turbina cal-

Fig. 27 - Bacino di carico ultimato.



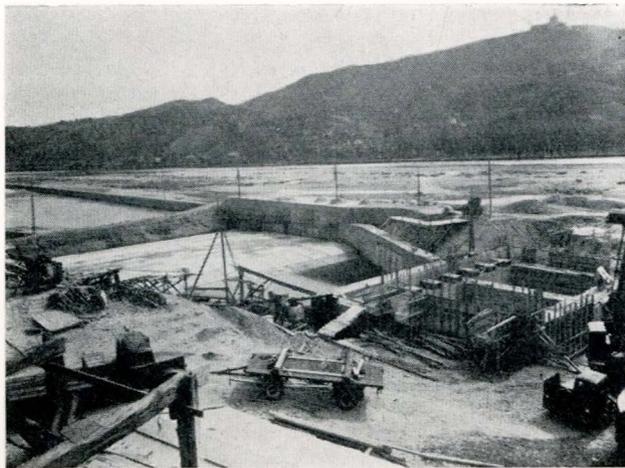


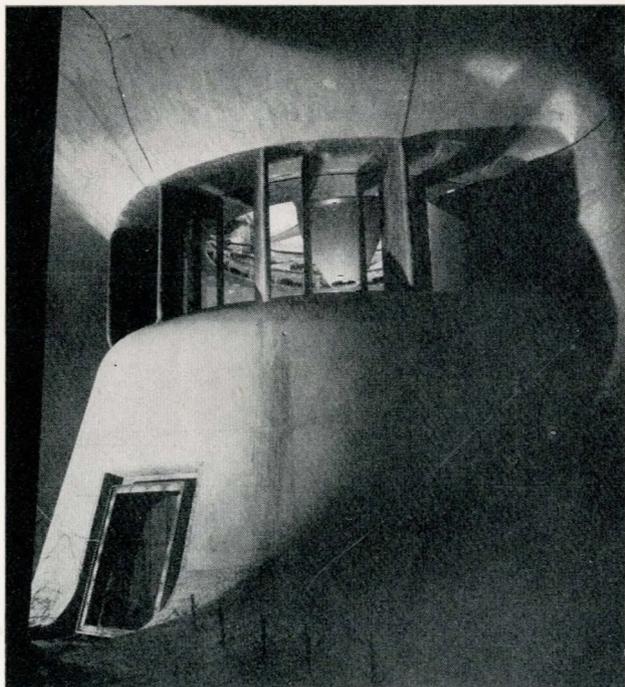
Fig. 28 - Costruzione del bacino di restituzione.

colata in corrispondenza al salto medio netto H di m. 6,95 risulta di $N_c = 865$, corrispondente al massimo valore convenientemente adottabile.

È questa una delle tre turbine Kaplan di maggiori dimensioni e portata attualmente funzionanti in Italia essendo gemella di quelle, pure di costruzione Tosi, installate nelle Centrali di Tornavento e Turbigo sul Ticino che hanno caratteristiche di salto e portata pressochè uguali.

L'acqua utilizzata è convogliata alla ruota Kaplan attraverso una grande camera di forma spirale in cemento armato provvista di antidirettrici fisse collegate ad un grande anellone in acciaio fuso formante il pre-distributore fisso (fig. 29). Su questo anellone avente un diametro esterno di circa 8,50 m. ed un peso di circa 50 tonn., viene a gravare il carico dovuto alle spinte idrauliche ed il peso del-

Fig. 29 - Camera spirale e pale antidirettrici.



l'alternatore e delle strutture murarie che lo sostengono.

Il distributore è munito di 24 direttrici mobili con perni superiori ed inferiori girevoli su boccole in bronzo; ciascuna direttrice ha un'altezza di circa 2 m.

La ruota Kaplan ha pale mobili in acciaio fuso al nikel ed un diametro esterno di 5 m.; i meccanismi di manovra delle pale sono contenuti in un apposito mozzo pieno d'olio denso. Le pale sono completamente lavorate a sagoma da una speciale macchina utensile e le loro superfici rese perfettamente lisce mediante lavorazione a mola.

Il peso della ruota Kaplan completa è di circa 30 tonn. (fig. 30).

Allo scopo di ridurre al minimo l'altezza del gruppo turbina-alternatore e renderlo il più possibile compatto, il complesso della parte rotante, rotore, alternatore e ruota Kaplan, con relativi alberi, è guidato da due soli sopporti di cui quello inferiore posto sul coperchio della turbina e quello superiore sulla crociera superiore dell'alternatore stesso. È stata così evitata la crociera inferiore dell'alternatore.

Il sopporto di spinta che sostiene tutto il complesso rotante e regge anche la spinta idrodinamica sulla girante Kaplan è montato sulla crociera dell'alternatore, sotto l'eccitatrice, e il carico verticale complessivo è di 300 Tonn. Questo sopporto, di progetto e costruzione della Soc. Franco Tosi, è del tipo a pattini multipli oscillanti in bagno d'olio con serpentino di rame nel quale circola l'acqua di raffreddamento. Fra i pattini rivestiti in metallo bianco antifrizione nelle superfici di contatto e la ralla rotante trasmettente il carico, si forma in virtù di una appropriata forma dei pattini, un velo d'olio che assicura con assoluta continuità la lubrificazione delle superfici a contatto. A loro volta i pattini poggiano su una corona circolare di settori equilibratori che permettendo leggeri assestamenti in tutti i sensi, assicurano l'uniforme ripartizione del carico sui pattini.

La regolazione del grado di apertura del distributore mobile, allo scopo di ottenere automaticamente la costanza della velocità e quindi della frequenza in conseguenza di variazioni di carico, è assicurata dal regolatore automatico di velocità che agisce su due servomotori ad olio situati nel pozzo della turbina; simultaneamente l'apposito dispositivo di asservimento coniugato determina automaticamente l'inclinazione delle pale della ruota Kaplan in modo che ad ogni posizione di apertura del distributore mobile, e quindi della portata erogata, corrisponda un determinato grado di inclinazione delle pale della ruota assicurando un elevato rendimento con qualunque carico o portata.

Il rapporto di coniugazione fra apertura del distributore ed apertura delle pale della ruota viene stabilito in base a misure sperimentali.

Il servomotore di comando delle pale della ruota

Kaplan situato immediatamente sotto il mozzo del rotore dell'alternatore, trasmette il movimento alle pale mediante un'asta verticale passante attraverso l'albero forato della turbina; questo servomotore è comandato ad olio in pressione attraverso un complesso di tubi passanti internamente all'albero dell'alternatore e facenti capo al dispositivo di asserimento fissato al disopra della eccitatrice.

In corrispondenza a questo dispositivo è sistemato anche un serbatoio d'olio denso che rifornisce per gravità il mozzo della ruota i cui meccanismi sono perciò costantemente e completamente lubrificati.

Il regolatore di velocità della turbina è del tipo a pressione costante d'olio con pendolo accelerotachimetrico a massa liquida. L'impiego della massa liquida, eliminando ogni causa di attrito, assicura una grande sensibilità al complesso di regolazione. Sono poi ben note le caratteristiche ed i vantaggi del pendolo accelerotachimetrico sensibile alla velocità ed alla accelerazione e che ha ormai avuto numerosissime applicazioni. Infatti quando a causa di uno squilibrio fra coppia motrice e coppia resistente, la velocità si scosta dal valore di regime, velocità e accelerazione agiscono in concomitanza per ristabilire nel modo più rapido l'equilibrio rendendo minime le oscillazioni della velocità. Quando invece, superato il massimo scostamento, la velocità si riavvicina al valore di regime, l'accelerazione agisce in modo antagonista moderando l'azione correttiva del regolatore ed evitando così eccessi di regolazione e conseguenti perturbazioni pendolari.

Il pendolo è azionato da motorino elettrico alimentato da un piccolo generatore ausiliario coassiale con l'alternatore principale.

L'olio in pressione necessario ai servomotori di comando delle direttrici mobili e al servomotore delle pale della ruota Kaplan, è fornito da una elettropompa d'olio a circa 15 Atm. azionata da un motore elettrico trifase. È anche installata una pompa d'olio delle stesse caratteristiche, di riserva alla precedente, azionata da una turbinetta Francis alimentata dallo stesso salto della Kaplan principale, che entra automaticamente in funzione in caso di arresto accidentale dell'elettropompa del servizio normale.

Un dispositivo centrifugo montato sull'albero motore determina automaticamente la chiusura del distributore della turbina in caso di accidentale eccesso della velocità del gruppo oltre un limite prestabilito.

La turbina ed il regolatore sono muniti di apparecchi e dispositivi che consentono l'avviamento e l'arresto del gruppo agendo su un unico pulsante disposto sul quadro generale della centrale.

Tutte le operazioni per l'avviamento e l'arresto si svolgono automaticamente secondo una successione prestabilita evitando ogni possibilità di false manovre.

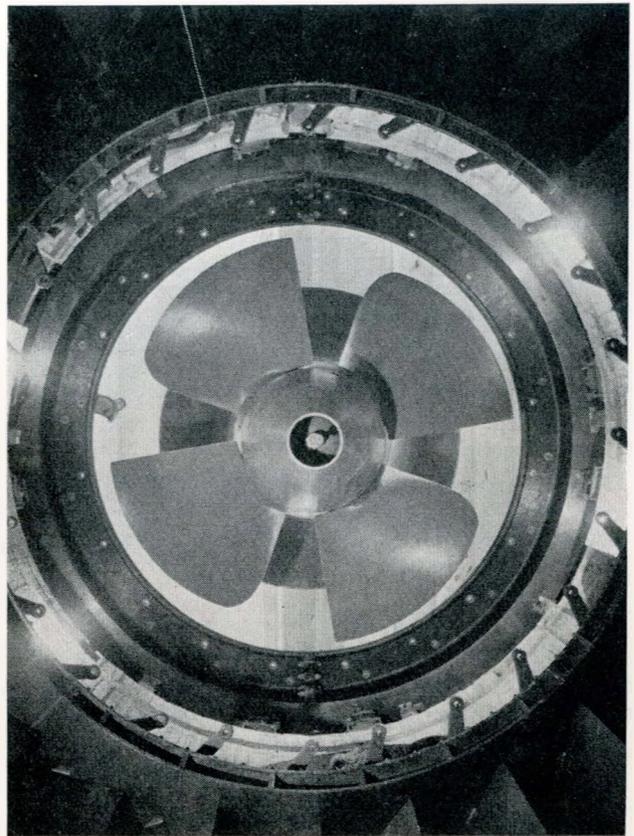


Fig. 30 - Ruota Kaplan vista dallo scarico.

Opportuni apparecchi di protezione determinano automaticamente l'arresto del gruppo ed un allarme sonoro in caso di: eccessiva velocità, riscaldamento dei sopporti, accidentale mancanza di pressione d'olio nell'accumulatore del regolatore, ecc.

Il dispositivo variagiri del regolatore è comandato elettricamente dal quadro. Anche il limitatore di carico è comandato elettricamente dal quadro e su di esso agisce un dispositivo a galleggiante disposto nella vasca di carico che proporziona automaticamente l'apertura della turbina e quindi il carico, alla portata disponibile.

Fig. 31 - Costruzione della carcassa dell'alternatore.

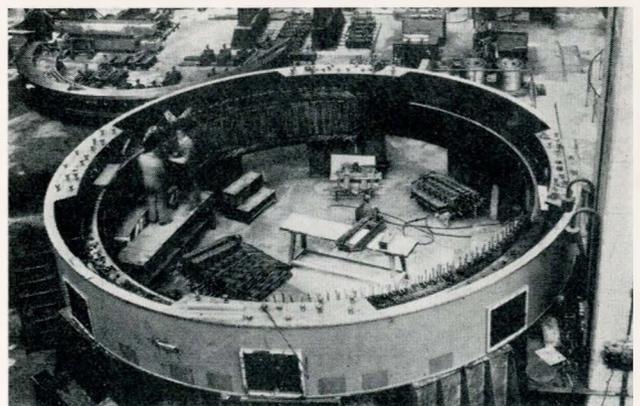




Fig. 32 - Costruzione della ruota polare.

e) *Alternatore*

L'alternatore, direttamente accoppiato a turbina Kaplan, è del tipo lento a grande diametro, ad asse verticale, con carcassa statorica alloggiata sul tamburo in cemento armato sulla quale appoggia la crociera superiore di sostegno della parte rotante di tutto il gruppo.

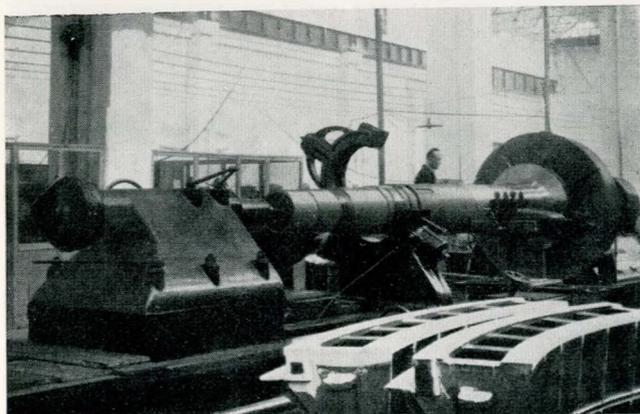
Con questa sistemazione la parte sopraelevata sul piano della sala macchine è costituita dal complesso della crociera superiore, del perno di sospensione Mitchell, delle eccitatrici e dell'alternatorino per il comando del pendolo del regolatore della turbina.

Il raffreddamento della macchina è in ciclo chiuso con refrigeranti ad acqua sistemati attorno alla periferia esterna della carcassa.

La ventilazione, anche alla bassa velocità di rotazione, è ottenuta mediante opportuni ventilatori speciali attaccati ai due lati del rotore, evitando così la compilazione di un moto-ventilatore separato.

Tutte le parti costituenti l'ossatura principale della macchina: carcassa, crociera, zoccoli e coperchi, sono in profilati e lamiera di acciaio saldati.

Fig. 33 - Costruzione dell'albero.



Dato il grande diametro rispetto alla lunghezza assiale della macchina si è potuto evitare, in accordo con il costruttore della turbina, la crociera inferiore ed il relativo cuscinetto, realizzando così l'alternatore con il solo cuscinetto di guida superiore.

La carcassa, costituita in quattro pezzi per comodità di manovra e di trasporto, è munita di un avvolgimento a doppio strato con bobine tutte uguali (fig. 31).

La ruota polare (fig. 32), costituita da quattro semianelli in acciaio fuso saldamente riuniti con una serie di bulloni e spine, è lavorata in modo da essere montata a caldo su una raggiera in acciaio saldato e con mozzo in acciaio fuso.

La conformazione del mozzo è a doppia flangia per realizzare il calettamento nella parte inferiore alla flangia del servomotore della turbina e nella parte superiore alla flangia dell'albero dell'alternatore.

L'albero in un sol pezzo (fig. 33) è flangiato nella parte inferiore per l'accoppiamento al mozzo della raggiera ed è forato per tutta la lunghezza per il passaggio degli organi di regolazione delle pale della ruota Kaplan.

I 64 poli in acciaio fuso e con espansioni laminate sono fissati alla corona polare mediante bulloni così da rendere facile lo sfilamento di uno di essi.

L'avvolgimento di campo è costituito da piattine di rame avvolte di costa e tale da realizzare bobine compatte e indeformabili mediante un processo di compaundature e pressature ad una pressione superiore a quella provocata dalla velocità di fuga della macchina.

La lubrificazione del cuscinetto di guida superiore viene effettuata mediante due pompette (una di riserva all'altra) azionata la prima dalla turbina e la seconda dalla elettropompa.

La frenatura è realizzata mediante 8 martinetti a pressione d'aria proveniente da gruppo motocompressore.

Gli stessi martinetti servono per il sollevamento di tutto il rotore alimentando gli stessi con una pompa d'olio a mano.

L'eccitricità principale direttamente accoppiata all'alternatore è eccitata separatamente dalla eccitricità ausiliaria ad eccitazione composta per tensione costante.

L'alternatorino, anch'esso direttamente accoppiato, alimenta il motorino di comando del pendolo ad una tensione di 125 Volt ed alla frequenza di 25 Hz.

I dati di costruzione e funzionamento dell'alternatore sono:

- 10.000 kVA - 6600 Volt - 50 Hz - 93,5 giri normali - 230 giri di fuga - $PD^2 = 3.500.000 \text{ Kgm}^2$.

Il movimento dei combustibili in una grande centrale termoelettrica

In questo articolo faremo una rapida descrizione dei metodi adottati nella nuova centrale termoelettrica di Chivasso della SIP per l'immagazzinamento ed il movimento dei combustibili nell'interno dell'impianto. L'entità dei consumi di combustibili che si verificheranno in esso e l'esigenza di renderli agevoli e sicuri in modo adeguato all'importanza del servizio svolto dalla centrale, ha posto dei notevoli problemi di progettazione ed ha condotto, in qualche caso, all'adozione di accorgimenti tecnici relativamente nuovi o comunque poco conosciuti nel nostro paese.

Prima di passare alla descrizione dettagliata degli impianti per il movimento dei combustibili, premettiamo, allo scopo di inquadrare il problema, una breve descrizione della centrale ed alcuni dati sui suoi consumi di combustibili.

Il progetto completo dell'impianto prevede l'installazione di macchinario generatore per la potenza di $220 \div 240$ MW con unità da 60 o 100 MW. Attualmente è in servizio la prima unità da 60 MW, mentre è in costruzione una seconda unità della stessa potenza. Benchè di origine diversa — la prima è costituita da macchinario di costruzione americana e la seconda viene costruita in Italia — la due unità saranno gemelle. Il futuro ampliamento della centrale prevede l'installazione di altre due macchine da 60 MW oppure di una macchina da 100 MW. La scelta dipenderà principalmente dalle caratteristiche del servizio che sarà richiesto alle future unità; se cioè si dovrà ancora pensare all'attuale servizio di integrazione stagionale delle energie idrauliche, oppure, come è più probabile, si sarà passati ad un servizio di base esteso praticamente all'intero anno. Nel primo caso si avranno le attuali $2500 \div 3000$ ore di utilizzazione annua che

impongono la convenienza di cercare di ridurre il costo dell'impianto anche con qualche piccolo sacrificio in fatto di rendimento, mentre nel secondo la utilizzazione di $5000 \div 6000$ ore sposterà la convenienza economica verso gruppi di maggior potenza e caratteristiche più elevate, aventi un costo d'impianto superiore ma anche rendimenti più elevati.

I due primi gruppi da 60 MW sono costituiti ciascuno dal seguente macchinario principale: due generatori di vapore della capacità complessiva di 290 T/h di vapore surriscaldato alla temperatura di 485°C ed alla pressione di 64 kg/cm^2 , una turbina a vapore a condensazione della potenza di 62.500 kW accoppiata con un turbo-alternatore della potenza di 75.000 kVA e con un condensatore a superficie tubiera di 4000 m^2 . Questo macchinario principale, assieme ad una grande quantità di macchinario secondario e di impianti per servizi ausiliari, è sistemato nel fabbricato principale della centrale, mentre all'esterno è situata la stazione di trasformazione, dove l'energia prodotta viene elevata dalla tensione di macchina a quella di 220.000 V della rete di trasporto del gruppo SIP.

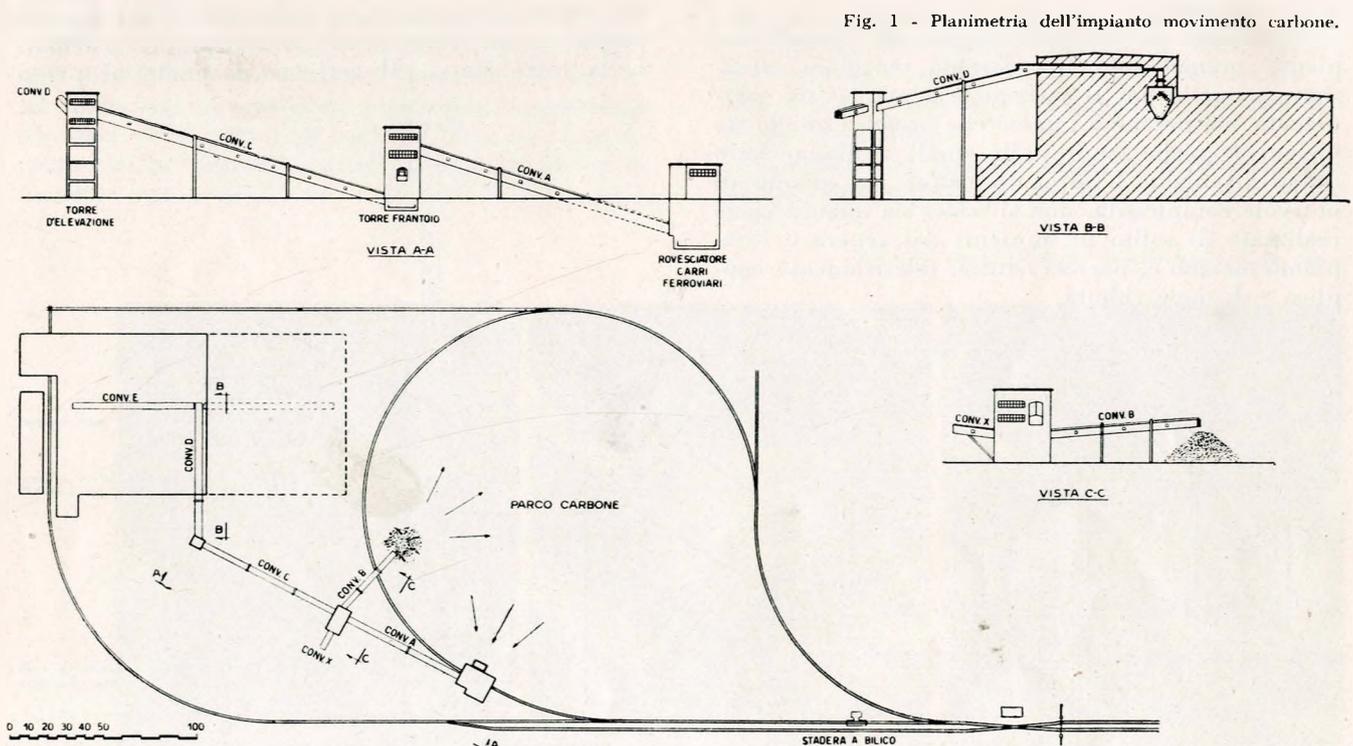


Fig. 1 - Planimetria dell'impianto movimento carbone.

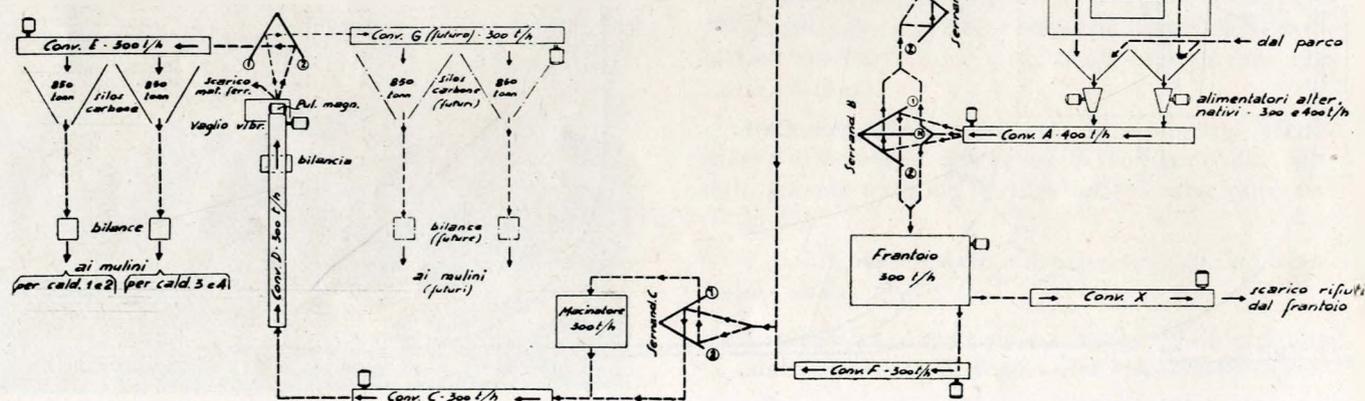
La centrale è stata progettata in modo da poter funzionare indifferentemente con i tre combustibili praticamente utilizzabili in impianti del genere: il carbone, la nafta ed il metano. Questa soluzione, senza dubbio onerosa come impianto, è stata adottata per le garanzie che offre nel rifornimento dei combustibili e perchè dà la possibilità di scegliere in ogni periodo l'esercizio con il combustibile più conveniente economicamente. Nei riguardi della sicurezza di rifornimento si deve tener conto della distanza di Chivasso dal mare e delle difficoltà che particolari condizioni meteorologiche o del mercato possono provocare nell'approvvigionamento di un determinato combustibile, come, ad esempio, è avvenuto in questa stagione invernale per la nafta.

I consumi orari di un gruppo da 60 MW a pieno carico sono di 35 T/h per il carbone, 20 T/h per la nafta e 25.000 m³/h per il metano. Si tratta, beninteso, di valori medi che possono variare in relazione al potere calorifico del combustibile. In particolare il consumo di carbone è riferito al combustibile italiano Sulcis.

Supponendo ora di avere quattro gruppi eguali ed un'utilizzazione giornaliera anche limitata al 75% (18 ore riferite al pieno carico), si arriva al consumo giornaliero di 2520 T per il carbone, 1440 T per la nafta ed 1.800.000 m³ per il metano. Queste cifre danno l'idea dell'entità degli impianti necessari per il movimento nell'interno della centrale di simili quantità di combustibili. Si tenga ora anche conto che mentre la potenza generatrice dell'impianto viene realizzata per gradi, lo stesso non si può fare, almeno entro certi limiti, negli impianti per il movimento dei combustibili che sono stati quindi realizzati subito per l'intera potenza della centrale o almeno per metà di essa. Si comprenderà così l'importanza che sin d'ora hanno assunto questi impianti ed anche l'impegno di spesa che hanno reso necessario.

Passiamo ora alla descrizione dei singoli impianti, premettendo che daremo maggiore estensione a quello per il carbone, sia per la sua complessità, sia perchè è l'unico che presenti quelle soluzioni tecniche nuove alle quali abbiamo fatto cenno all'inizio. L'impianto nafta, per quanto di notevole complessità, non si scosta da quanto viene realizzato di solito in impianti del genere e l'impianto metano è, per sua natura, relativamente semplice e di mole ridotta.

Fig. 2 - Schema funzionale dell'impianto movimento carbone.



L'impianto di movimento del carbone.

Possiamo suddividere l'impianto in tre parti:

- il sistema per lo scarico dei vagoni e l'immagazzinamento del carbone nel parco;
- il sistema per il trasporto del carbone dal parco, o direttamente dallo scarico, ai generatori di vapore;
- il sistema per il movimento del carbone nel parco.

La figura 1 rappresenta la planimetria generale dell'impianto. Un raccordo ferroviario, proveniente dalla linea Chivasso-Asti e della lunghezza di 1,4 km, entra nel recinto della centrale dal lato sud-ovest ed è costituito, nel suo ultimo tronco, da due binari, uno per la presa e l'altro per la riconsegna dei vagoni. Nell'interno della recinzione il raccordo è costituito da un grande anello intorno al parco carbone e da numerosi altri tronchi di binario per le manovre e per i servizi della centrale.

All'ingresso della centrale i vagoni vengono pesati con una stadera a bilico da 60 T, senza interrompere il convoglio. Il movimento dei carri carichi viene effettuato con una locomotiva a vapore che, eccezionalmente, può anche servire per ritirare o riconsegnare i treni nella stazione di Chivasso. Per la manovra dei carri vuoti o di carri isolati si adopera un trattore ferroviario Diesel.

I carri carichi vengono fatti entrare nel rovesciatore dove, con manovra rapidissima, vengono capovolti ed il carbone cade in una tramoggia sottostante. Da essa opportuni alimentatori lo spingono su un primo convogliatore a nastro che lo trasporta fino alla torre del frantoio. Questa torre è il nodo di smistamento del carbone e da essa è possibile mandare il combustibile direttamente ai silos dei generatori di vapore oppure al parco. Se il carbone non ha la pezzatura richiesta per l'alimentazione dei mulini polverizzatori, esso viene fatto passare attraverso un frantoio ed un macinatore sistemati nella torre stessa. Il carbone destinato al parco

viene lanciato in esso per mezzo di un apposito convogliatore. In corrispondenza della sua bocca di scarico si forma un mucchio conico, dal quale il carbone è spinto nel resto del parco da trattori a scudo o con benna a strascico. Per la ripresa del carbone dal parco gli stessi trattori lo spingono nella tramoggia del rovesciatore, da dove il carbone ritorna alla torre del frantoio. Il trasporto da questa torre ai silos avviene per mezzo di altri tre convogliatori che fanno entrare il carbone nell'edificio dopo averlo sollevato alla quota necessaria. Infine un carrello rovesciatore prende il carbone dall'ultimo nastro convogliatore e lo immette nei silos. Da essi, per gravità, il carbone scende nei mulini polverizzatori sottostanti.

Diamo ora uno sguardo al dimensionamento dell'impianto, del quale la figura 2 rappresenta lo schema funzionale. Come si è detto il consumo massimo della centrale può essere di circa 2500 T giornalieri di carbone. La superficie del parco, che ha forma circolare, è di circa 35.000 m² con una capacità di accumulo valutata prudenzialmente in 125.000 T pari a 50 giornate di funzionamento a pieno carico. Questa capacità è sufficiente a premunire contro eventuali lunghe interruzioni nei rifornimenti e, d'altra parte, permette l'acquisto di notevoli quantità di carbone nella stagione estiva quando le condizioni economiche sono generalmente più favorevoli.

Il rovesciatore dei carri ha una capacità di scarico di 400 T/h con personale bene addestrato. In tal modo, con un solo turno giornaliero, si potranno scaricare circa 3000 T di carbone, cioè tre treni di composizione normale. Si ritiene che questo sia il massimo ritmo degli arrivi giornalieri di carbone

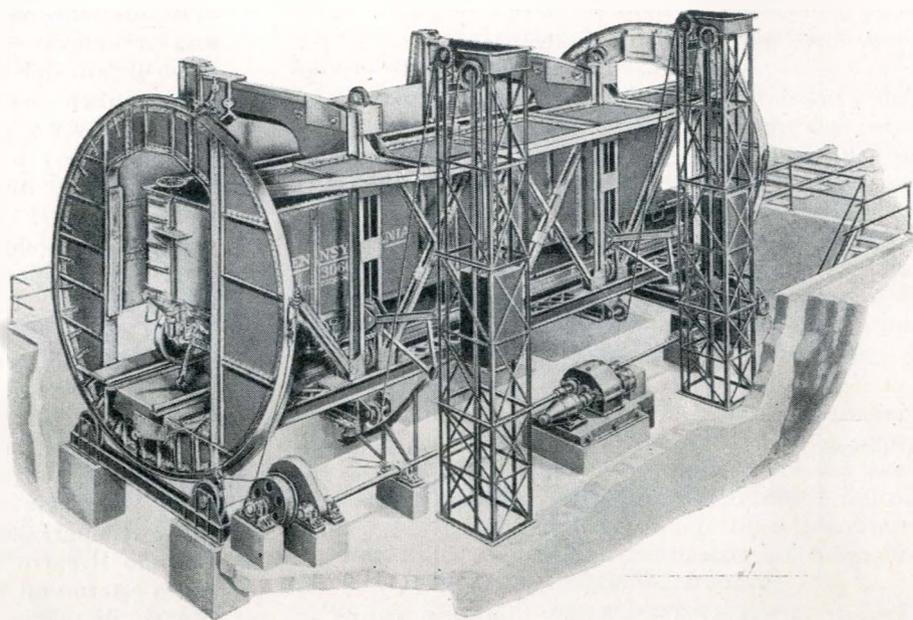


Fig. 3 - Rovesciatore carri ferroviari.

ma, in ogni caso, rimane la possibilità di effettuare un secondo ed eventualmente un terzo turno.

La capacità di trasporto dei convogliatori dalla tramoggia del rovesciatore al parco è naturalmente eguale a quella del rovesciatore e cioè di 400 T/h. Il numero dei trattori, attualmente limitato a due, verrà ampliato in relazione alle necessità. Si calcola che la capacità di trasporto di un trattore a scudo sia sulle 150 T/h e quella di una benna a strascico (utilizzata per gli spostamenti più lunghi) sulle 120 T/h. I convogliatori destinati all'alimentazione della centrale hanno una capacità di trasporto di 300 T/h. Anche in questo caso quindi, con un solo turno di otto ore, si potrà accumulare nei silos una quantità di carbone praticamente eguale al massimo consumo giornaliero. I silos, infine, avranno una capacità di accumulo complessiva di 7000 T corrispondenti a poco meno di tre giornate di funzionamento.

Vediamo ora qualche dettaglio delle parti più notevoli dell'impianto. Una descrizione dettagliata

Fig. 4 - Tre momenti del rovesciamento di un carro.



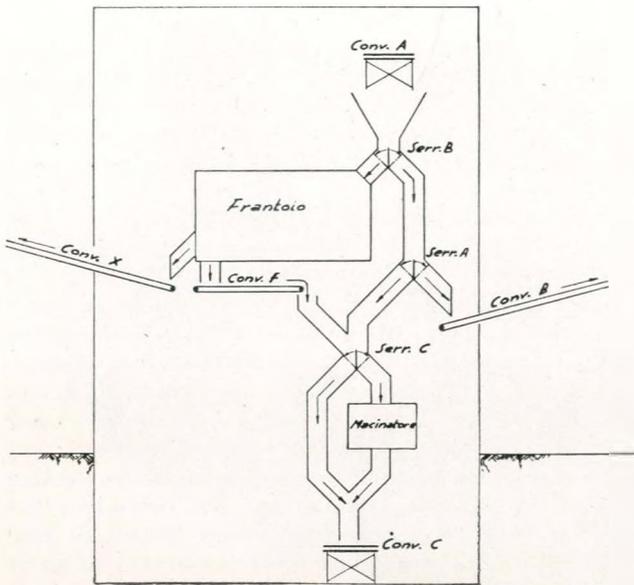


Fig. 5 - Schema della torre del frantoio.

del funzionamento del rovesciatore sarebbe molto lunga, trattandosi di un sistema meccanico abbastanza complicato. Ci limiteremo quindi ad un breve cenno.

Il rovesciatore (la fig. 3 rappresenta lo schema di un rovesciatore analogo a quello di Chivasso) è fondamentalmente costituito da un'intelaiatura cilindrica, nel cui interno, sopra una grande piattaforma metallica, passa il binario. La struttura portante, termina, alle due estremità, in due robusti anelli appoggiati su rulli; questi ultimi poggiano sulle fondazioni del complesso. Intorno agli anelli di estremità si avvolgono poche spire della fune metallica di azionamento. Sulla parte superiore della struttura vi sono due gioghi per il bloccaggio dei carri.

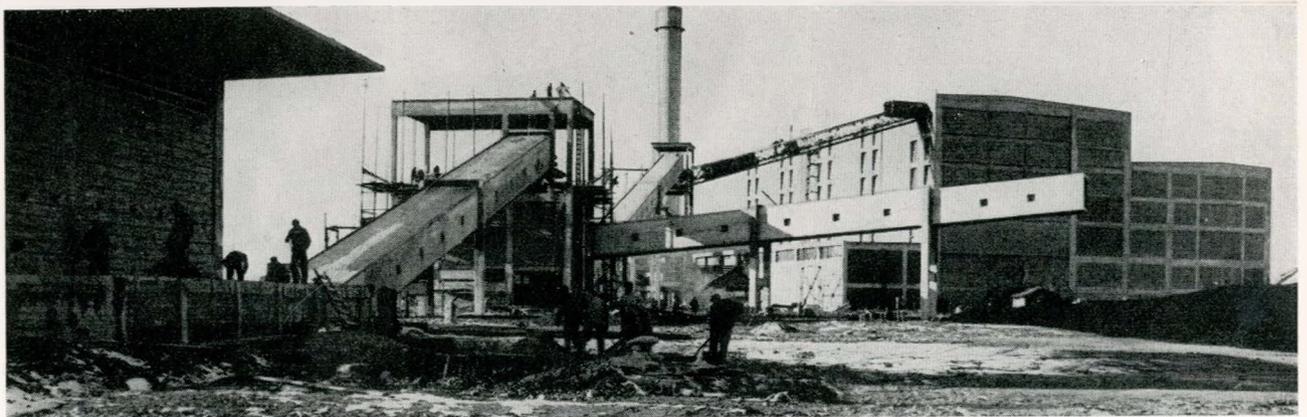
Il carro viene portato al centro del rovesciatore ancora in convoglio spinto dalla locomotiva. Il convoglio non può superare i 10 ÷ 15 carri perchè altrimenti non è possibile avere la necessaria precisione nella manovra di arresto. Sganciato ed isolato il carro, le funi motrici fanno ruotare la struttura ed iniziano la manovra di rovesciamento. Una leva a camma libera gradualmente le molle di ritegno

della piattaforma portante il binario, in modo che essa si muova con il carro dentro alla struttura, verso il lato del rovesciamento. Lo spostamento laterale finisce quando il carro appoggia la sua fiancata contro un robusto tavolato verticale; questo appoggio serve a scaricare la fiancata dal peso del carbone, che altrimenti potrebbe sfondarla nel rovesciamento. Il movimento della leva a camma è calcolato in modo che il carro di minori dimensioni trasversali, appoggi interamente contro il tavolato dopo 10° di rotazione. Mentre questo avviene, i gioghi scendono dall'alto e vanno a bloccare il coronamento del carro sotto l'azione di due contrappesi da 5000 kg; quando il rovesciatore ha compiuto 37° di rotazione, anche il carro di minore altezza è completamente bloccato. La rotazione continua fino a 140° ÷ 160° ed il carbone viene scaricato nella tramoggia sottostante. Nella manovra di ritorno le operazioni si susseguono in senso inverso. Quando il carro vuoto è ritornato in linea col binario esterno un locomotore Diesel lo rimorchia sul binario di riconsegna. La fig. 4 rappresenta tre momenti del rovesciamento di un vagone.

Il ciclo completo di rotazione nei due sensi dura in media 75 secondi; ad essi bisogna naturalmente aggiungere il tempo necessario per centrare il carro, sganciarlo e poi per riportarlo fuori. In pratica il ciclo complessivo di un carro è di circa 3,5 ÷ 4 minuti. Con una squadra di tre operai bene addestrati ed usando carri del tipo L a cassa metallica della portata di 23 ÷ 24 T si raggiunge il ritmo di scarico di 400 T/h che è il dato di dimensionamento del rovesciatore.

Dal punto di vista economico facciamo notare che i tre operai addetti alla manovra del rovesciatore possono scaricare in un turno 120 ÷ 130 vagoni, mentre lo stesso lavoro, nello stesso tempo, se compiuto manualmente, richiederebbe non meno di 120 ÷ 130 persone. Anche dal punto di vista del costo dell'impianto la soluzione del rovesciatore si presenta favorevolmente. Si pensi infatti che per scaricare manualmente in un giorno un numero di vagoni pari a quello indicato, occorrerebbe mettere sotto scarico contemporaneamente almeno 15 o 20 e da ciò sarebbe derivata la necessità di costruire delle tramogge di scarico lunghe almeno 100 ÷ 150 m, con sottostante convogliatore di eguale

Fig. 6 - Aspetto esterno dell'impianto movimento carbone



lunghezza. Questa soluzione è stata adottata, per esempio, nella grande centrale termoelettrica francese di Gennevilliers, dove è risultata conveniente solo perchè si prevede di utilizzare i vagoni con lo scarico sul fondo, che permettono una manovra rapida con limitata mano d'opera. Nel nostro caso, dovendo contare solo su carri di tipo normale, la convenienza dell'adozione del rovesciatore è risultata fuori discussione.

Le uniche obiezioni all'uso del rovesciatore potevano venire fatte sul piano tecnico e precisamente consistevano nel possibile danneggiamento dei vagoni e nella perdita dell'olio dalle boccole. Esperimenti compiuti alla presenza di tecnici delle Ferrovie dello Stato hanno però dimostrato che con i carri a cassa metallica del nuovo tipo rinforzato non si verifica il minimo danneggiamento. Per quanto riguarda l'inevitabile perdita dell'olio dalle boccole, la spesa per il suo reintegro è trascurabile di fronte al risparmio di spesa che si ha con l'uso del rovesciatore.

La prima esperienza fatta a Chivasso dell'uso di questo impianto è stata assai favorevole ed incoraggiante.

Gli alimentatori a moto alternativo che si trovano al fondo delle due tramogge del rovesciatore sono comandati da eccentrici. Essi hanno due velocità: una corrispondente alla portata di 400 T/h per la messa in parco del carbone e l'altro corrispondente alla portata di 300 T/h per il caricamento dei silos. In entrambi i casi gli alimentatori mandano il carbone sul convogliatore A (fig. 1 e fig. 2), che porta il carbone alla sommità della torre del frantoio.

Passiamo ora a questa torre che, come abbiamo già detto, è il principale centro di smistamento del carbone. Un complesso di tre serrandole A, B e C (vedere la fig. 5) permette di effettuare la manovra desiderata del carbone. Le manovre possibili sono le seguenti:

1) Passaggio diretto del carbone dal rovesciatore al parco. Dal convogliatore A il carbone viene inviato direttamente al convogliatore B, che lo immette nel parco. Questo movimento può essere effettuato con la potenzialità di 400 T/h.

2) Passaggio diretto dal rovesciatore ai silos. Questa manovra si effettua quando il carbone ha già la pezzatura (noce) necessaria per alimentare i mulini polverizzatori. Dal convogliatore A il carbone scende direttamente al convogliatore C, che si dirige verso la centrale. Questo movimento e tutti quelli che seguono, possono essere effettuati con la potenzialità di 300 T/h.

3) Passaggio del carbone dal rovesciatore ai silos attraverso il macinatore. Ciò si verifica quando la pezzatura del carbone è troppo grossa per alimentare i mulini. Il percorso del carbone è identico a quello del caso precedente, con la sola differenza che in esso viene inserito il macinatore.

4) Passaggio del carbone dal rovesciatore ai silos attraverso il frantoio ed il macinatore. Questo funzionamento si verifica quando la pezzatura del carbone richiede questa doppia riduzione. La ma-

novra delle serrandole permette al carbone di passare dal convogliatore A a quello C attraverso il frantoio ed il macinatore.

È evidente che la potenzialità del frantoio e del macinatore dev'essere di 300 T/h, pari cioè alla portata per il caricamento dei silos. Nella prima macchina il carbone viene frantumato per successive cadute in un cilindro con pareti grigliate ed opportune sporgenze, che ruota a bassa velocità. Con tale sistema il carbone « tout venant » viene ridotto alla dimensione massima di 3". Il macinatore invece è un mulino a martelli anulari agenti per forza centrifuga: esso riduce la pezzatura del carbone da 3" a 3/4".

Nello schema della torre del frantoio si notano altri due piccoli convogliatori: uno — F — serve per il movimento nell'interno della torre del carbone che è passato attraverso il frantoio, l'altro — X — serve per scaricare all'esterno il materiale che non è stato possibile frantumare, cioè quello che non passa per le griglie del frantoio.

Veniamo ora ai convogliatori. Facciamo anzitutto notare che i convogliatori a nastro sono l'unico sistema che permette di realizzare le forti portate necessarie. Essi sono costituiti da nastri di gomma e tela a sei strati, la loro velocità di avanzamento è di 1,5 m/sec circa, la loro larghezza è di 110 cm per quelli della portata di 400 T/h e di 90 cm per quelli di 300 T/h; infine la loro tensione è regolata da appositi contrappesi. La pendenza massima di questi convogliatori è di 18°.

Abbiamo già visto le funzioni dei convogliatori A e B da 400 T/h e di quelli minori F ed X. Il convogliatore C prende il carbone dalla base della torre del frantoio e lo porta fino alla sommità della torre di elevazione. Quello D lo riprende da questa torre e lo porta in centrale. Lungo questo convogliatore è installata una bilancia per la pesatura continua del carbone che entra in centrale. In testa allo stesso convogliatore vi è una puleggia magnetica che separa gli eventuali pezzetti di materiali ferrosi ed una serrandola che distribuisce il carbone ai due convogliatori E e G che corrono sopra ai silos della centrale. Allo stato attuale dei lavori è installato solo il convogliatore E che alimenta i silos dei primi due gruppi, mentre quello G verrà installato quando si costruirà il fabbricato e si installeranno i macchinari per i gruppi futuri.

Lungo il convogliatore E è installato il carrello scaricatore che può essere spostato, mediante un accoppiamento a frizione dallo stesso movimento del nastro e che invia il carbone nei silos sottostanti. Le bocche dei silos sono chiuse da due striscie di tela e gomma che vengono divaricate solo nel punto ove il carrello scarica il carbone. Si ottiene così una quasi perfetta tenuta dalla polvere.

Resta ora da esaminare l'alimentazione elettrica di questo complesso di macchinari. Un'apposita cabina di trasformazione, situata nella torre del frantoio, è alimentata a 3000 V da due linee in cavo: una normale e l'altra di emergenza. Un trasformatore da 750 kVA alimenta le sbarre 380 V della cabina e da esse sono derivate direttamente le partenze per i motori di potenza superiore a 20 HP,

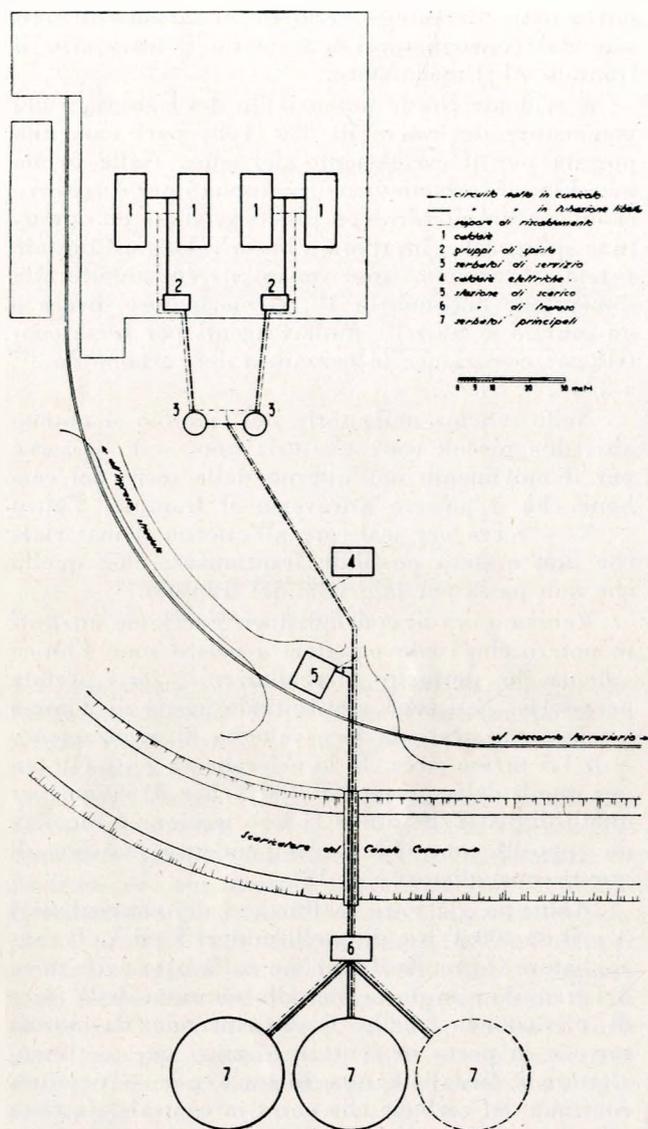


Fig. 7 - Planimetria dell'impianto movimento nafta.

mentre quelli di potenza inferiore vengono alimentati attraverso un apposito quadro di distribuzione.

I pulsanti di comando dei motori si trovano presso i motori stessi e, nel caso dei convogliatori più lunghi, sono duplicati alle due estremità di ciascun convogliatore. Inoltre i comandi sono riportati su quadri che si trovano nei seguenti punti:

a) nella cabina del rovesciatore dei carri: per i soli comandi di questo impianto;

b) nel piano centrale della torre del frantoio: per i comandi degli alimentatori, dei convogliatori A e B e di tutti i macchinari della torre del frantoio;

c) in centrale al termine del convogliatore D: per i comandi dei convogliatori C, D ed E (oltre al futuro G) e della puleggia magnetica.

In questo modo tre sole persone possono controllare e comandare tutto il funzionamento dell'impianto. Se poi si tratta di riprendere il carbone dal parco, e quindi il rovesciatore è fermo, gli uomini si riducono a due. La potenza elettrica assorbita dal complesso è di circa $300 \div 400$ kW.

Questo sistema di trasporti meccanici richiede un adeguato sistema di blocchi elettrici per evitare che dai quadri vengano inavvertitamente comandate manovre erranee. Il sistema di blocchi si basa su due punti fondamentali: 1) se un convogliatore si ferma, per evitare ingorghi e danneggiamenti, si devono immediatamente fermare tutti i convogliatori ed alimentatori a monte. Ciò è realizzato per mezzo di contatti che al verificarsi delle condizioni anormali, agiscono immediatamente sulle bobine di apertura degli interruttori dei motori relativi ai convogliatori a monte. 2) Se gli alimentatori alternativi funzionano a velocità alta, devono essere in moto entrambi i convogliatori A e B e le serrandole devono essere in posizione tale che il carbone venga inviato nel parco: questo perchè solo tali convogliatori hanno la portata di 400 T/h corrispondente all'alta velocità degli alimentatori.

Abbiamo lasciato per ultimo il parco carbone, ma questa parte dell'impianto ha pure caratteristiche molto interessanti. Infatti la sua struttura si scosta completamente dai classici parchi carbone equipaggiati con gru a portale e con il combustibile riunito in mucchi rettangolari ben delimitati. In esso invece il movimento del carbone avviene esclusivamente per mezzo dei trattori ed il combustibile è riunito in un unico mucchio di forma irregolare.

I vantaggi di questo nuovo sistema, che negli Stati Uniti ha già una grande diffusione, sono molti. Innanzi tutto il costo dell'impianto si riduce a quello dell'acquisto dei trattori necessari; in secondo luogo la forma del parco può essere qualsiasi e si utilizza meglio lo spazio. Ma il vantaggio più importante di questa soluzione consiste nel fatto che il passaggio ripetuto del trattore cingolato sul mucchio realizza un costipamento così forte del carbone che questo risulta molto compresso e la circolazione d'aria nell'interno del mucchio è ridotta se non soppressa del tutto. La densità del carbone in mucchio passa da $0,80$ a $0,90 \div 0,95$; il riscaldamento spontaneo è praticamente annullato e quindi si evita il pericolo di incendi per autocombustione. Per carboni ricchi di zolfo e di materie volatili (ad es. il Sulcis) questo fatto è della massima importanza. Lo spessore del mucchio non è quindi più limitato a $5 \div 6$ m come nei vecchi parchi, ma può raggiungere anche decine di metri. Facciamo notare che la capacità di 125.000 T di carbone che noi abbiamo indicato all'inizio, è prudenzialmente calcolata per un'altezza di mucchio non molto elevata e che essa quindi, con i sistemi di movimento del carbone adottati, potrebbe essere aumentata sensibilmente.

Abbiamo così ultimata la descrizione degli elementi fondamentali dell'impianto di movimento del carbone e, prima di chiudere l'argomento, facciamo un rapidissimo cenno alle parti accessorie.

I convogliatori sono sostenuti da agili strutture portanti, in cemento armato per la parte inferiore ed in tralicciatura metallica chiusa con pannelli di pomice pressata, nella parte più alta. Nella fig. 6 si vede l'aspetto esterno di queste strutture.

Per facilitare l'esercizio dell'impianto è stato installato un sistema di altoparlanti con i quali si

può trasmettere ordini e ricevere le risposte in qualsiasi punto. Infine per permettere una rapida pulizia del macchinario è stato installato un impianto centralizzato di aspirapolvere, con un unico elettroaspiratore ed una rete di tubi di aspirazione che raggiunge tutti i punti del complesso.

Il macchinario principale dell'impianto di movimento del carbone è stato importato dagli Stati Uniti.

L'impianto di movimento della nafta.

Abbiamo già premesso all'inizio di questo articolo che l'impianto nafta, ed ancor più quello metano, non presentano particolarità così suggestive come quello carbone e quindi la loro descrizione sarà molto più sommaria.

La nafta può essere trasportata in centrale sia con autocisterne, sia con carri cisterna ferroviari. In entrambi i casi il combustibile viene scaricato in due vasche sotterranee della capacità unitaria di 40 m³, poste a sud del fabbricato centrale, in località agevole sia per i carri ferroviari sia per le autocisterne. A fianco di queste vasche vi è un locale sotterraneo per le pompe di scarico, che possono inviare la nafta indifferentemente nei serbatoi principali, situati su di una striscia di terreno al di là del canale scaricatore del canale Cavour, oppure

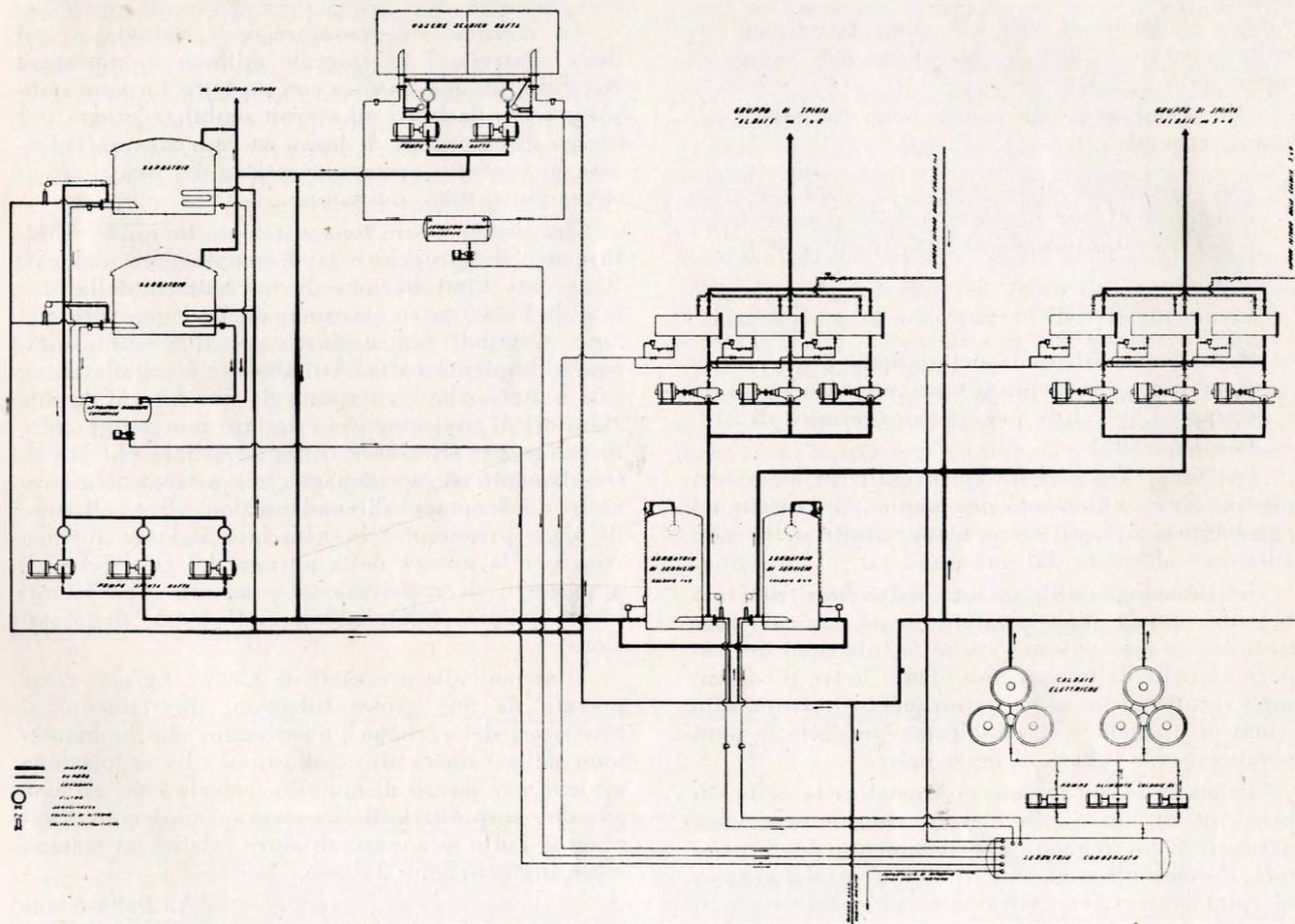
nei serbatoi di servizio situati immediatamente a sud del fabbricato principale. Una stazione di travaso che si trova presso i serbatoi principali riprende la nafta da essi e la invia nei serbatoi di servizio. Da questi serbatoi la nafta passa ai gruppi di riscaldamento e pompaggio che la inviano ai bruciatori.

La fig. 7 rappresenta la planimetria dell'impianto nafta e la fig. 8 lo schema dello stesso impianto.

Il dimensionamento dell'impianto nafta è stato fatto sulla base delle esigenze dei soli due primi gruppi da 60 MW: questo perchè, a differenza di quello carbone, l'impianto nafta potrà agevolmente essere potenziato a seconda delle necessità.

Il consumo di nafta a pieno carico di ciascun gruppo è di 20 T/h, quindi per due gruppi con un'utilizzazione giornaliera limitata all'85% si ha un consumo di 800 T al giorno. Le pompe di scarico sono due con una portata di 40 T/h ciascuna. Si è quindi in grado di scaricare in 10 ore di lavoro una quantità di nafta praticamente uguale al massimo consumo giornaliero. I serbatoi principali previsti sono tre da 7500 m³ ciascuno. Di essi attualmente solo due sono realizzati. Comunque, a lavori finiti, si potrà avere una riserva nafta pari a circa 30 giorni di funzionamento a pieno carico dei due gruppi. Le pompe di travaso, di caratteristiche

Fig. 8 - Schema generale impianto movimento nafta.



identiche a quelle di scarico, sono invece tre, delle quali attualmente solo due sono installate. Esse alimentano i serbatoi di servizio che hanno una capacità di 150 T, pari al consumo di un gruppo durante un turno di otto ore. In questo modo circa tre ore di lavoro per ogni turno bastano a travasare nei serbatoi giornalieri tutta la nafta occorrente per il funzionamento del gruppo nel periodo del turno, con un notevole margine di tempo per eventuali riparazioni. Infine il gruppo di spinta è composto da tre unità dimensionate ciascuna per il 60% del consumo a pieno carico (12 T/h). La nafta viene qui portata alla pressione di 28 kg/cm² necessaria per l'alimentazione dei bruciatori.

Una delle esigenze fondamentali degli impianti di movimento della nafta è quella di mantenerla, in qualsiasi stagione, ad una temperatura tale che la sua viscosità ne permetta un agevole movimento. Con le nafte molto dense e pesanti che, per ovvie ragioni economiche, vengono adoperate in simili impianti, queste condizioni si verificano quando la nafta ha una temperatura di almeno 35 ÷ 40°C. Per ottenere questo risultato si è dovuto installare un complesso sistema di riscaldamento a vapore con serpentine e scambiatori di calore. Questo impianto è alimentato con vapore saturo alla pressione di 7 kg/cm² che, in condizioni di funzionamento normali, viene prelevato dai corpi cilindrici dei generatori di vapore principali e fatto passare attraverso una valvola di riduzione della pressione da 65 a 7 kg/cm². In avviamento, o comunque in caso di avaria, viene utilizzato il vapore prodotto da due caldaie elettriche da 3000 kW alimentate da un circuito separato a 3000 V. Il consumo di vapore si aggira sulle 2 T h.

Gli scambiatori di calore sono installati nei punti seguenti:

- sull'aspirazione delle pompe di scarico e sono dimensionati per la portata delle pompe stesse e per un salto termico di 33°C (da 5° a 38°);
- sulla flangia di uscita dei serbatoi principali ed hanno caratteristiche analoghe ai precedenti;
- sulla flangia di uscita dei serbatoi di servizio e sono dimensionati per il massimo consumo di un gruppo (20 T/h) e per un salto termico di 23°C (da 15° a 38°).

Sul fondo dei serbatoi principali corre un serpentino di riscaldamento per mantenere la nafta ad una temperatura più elevata, soprattutto nella zona adiacente all'uscita dal serbatoio.

Le tubazioni dell'impianto nafta fuori del fabbricato centrale sono installate in un cunicolo praticabile: in esso passano anche le tubazioni del vapore e quelle della condensa. Tutte le tre tubazioni sono riunite in un unico rivestimento isolante, allo scopo di mantenere il più elevata possibile la temperatura nelle tubazioni della nafta.

Prima di essere inviata ai bruciatori la nafta subisce un ultimo e più elevato riscaldamento per permettere un regolare funzionamento dei bruciatori. Portata alla pressione di 28 kg/cm² dal gruppo di spinta, essa viene riscaldata con scambiatori di

calore, alimentati sempre dallo stesso vapore, fino alla temperatura di 100° C.

Tutte le condense dell'impianto vapore vengono inviate in serbatoi locali e poi in un unico serbatoio generale delle condense, dal quale ritornano in cielo.

Resta solo da aggiungere che tutti i comandi dell'impianto nafta sono centralizzati su un unico quadro di comando situato in un piccolo fabbricato, dove sono anche installate le caldaie elettriche. Tutto il macchinario di questo impianto, ad eccezione del gruppo di spinta e di riscaldamento a 100° C, è di costruzione italiana.

L'impianto di movimento del metano.

Il metano, oltre ai suoi ben noti vantaggi tecnici ed economici, ha anche il pregio di richiedere apparecchiature molto modeste per il suo movimento nell'interno della centrale. Se non fosse per ragioni di simmetria con le altre parti della trattazione, sarebbe forse ingiustificato parlare di « impianto di movimento del metano », in quanto tutto si riduce ad una modesta stazione di decompressione ed alle tubazioni di alta e bassa pressione che la allacciano.

Il metano arriva all'impianto di decompressione per mezzo di una tubazione del diametro di 175 mm derivata dal metanodotto Cortemaggiore-Torino, che passa nelle immediate vicinanze della centrale. La pressione nel metanodotto è molto variabile e può raggiungere il valore massimo di 50 kg/cm².

La stazione di decompressione, situata a sud della centrale, è un piccolo edificio in muratura costituito da due locali e con un tetto formato semplicemente da lastre di eternit ondulate posate per mezzo di correntini di legno su capriate prefabbricate in cemento armato. Si tratta del ben noto sistema costruttivo antiscoppio.

Nel primo locale sono sistemate le apparecchiature per il filtraggio e la decompressione del gas. È prevista l'installazione di due batterie della portata di 25.000 m³ h ciascuna; anche l'impianto metano è quindi dimensionato per due soli gruppi come l'impianto nafta. Attualmente è installata una sola batteria che è composta da due filtri e da due riduttori di pressione. Vi è inoltre uno scambiatore di calore per riscaldare il gas ed evitare che il raffreddamento che accompagna la sua espansione provochi dei fenomeni di condensazione. Sul collettore di bassa pressione è inserita la flangia venturimetrica per la misura della portata del gas. Tutti gli apparecchi di registrazione e misura sono riuniti in un quadro situato nel secondo locale della stazione.

Il metano alla pressione di 0,50 ÷ 1 kg/cm² viene portato da due grosse tubazioni direttamente ai bruciatori del carbone polverizzato, che lo immettono nella camera di combustione. La regolazione avviene per mezzo di apposite valvole che, assieme ad altri dispositivi di sicurezza, completano l'impianto. Tutte le apparecchiature relative al metano sono di costruzione italiana.

A. Dalla Verde

Studio di volta sottile con l'aiuto di modello

Si dà notizia delle modalità di studio e di indagine sperimentale seguite a proposito del proporzionamento di una specialissima volta sottile del tipo ad ombrello rovesciato con conicità verso l'alto.

Ebbi occasione di accennare in altra pubblicazione (1) ad una volta sottile in cemento armato, abbastanza caratteristica, al cui progetto venni chiamato a collaborare in Argentina. Penso ora possa essere di qualche interesse una più completa descrizione dello studio e delle indagini sperimentali che hanno permesso di definirne le dimensioni e l'armatura.

Il problema architettonico consisteva essenzialmente nel progetto di centri ospedalieri nella provincia di Corrientes, al nord di Buenos Aires, in zone a clima sub-tropicale ossia caratterizzate da intenso calore e da forti precipitazioni atmosferiche.

Il progettista — Architetto Amancio Williams di Buenos Aires — si orientò su edifici del tipo a padiglione, quasi totalmente limitati al solo piano terreno e pertanto distribuiti su di un'area notevole. La vitale necessità di difendere sia gli edifici che le vie interne di comunicazione fra gli stessi dalle offese del clima pur lasciando loro i benefici di una intensa ventilazione — indispensabile per l'alto tenore di umidità — spinse il progettista a concepire una copertura di difesa degli stessi in volte di cemento armato destinate ad assolvere una vera e propria funzione di « ombrello ».

In effetti tali volte, essendo sistemate ad una quota di imposta di dieci metri, lasciavano una zona libera di circa sei metri di altezza al di sopra del tetto dei padiglioni, costituendo così una difesa completa e propizia alla ventilazione (fig. 1). Senza entrare in ulteriori dettagli architettonici che esulerebbero dalla mia specialità, mi limiterò a ricordare che tali volte erano del tipo ad « ombrello rovesciato » presentando la conicità verso l'alto (gli scoli delle acque erano logicamente previsti nell'interno delle colonne di sostegno). La figura 2 mostra appunto un complesso di tali volte, su colonne distanti fra loro 13 metri in entrambe le direzioni.

Dal punto di vista statico il problema dello studio e del dimensionamento di volte di questo tipo non era certo semplice, data la forma delle stesse che mal si prestava alla investigazione analitica del regime di tensioni, anche per casi di carico semplici.

(1) Evoluzione e possibilità future delle strutture a guscio. Atti dell'Accademia dei Lincei, Roma, Giornata della Scienza delle Costruzioni, 1953.

Peraltro la possibilità statica della struttura era evidente: ci si trovava quindi in uno di quei casi nei quali spesso si trova il progettista, ossia di fronte ad una struttura staticamente possibile ma estremamente difficile ad essere ricondotta entro schemi di calcolo noti.

Così stando le cose mi parve consigliabile la via del calcolo approssimato guidato e confortato da esaurienti esami su modelli.

Data la continuità degli elementi di volta si poteva pensare di considerare come elemento-base una specie di cupola corrugata a pianta quadrata, con appoggio sui 4 angoli (superficie I-II-III-IV di figura 2), oppure il sopra accennato « ombrello rovesciato » a proiezione quadrata, di metri 13×13 e con appoggio in un sol punto in corrispondenza del proprio centro (superficie *a, b, c, d* di fig. 2).

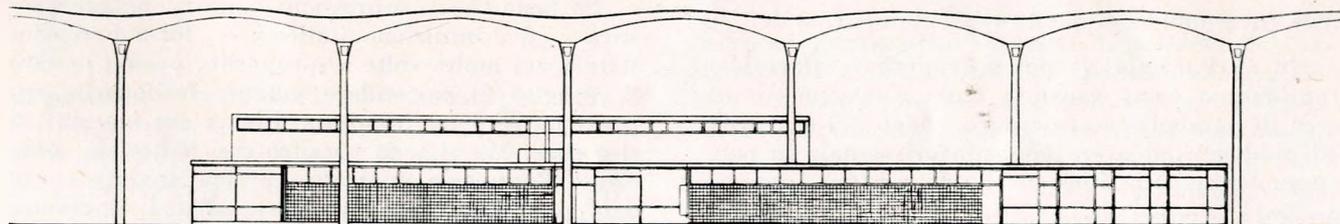
Per ragioni di carattere architettonico — necessità di poter disporre di volte « in striscia » ossia continue in una sola direzione — ma soprattutto considerazioni relative alle deformazioni indotte dalle notevoli escursioni termiche indussero ad attenersi alla seconda alternativa. La volta-base scelta fu pertanto quella di fig. 3, essendo le linee di sutura fra volta e volta concepite costruttivamente in modo tale da permettere possibili spostamenti verticali dei punti di bordo senza possibilità di fessurazioni nel calcestruzzo.

Così definito l'elemento-base si cercò di determinare l'equazione della corrispondente superficie geometrica. Tale superficie, riferita alla terna di assi di fig. 4 — è divisibile in quattro settori eguali dalle bisettrici del quadrato nel quale la stessa si proietta sul piano *x-y*: a loro volta tali settori sono simmetrici rispetto al piano *x-z* (o *y-z*); è quindi sufficiente studiare l'equazione di uno qualsiasi di questi — che chiameremo Γ_1 .

Se introduciamo, nel piano $x=a$, una curva direttrice $z=f(y)$ lasciandone provvisoriamente indeterminata l'espressione ed imponendo solamente che sia simmetrica rispetto al piano *x-z* [$f(y)=f(-y)$], la superficie Γ_1 si può pensare come un luogo di archi di parabola ciascuno dei quali soddisfi alle condizioni:

- a) di giacere in un piano passante per l'asse *z*;
- b) di avere un estremo nel punto *O*;

Fig. 1.



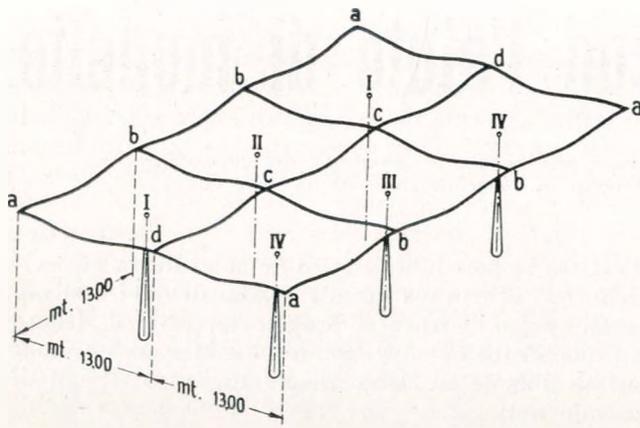


Fig. 2.

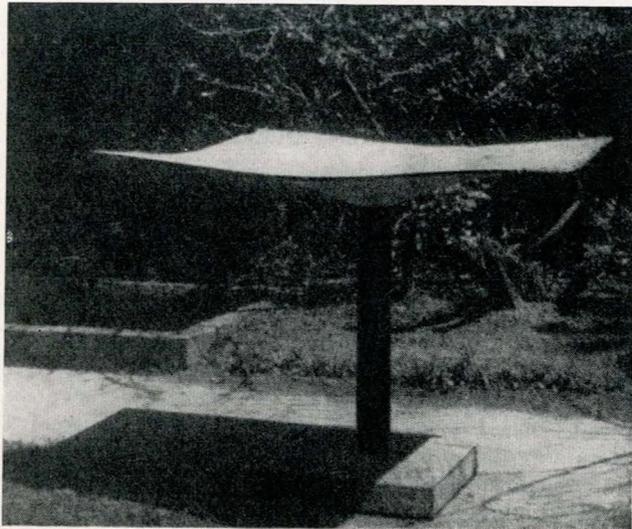


Fig. 3.

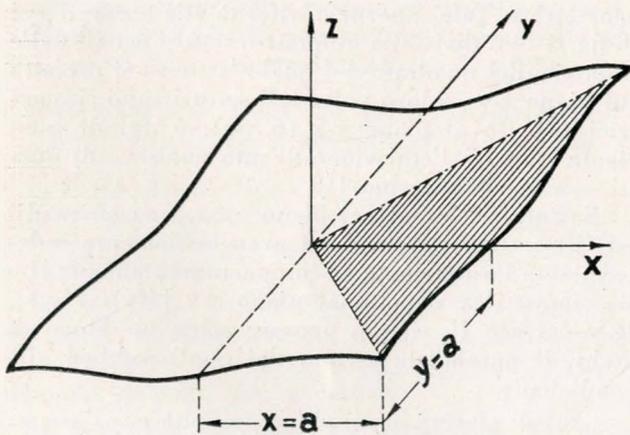


Fig. 4.

c) di avere l'altro estremo sulla curva direttrice presentando in questo tangente orizzontale.

In altri termini la nostra superficie dovrebbe considerarsi come generata dalla rotazione di un arco di parabola incernierato a snodo nel centro O ed obbligato ad avere tangente orizzontale in corrispondenza della linea di bordo $z=f(y)$ [oppure $z=f(x)$].

Se lasciamo — come già osservato — indeterminata l'espressione di tale linea di bordo è possibile giungere, per la superficie Γ_1 ad una equazione del tipo:

$$(1) \quad \bar{Z} = \frac{1}{a^2} f\left(\frac{y}{a}\right) \bar{x}^2 - 2ax$$

La condizione di continuità del piano tangente fra settore e settore (ossia in corrispondenza del piano $x=y$) è utilizzabile per sciogliere l'indeterminazione relativa alla linea di sutura. Peraltro questo conduce a grosse complicazioni analitiche, nè la linea architettonica scelta può venire completamente rispettata dovendocisi comunque adattare a cuspidi lungo le linee di sutura. Ed infine, quando anche ci si adattasse — almeno in prima approssimazione — a deviazioni dallo schema architettonico prescelto, difficoltà praticamente insormontabili si presentano al momento di introdurre la espressione (1) nelle equazioni di equilibrio stabilite dal Laffaille per superfici sghembe qualsiasi non resistenti a regimi flessionali. Tali equazioni sono del tipo:

$$(2) \quad \begin{cases} \frac{\partial \Sigma_1}{\partial x} + \frac{\partial T_2}{\partial y} = X \\ \frac{\partial \Sigma_2}{\partial y} + \frac{\partial T_1}{\partial x} = Y \\ r\Sigma_1 + t\Sigma_2 + s(T_1 + T_2) = Z - pX - qY \end{cases}$$

con Σ_1, Σ_2 componenti oblique delle tensioni normali; T_1, T_2 tensioni tangenziali secondo due direzioni oblique; X, Y, Z proiezioni oblique delle componenti cartesiane delle forze esterne

$$r = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \quad t = \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \quad p = \frac{\partial z}{\partial x} \quad q = \frac{\partial z}{\partial y} \\ s = \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$$

Non è difficile rendersi conto del fatto che l'integrazione di siffatte equazioni può essere possibile, nel caso nostro, solo a patto di scegliere, per le $f(y)$ espressioni estremamente semplici, corrispondenti a curve del tutto differenti dai dati di progetto. Inoltre — e questo era, a parer mio, lo scoglio più grave — nessuna via si apriva per l'investigazione analitica dei regimi flessionali che con ogni probabilità si sarebbero presentati in determinate zone della superficie.

In tali condizioni mi parve non solo consigliabile, ma addirittura doveroso, condurre lo studio attraverso un accurato esame su modello, confortato ed interpretato dalla esperienza e dalla intuizione.

So bene che le espressioni « intuizione progettuale » ed « intuizione statica » — forse per esser state usate molte volte a sproposito, posson destare il sospetto di nascondere soltanto faciloneria, approssimatività ed illimitata fiducia nei margini di sicurezza. Ma vi sono peraltro casi nei quali, mancando l'appoggio analitico, sarebbe ingiusto sotto ogni punto di vista rinunciare ad una esperienza

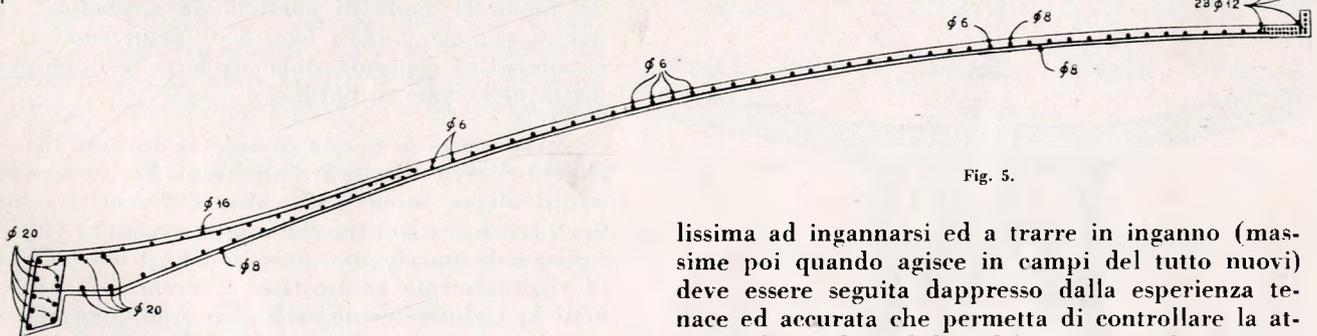
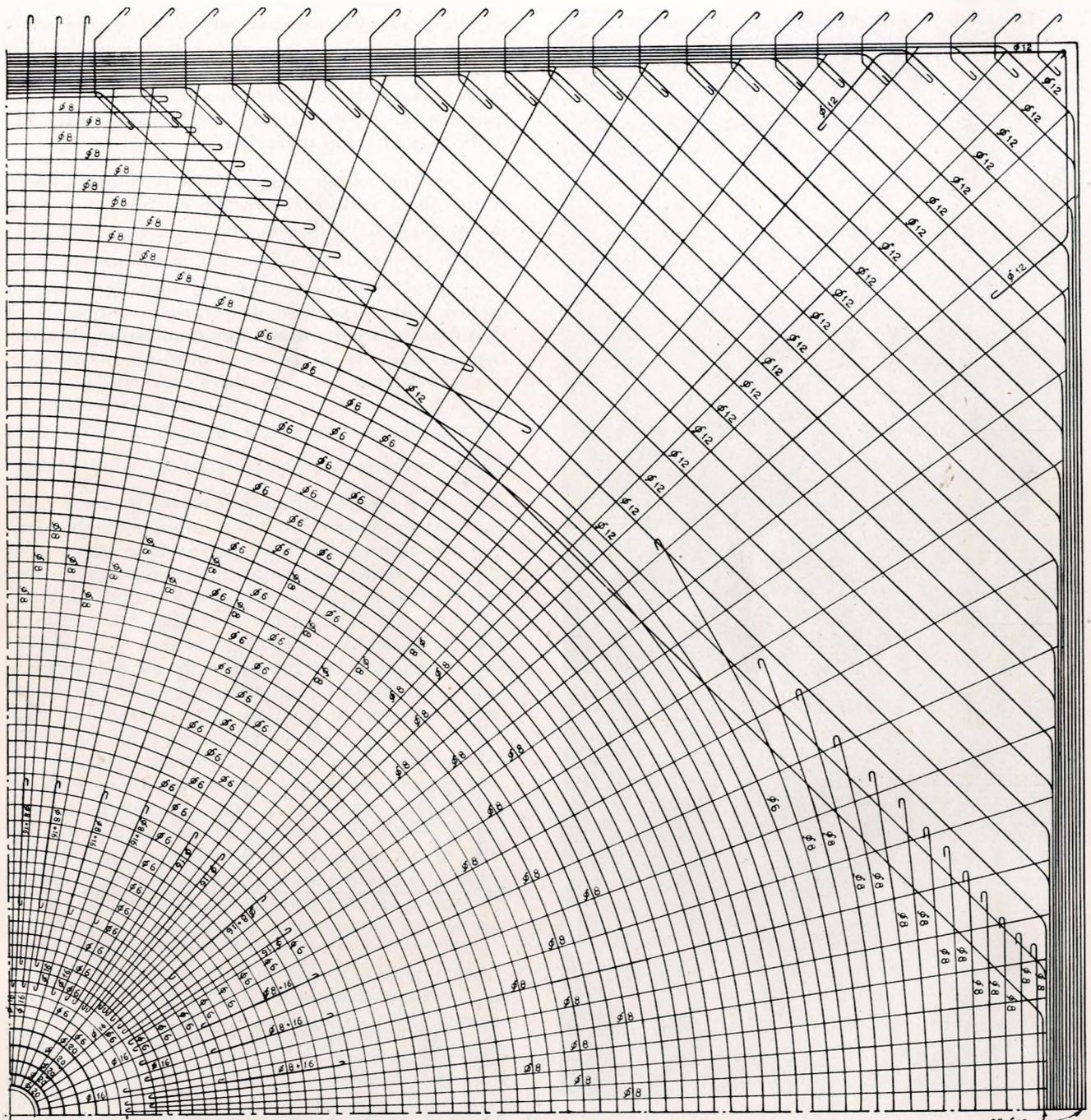


Fig. 5.

progettistica e costruttiva semplicemente per il fatto che l'oggetto di questa non può essere inquadrato entro schemi di calcolo noti. In casi di questo genere evidentemente l'intuizione deve dare il primo passo: ma poichè essa è, anche nei più esperti, faci-

lissima ad ingannarsi ed a trarre in inganno (massime poi quando agisce in campi del tutto nuovi) deve essere seguita dappresso dalla esperienza tenace ed accurata che permetta di controllare la attendibilità e la stabilità del cammino che traccia.

Nel nostro caso fu necessario ricorrere all'intuizione per stabilire in prima approssimazione dimensioni ed armatura della volta. In effetti il modello non poté essere costruito, come si sperava, in celluloido opaco, data la mancanza del materiale adatto

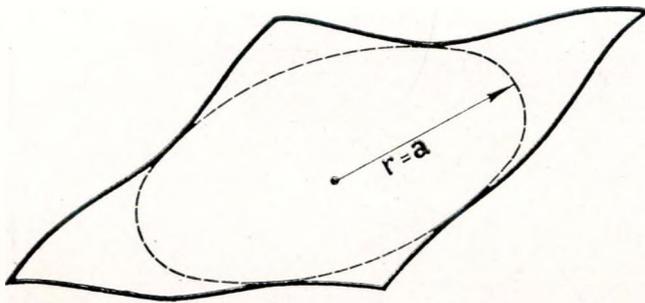


Fig. 6.



Fig. 7 a.

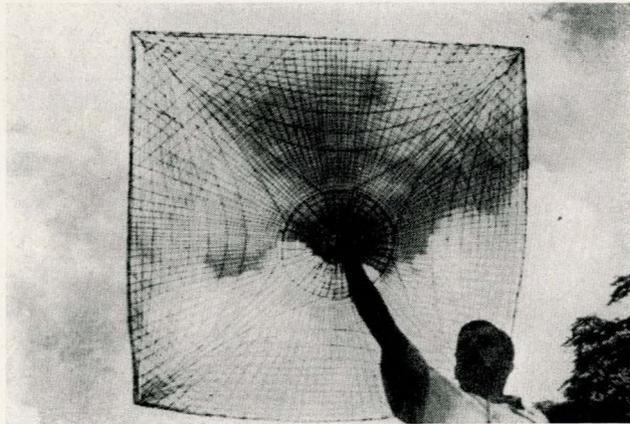
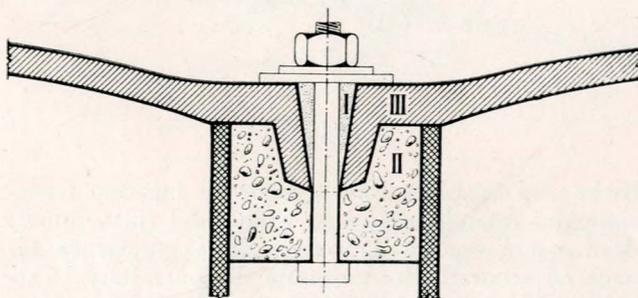


Fig. 7 b.



- I sabbia fina.
- II blocchetto di ancoraggio in calcestruzzo.
- III volta

Fig. 8.

e della attrezzatura necessaria: si decise pertanto di costruirlo in calcestruzzo armato, riproducendo in scala 1:10 la volta reale. Era quindi necessario definire il tracciato ed il diametro dei ferri ed a questo giunsi (fig. 5 riferita ad 1/4 di volta) sulla base delle seguenti considerazioni:

a) fino ad un raggio $R \approx a$ il comportamento statico della volta non avrebbe dovuto essere molto lontano da quello di una superficie di rotazione (figura 6);

b) i triangoli (o trapezi) mistilinei sghembi esclusi dalla superficie di rotazione avrebbero indotto, in una certa zona, regimi flessionali perturbatori;

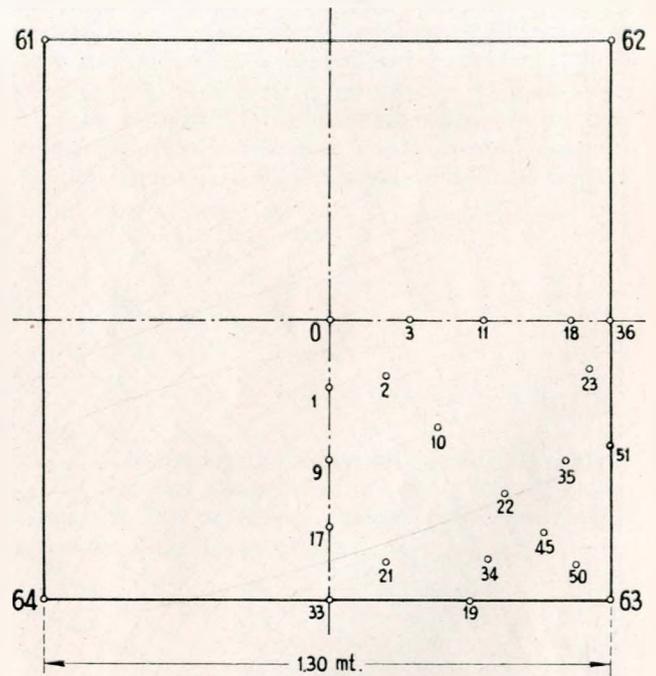


Fig. 9.

c) tenuto conto di tali regimi, ed ove si fosse conferita al bordo della volta una certa rigidezza, i suddetti elementi sghembi si sarebbero orientati verso un comportamento statico non molto lontano da quello di lembi di paraboloidi iperbolico. Per questa ragione (vedasi figg. 5 e 7a) fu adottata la caratteristica concentrazione di ferri in corrispondenza della zona di bordo.

Sulla scorta di queste considerazioni intuitive — che mi riservo di criticare più avanti — vennero costruiti diversi modelli di volta, differenti fra loro negli spessori e nel tracciato delle armature (fig. 7) utilizzando uno stampo, pure in calcestruzzo, a quote rigorosamente controllate. L'inerte usato per i getti fu esclusivamente sabbia in granulometria assortita, con $D_{max} = 2$ mm. Le difficoltà di getto e di disarmo ed i sensibili effetti del ritiro fecero sì che soltanto quattro modelli risultarono atti alle prove. È da notare infatti che uno degli inconvenienti più temibili nei modelli in calcestruzzo — per altri versi assai comodi e pratici — è la facilità di

fessurazione, che rende praticamente inattendibili molti dei dati strumentali.

Il modulo di elasticità del calcestruzzo del modello fu considerato eguale a quello del calcestruzzo della struttura: ipotesi questa, seppure non rigorosissima, tuttavia ragionevole e logica in mancanza di dati più precisi. Essendo allora

$$E \text{ modello} = E \text{ struttura},$$

era facile ottenere nel modello le medesime tensioni che si sarebbero verificate nella struttura adottando,

come rapporto di carichi esterni $\frac{1}{10^2} = \frac{1}{100}$. Questo

significava riprodurre con un Kg. per decimetro quadrato sul modello i cento Kg. per metro quadrato sulla struttura reale. Quanto al peso proprio esso doveva venir trattato — nei riguardi del modello — alla stregua di un carico esterno essendo

il volume della struttura ridotto nel rapporto: $\frac{1}{1000}$.

Le prove di carico vennero realizzate ancorando il modello alla sommità di un tubo zavorrato con arena e calcestruzzo (fig. 8) il che riproduceva con buona approssimazione l'appoggio semplice previsto per la struttura reale. Il carico venne realizzato con sacchetti di sabbia di 1 Kg.; 0,75 Kg.; 0,5 Kg. cadauno, e le deformazioni vennero misurate con flessimetri al mm 100 disposti nei 4 angoli e con estensimetri tipo Huggenberger disposti sia sulla faccia superiore che su quella inferiore, nei punti indicati in fig. 9 (per $\frac{1}{4}$ di volta).

Le prove di carico realizzate furono numerosissime: si riprodussero tanto condizioni di carico uniforme e simmetrico quanto uniforme asimmetrico (rispetto agli assi o alle bisettrici di questi) (figure 10 e 11). Il carico totale raggiunto fu di 1,90 Kg/dm² di cui 0,90 Kg. a titolo di peso proprio ed 1 Kg. a titolo di sovraccarico (questo corrispondeva a tener conto, per la struttura, di un sovraccarico di 100 Kg m²).

Riporto (Tabelle I, II e III) le letture relative ad una fase di carico, le quali permetteranno al lettore di farsi un'idea, seppure parziale, del comportamento della struttura. In tali tabelle i dati relativi alle letture sugli estensimetri sono stati, per comodità, ridotti al mm/1000 per tutti gli strumenti: pertanto, se assumiamo per E il valore di 2.000 Kg/mm² e se teniamo conto del fatto che la base di misura degli estensimetri era di 20 mm possiamo concludere che il valore numerico dei dati di deformazione — se diviso per dieci — ci dà quello della



Fig. 10.



Fig. 11.

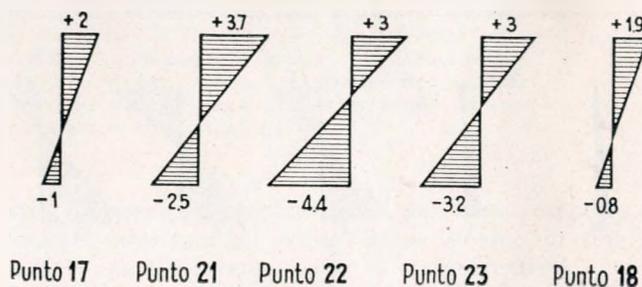


Fig. 12.

TABELLA I. - Freccie ai vertici della volta (mm/10 - Positive verso il basso).

carico Kg/dm ²	0,450				0,900				1,400				1,900			
	0,450	0,900	1,400	1,900	0,450	0,900	1,400	1,900	0,450	0,900	1,400	1,900	0,450	0,900	1,400	1,900
punto 61	8,5	14,5	20	26	9	15,5	10,5	- 8,5	8	15	5	- 23,5				
62	10	17,5	30,5	39	10	20	47	72,5	10,5	21	32,5	33				
63	10,5	19,5	28,5	37,5	12	21	42	68	11,5	21,5	51,5	91				
64	9	15,5	17,5	22	9,5	15,5	7,5	- 12,5	9	17,5	32,5	35,5				
Caso di carico uniforme				Carico dissimmetrico 0,900 Kg/dm ²				Carico dissimmetrico 1,900 Kg/dm ²								

TABELLA II. - Caso di carico simmetrico ed uniforme - Letture agli estensimetri secondo la direzione radiale.

CARICO	PUNTO 17		PUNTO 21		PUNTO 22		PUNTO 23		PUNTO 33	
	Est. sup.	Est. inf.								
0,450	—	—	—	—	—	-1,2	—	—	—	—
0,900	+ 0,4	-0,4	+ 1	—	+ 0,5	-2,3	+ 1	—	—	—
1,400	+ 0,8	-0,4	+ 2,3	-1	+ 1,5	-3,2	+ 2	-1,5	+ 0,4	-0,4
1,900	+ 2	-1	+ 3,7	-2,5	+ 3	-4,4	+ 3	-3,2	+ 0,8	-0,4

CARICO	PUNTO 34		PUNTO 35		PUNTO 45		PUNTO 49		PUNTO 50		PUNTO 51	
	Est. sup.	Est. inf.										
0,450	—	—	—	—	—	-0,5	—	—	+ 0,4	—	—	—
0,900	+ 0,4	—	—	—	+ 0,4	-2	—	—	+ 0,5	-3	—	—
1,400	+ 0,8	-0,2	+ 0,4	-0,4	+ 1,9	-3,2	—	—	+ 1	-4	—	—
1,900	+ 1,6	-4	+ 1	-1,2	+ 4	-5	—	—	+ 2	-5	—	—

TABELLA III. - Caso di carico simmetrico ed uniforme - Letture agli estensimetri secondo la direzione tangenziale.

CARICO	PUNTO 17		PUNTO 21		PUNTO 22		PUNTO 23		PUNTO 33	
	Est. sup.	Est. inf.								
0,450	+ 1,0	+ 1	+ 0,8	—	+ 0,5	—	+ 0,5	—	+ 1,6	—
0,900	+ 2,8	+ 2	+ 1,6	+ 0,4	+ 1,4	—	+ 1,6	—	+ 3,3	+ 0,8
1,400	+ 4,5	+ 2	+ 2,6	+ 0,6	+ 1,8	+ 0,5	+ 2,1	+ 0,5	+ 5,1	+ 1,2
1,900	+ 6	+ 3	+ 3,5	+ 1	+ 2,1	+ 0,8	+ 3	+ 1	+ 7,2	+ 2,2

CARICO	PUNTO 34		PUNTO 35		PUNTO 45		PUNTO 49		PUNTO 50		PUNTO 51	
	Est. sup.	Est. inf.										
0,450	—	—	—	—	—	—	+ 1	—	—	—	+ 1	—
0,900	+ 0,4	—	+ 0,2	—	+ 0,2	—	+ 2,2	+ 0,8	+ 0,5	—	+ 2,5	+ 1
1,400	+ 0,5	—	+ 0,5	+ 0,5	+ 1	+ 0,5	+ 3,2	+ 1,5	+ 0,5	—	+ 3	+ 1,5
1,900	+ 0,8	+ 0,5	+ 1	+ 0,5	+ 1	+ 0,5	+ 4	+ 2	+ 1	+ 0,5	+ 4,4	+ 1,8

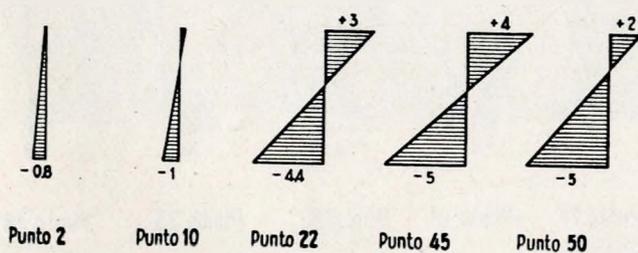


Fig. 13.

tensione espressa in Kg mm². Quanto al rapporto fra le tensioni nel modello e quelle nella struttura reale, abbiamo già osservato che poteva essere considerato eguale ad uno.

Dal complesso delle prove emersero le conclusioni seguenti:

a) il comportamento della struttura come superficie di rotazione in regime membranale può essere considerato sicuro fino ad un raggio R, leggermente inferiore al valore del semiasse principale ($R_1 \approx 0,87 a$);

b) la deformabilità della zona definita da $R < R_1$ era di gran lunga inferiore a quella della zona restante ed in particolare dei lembi;

c) nasceva, come conseguenza di tale differenza, un vero e proprio effetto di incastro dei lembi nel nucleo centrale, effetto caratterizzato da un comportamento flessionale inequivocabile. La fig. 12 mostra appunto i diagrammi di tensione in corrispondenza dei punti approssimativamente definiti dal raggio $R \approx 0,9 a$. La fig. 13 mostra invece gli stessi diagrammi ricavati lungo la bisettrice dell'elemento mistilineo di lembo. Entrambe corroborano con indubbia evidenza quanto asserito.

Le osservazioni sopra riportate portarono ad escludere la possibilità di un comportamento omogeneo della struttura dal punto di vista membranale; non solo, ma condussero a scartare un eventuale comportamento dei lembi come elementi di paraboloidi iperbolici (ipotesi fatta, come si ricorderà, in sede di « intuizione ») e questo soprattutto per la grande differenza di rigidità dei loro bordi.

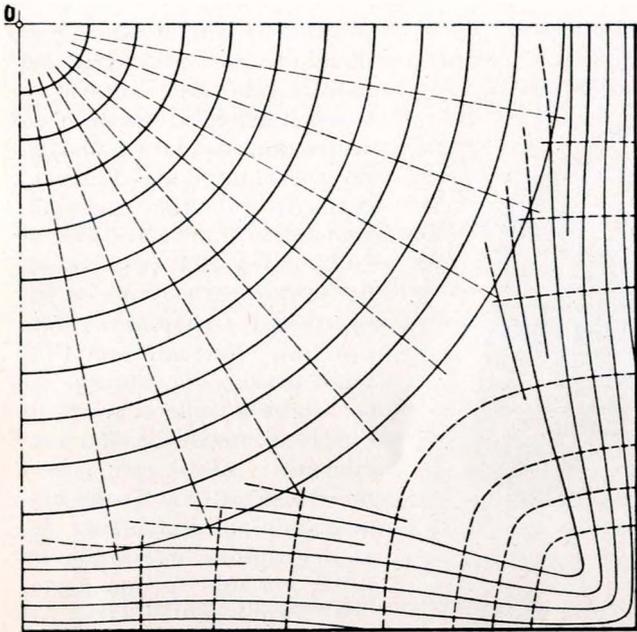


Fig. 14.

Si addivenne pertanto a diverse modificazioni dello spessore della volta in corrispondenza delle zone di lembo, venne eliminato il bordo perime-

trale, che era risultato di debole efficacia, e si trattarono i lembi come elementi (sghebbi) incastrati in corrispondenza della superficie di rotazione, studiandoli con le note equazioni statiche delle superfici conoidiche in regime membranale (il che era evidentemente possibile per essere noti « a priori » gli effetti delle perturbazioni di bordo, grazie alle osservazioni sperimentali). Quanto alla zona di volta assimilabile a superficie di rotazione, non subì modificazione alcuna.

In tal modo fu possibile arrivare ad un tracciamento sufficientemente approssimato delle linee isostatiche (fig. 14), tracciamento che servì logicamente di guida per definire con sicurezza sezione e traiettoria dei ferri di armatura.

La costruzione degli ospedali nei quali le volte sopra descritte trovano applicazione era prevista per il 1953, ma per varie ragioni l'inizio dei lavori venne ritardato al 1954. Non sono pertanto in grado di dare, a tutt'oggi, dati relativi alla costruzione delle volte ed alle prove di carico previste per le stesse. Spero peraltro di poterlo fare quanto prima per l'indubbio interesse che riveste il confronto fra un esame su modello in scala ridotta ed un esame su di una struttura reale.

Giulio Pizzetti

Alcuni esempi di impiego della saldatura nella costruzione dei grandi motori Diesel

Le applicazioni più notevoli della saldatura nella costruzione dei grandi motori Diesel riguardano la struttura fissa. Grazie ai progressi raggiunti nel campo della saldatura le costruzioni colate in ghisa e saldate in acciaio sono giudicate funzionalmente equivalenti. Anche i costi sono poco differenti, così che la scelta fra le due esecuzioni può essere determinata anche soltanto dalla condizione particolare momentanea di ogni costruttore. Le esecuzioni saldate si possono dividere, grosso modo, in due tipi, in base al concetto predominante di realizzazione, che può essere: a) massima economia, b) minimo peso. Le differenze fra i due tipi sono notevoli nella esecuzione, ma poco apprezzabili su fotografie e schizzi. Si citano alcuni esempi di costruzioni saldate eseguite nello Stabilimento Grandi Motori, relative a motori di tipo speciale e con scopo prevalente di alleggerimento. Si presenta pure, come dimostrazione della complessità di esecuzione, l'esempio di un cilindro sperimentale in costruzione saldata.

Le applicazioni più notevoli della saldatura nella costruzione dei grandi motori Diesel si riferiscono alla ossatura del motore, cioè alla cosiddetta struttura fissa. Infatti un motore può essere suddiviso in due parti, ciascuna formata, naturalmente, da numerosi pezzi: la parte fissa, che costituisce lo scheletro della macchina, e la parte mobile, sopportata, guidata e contenuta nella prima.

La parte fissa, globalmente considerata, rappresenta mediamente circa il 70% del peso della macchina mentre la parte mobile costituisce il rimanente 30%.

Data la potenza dei grandi Diesel moderni (oltre 20.000 Cv massimi) e la rigidità strutturale funzionalmente necessaria, la mole totale di queste macchine raggiunge valori senz'altro rimarchevoli (oltre 800 Tonn). Di conseguenza anche i singoli pezzi che la compongono hanno, singolarmente,

delle dimensioni rilevanti e dei pesi che, con tutta facilità, arrivano all'ordine delle decine di tonnellate, particolarmente per la struttura fissa.

L'esecuzione classica, e certamente più diffusa, della struttura fissa (e più precisamente dei suoi tre elementi principali: basamento, montanti, cilindri) è la fusione in ghisa. Tuttavia l'esecuzione in struttura saldata dei primi due (per il terzo ostano motivi particolari che verranno detti avanti) non può essere considerata solo come una variante occasionale, dettata da motivi particolari.

L'esecuzione del basamento e dei montanti di un grosso motore Diesel in struttura saldata deve essere considerata, oggi, come una vera e propria alternativa alla costruzione fusa, cosa che era assai meno vera fino a pochi anni fa, ma che oggi è provata dal fatto che alcune Case costruiscono sistematicamente in struttura saldata, altre promiscua-

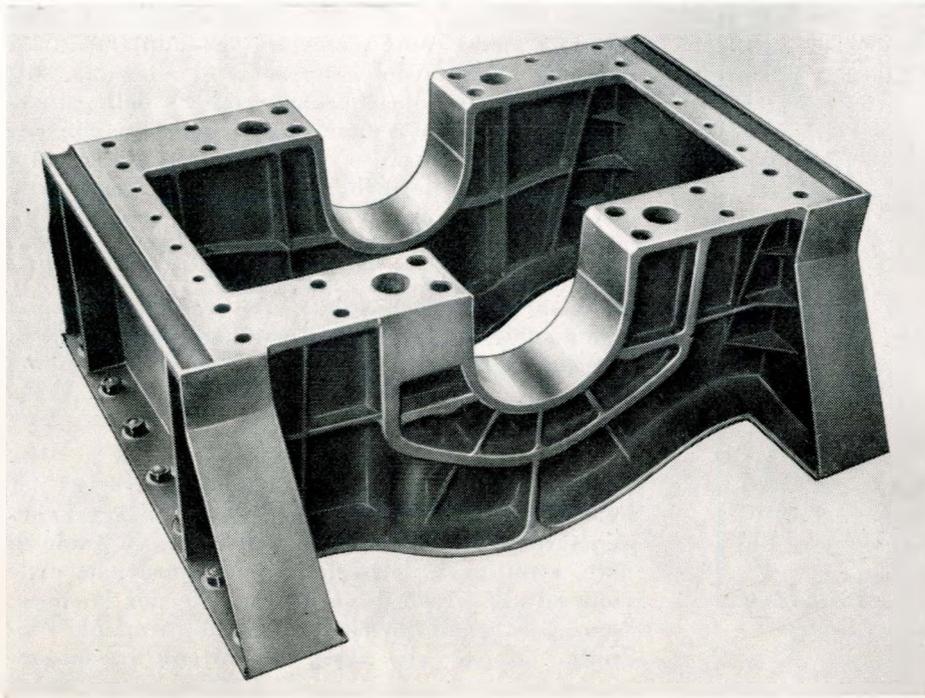


Fig. 1 - Sezione di basamento per motore con cilindro diametro 650 mm.

mente in struttura fusa e saldata, e si verifica anche il caso di costruzioni previste fuse dalla Casa madre e trasformate in saldate da Licenziatari.

Questo significa anzitutto che l'esecuzione fusa e quella saldata sono oramai ritenute funzionalmente del tutto equivalenti: sono cioè scomparsi quei pregiudizi che, fino ad un'epoca non lontana, affioravano contro i pezzi saldati di grosse dimensioni sottoposti, in funzionamento, a sollecitazioni complesse ed elevate. E questo è merito incontestabile dei grandi progressi realizzati nel campo della saldatura.

Significa poi che non vi sono differenze economiche sostanziali fra i due tipi di esecuzione, se bastano esigenze di ripartizione di lavoro fra i vari reparti di una fabbrica, oppure il dimensionamento della fabbrica stessa, per spostare il tipo di costruzione.

In queste condizioni, una analisi comparativa di costo fra esecuzione saldata e fusa diventa complicata, in quanto, dovendo operare su piccole differenze, deve essere per forza condotta in maniera molto minuziosa, cosa che esorbita dall'assunto delle presenti note. Verranno quindi ritenute sufficienti le constatazioni pratiche sopra riportate, le quali, evidentemente, sono già il risultato di una analisi del genere, effettuata dai singoli costruttori.

Con l'evoluzione della mentalità costruttiva nei riguardi della struttura saldata, si sono anche modificati alcuni concetti ad essa collegati. In passato, la struttura saldata era vista, o più esattamente subita, principalmente in funzione del guadagno nel peso che essa consente. Oggi, come conseguenza a quanto sopra, questo lato ha perso importanza in molti casi di applicazione.

Indubbiamente un guadagno nel peso c'è sem-

pre. Esso si può ritenere mediamente del 15 % circa del peso totale del motore in esecuzione fusa, quando la costruzione saldata è del tipo corrente, cioè effettuata col criterio della massima economia. Può salire fino al 20 % circa del peso totale del motore in esecuzione fusa, con costruzioni saldate più fini, effettuate con l'intento preciso del minimo peso. Come si vede si tratta di differenze sensibili, ma non rilevanti; infatti esse possono essere ottenute solo manovrando sulla struttura fissa del motore, e neanche su tutta, ma solo su una parte, che rappresenta circa il 25 ÷ 30 % del peso del motore in esecuzione fusa. Questa parte è costituita, come si è detto, da ciò che comunemente si chiama basamento e montanti.

Come è noto, in qualsiasi macchina alternativa di grandi dimensioni, l'ossatura o struttura fissa si può considerare divisa in tre zone, rispettivamente dal basso verso l'alto: basamento, montanti, cilindri.

Costruttivamente questo significa avere due piani di unione, i quali possono diventare uno solo se i montanti si fondono col basamento o con i cilindri, o metà con l'uno e metà con gli altri: la mole della macchina e il criterio costruttivo decidono in merito.

Negli esempi che seguono verranno citate promiscuamente soluzioni costruttive dell'un tipo e dell'altro, rivolgendo l'attenzione soprattutto alla forma del pezzo ed agli intendimenti che l'hanno determinata.

1) Fig. 1 - *Basamento di motore Diesel costituito da 8 cilindri $\varnothing = 650$ mm funzionanti secondo il ciclo a due tempi, doppio effetto - Potenza : 10.000 HP.*

Il basamento è costituito da tronchi corrispondenti a due cilindri caduno, imbullonati fra di loro (la figura rappresenta metà di un tronco). Ogni tronco è costituito da traverse di acciaio fuso, saldate a lamiera e piatti che costituiscono il fasciame longitudinale.

Il frazionamento del basamento in un numero così elevato di pezzi è dovuto ad esigenze speciali di sistemazione, in relazione alle quali non possono essere superate certe dimensioni per i singoli pezzi, mentre la scelta della struttura mista (acciaio fuso e lamiera) è dovuta principalmente ai seguenti motivi:

a) Conseguire il massimo di leggerezza senza dover effettuare asportazioni di macchina di mate-

riale inutile ai fini della resistenza. Comunemente infatti le traverse in struttura saldata si ottengono con una combinazione di lamiera, piatti e billette che inevitabilmente, data la forma del pezzo, lasciano in certi punti del materiale esuberante.

b) Ottenere la massima garanzia funzionale. Infatti, trattandosi di un motore a doppio effetto di grandi dimensioni e di elevata potenza specifica, le traverse sono sollecitate in maniera molto complessa e severa, e l'eventualità di un cedimento locale di qualche saldatura per fatica non può essere dimenticata.

Lo spessore predominante è 20 mm per l'acciaio fuso e 15 mm per la lamiera. Il peso dei singoli tronchi è mediamente di 6000 Kg.

2) Fig. 2 - *Montante del motore di cui al punto precedente (La figura rappresenta due montanti già assemblati e con la guida del pattino montata).*

Il montante è interamente costituito da lamiera, piatti e tubi saldati insieme. Lo spessore predominante è 15 mm. Il peso del montante finito è 1200 Kg. Per contenere il peso in un valore così esiguo si è dovuto naturalmente ricorrere alla costruzione a parete semplice, contrariamente a una certa pratica che per i motori a doppio effetto fa preferire la costruzione dei montanti a parete doppia, dati i rilevanti sforzi che li attraversano.

Globalmente, basamento e montanti del motore sopraddetto pesano 35 Tonn, contro le 90 Tonn di un analogo motore con struttura in ghisa. Il guadagno in peso, valutato sui soli basamento e montanti, è quindi del 60 %. Sul peso totale del motore è del 15 %. Quanto sopra sempre prendendo come base il motore con struttura fusa in ghisa.

3) Fig. 3 - *Incastellatura (basamento + montanti) di motore Diesel costituito da 8 cilindri funzionanti secondo il ciclo a quattro tempi - Potenza: 2400 HP (alta sovralimentazione).*

L'insieme concentra in sé tutta la struttura fissa inferiore e mediana del motore ed è formato prevalentemente da lamiera e piatti saldati insieme.

Però vi sono anche delle parti di acciaio fuso, e

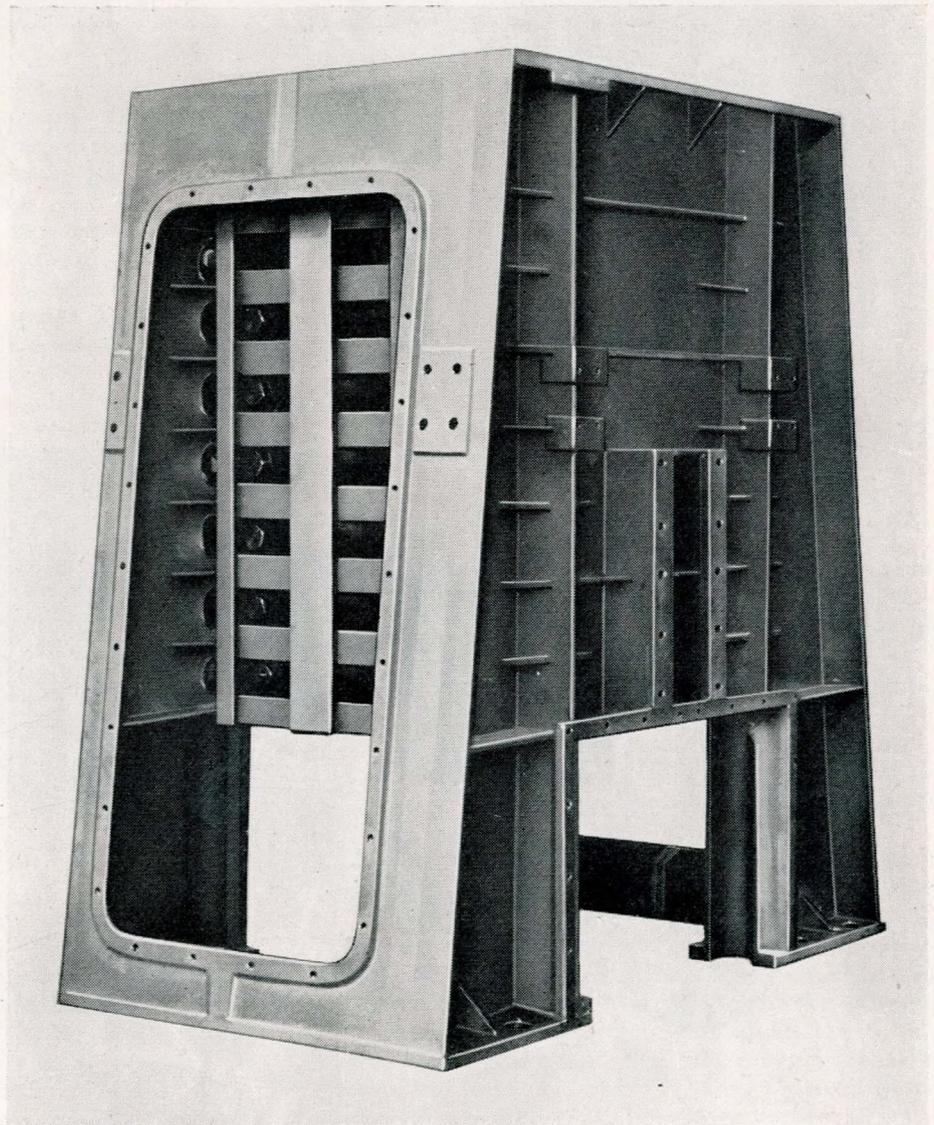
precisamente la parte superiore delle traverse, a forma di U, che portano le sedi per i cuscinetti di banco dell'asse a manovelle, e per i cuscinetti dell'asse della distribuzione, oltre alle radici di attacco dei tiranti che fissano i cilindri.

Anche qui, il concetto che ha determinato l'inserimento di elementi di acciaio fuso in mezzo alla struttura formata da lamiera e piatti, è stato quello di eliminare in partenza il materiale sovrabbondante nelle zone che, di necessità, hanno una forma complicata. Gli spessori predominanti sono rispettivamente 10 mm per le traverse e 8 mm per il fasciame esterno. L'insieme pesa 1720 Kg, mentre il solo asse a manovelle pesa 2340 Kg.

4) Fig. 4 - *Incastellatura di motore Diesel costituito da 7 cilindri più pompa d'aria funzionanti secondo il ciclo a due tempi - Potenza : 1750 HP.*

Malgrado la minore potenza, trattasi di un motore di mole un po' maggiore del precedente. L'incastellatura è di forma analoga, però, in

Fig. 2 - Montante (e guida pattino) per cilindro diametro 650 mm.



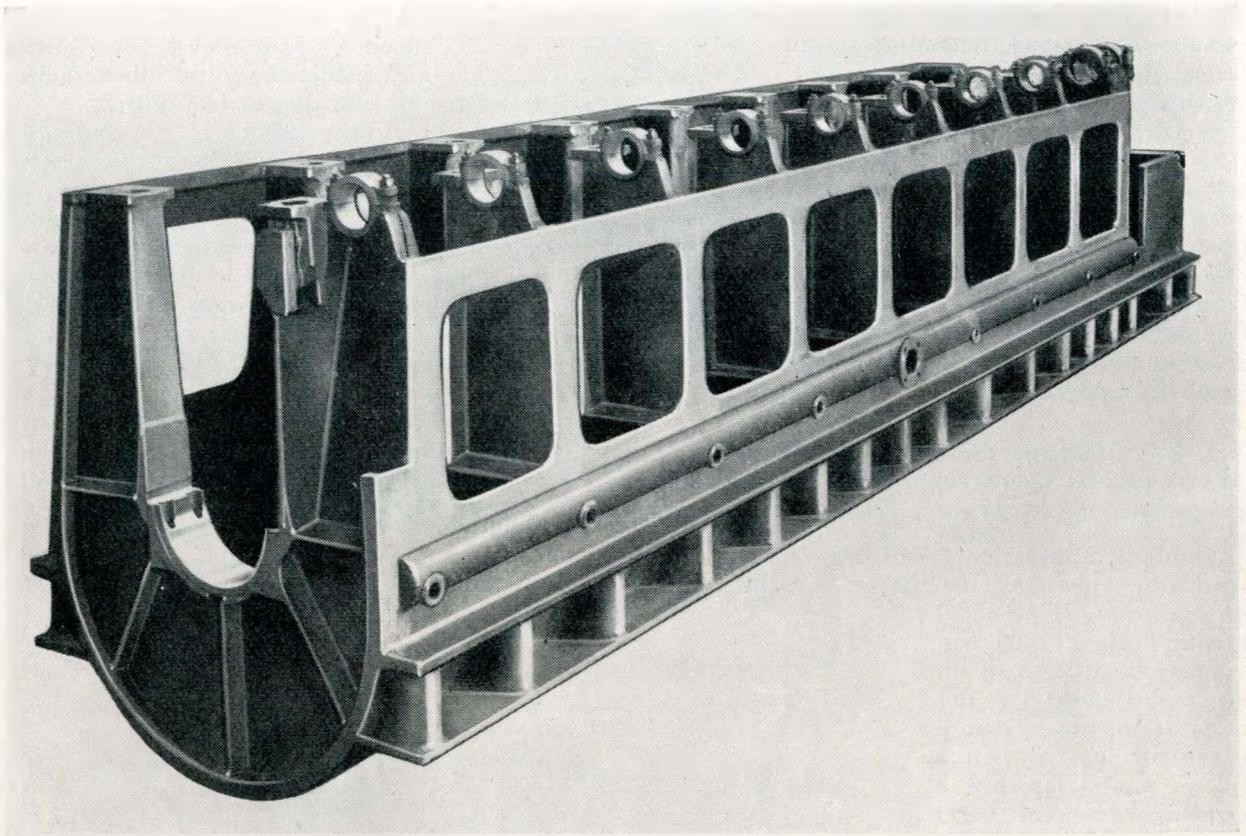


Fig. 3 - Incastellatura (basamento+montanti) di un motore Diesel a 4 tempi.

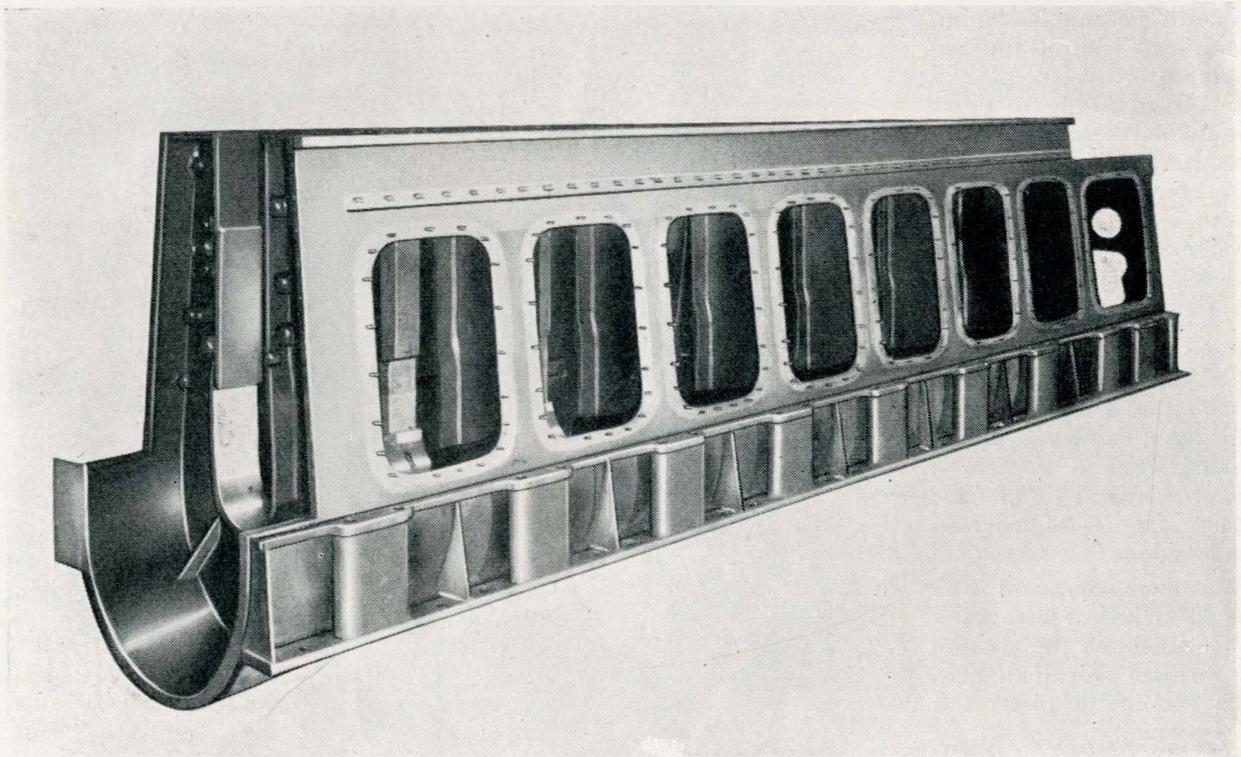


Fig. 4 - Incastellatura (basamento+montanti) di un motore Diesel a 2 tempi.

questo caso, manca del tutto l'acciaio fuso. Infatti, trattandosi di un motore a due tempi e mancando quindi l'albero della distribuzione per la parte relativa alle camme di aspirazione e scarico, quest'ultimo resta svincolato dalla necessità di risultare addossato ai cilindri e può essere sopportato esternamente all'ossatura del motore. Di conseguenza le traverse risultano notevolmente più semplici nella parte superiore, dovendo solo portare i tiranti di attacco dei cilindri. Esse vengono pertanto ricavate completamente mediante unione di piatti e lamiere, come risulta dalla fig. 5 e poi saldate al fasciame esterno.

Gli spessori predominanti sono 12 mm per le traverse e 11 mm per il fasciame.

Il peso dell'insieme finito è di 4450 Kg. mentre l'asse a manovelle pesa 3550 Kg.

La soluzione costruttiva delle figg. 3-4 conferisce indubbiamente grande leggerezza, rigidità e semplicità al motore, ma richiede particolari cure e abilità nella costruzione quando il numero dei cilindri è elevato e, di conseguenza, il pezzo risulta notevolmente sviluppato in lunghezza.

Infatti la posizione delle traverse, a pezzo finito, cioè saldato e normalizzato in forno per distensione, deve risultare esatta entro una tolleranza assai ristretta. Questo in quanto le traverse devono, per il successivo montaggio, venirsi a trovare in corrispondenza della mezzeria dei perni di banco dell'albero a gomiti e ciò è evidentemente richiesto con tanta maggior approssimazione quanto più piccolo è mantenuto l'interasse e quindi lo spazio a disposizione delle manovelle nelle relative camere ricavate nell'incastellatura. Ora, gli svergolamenti e le variazioni di lunghezza, durante la confezione di pezzi così lunghi e costituiti da lamiere così sottili, sono assai difficili da prevedere e dominare.

Nei due casi ora illustrati difficoltà non si sono avute, in quanto veniva utilizzata l'esperienza maturata in una serie precedente di motori analoghi, dove però l'incastellatura era frazionata in più pezzi.

5) Fig. 6 - Castello di motore Diesel costituito da 5 cilindri funzionanti secondo il ciclo a due tempi doppio effetto - Potenza: 3500 HP.

Questo pezzo risulta dalla unione di tre montanti del tipo convenzionale, che sono ancora chiaramente individuabili nella sagoma dell'insieme. Motivo principale di questa costruzione, la preoccupazione per la rigidità della parte mediana del motore, relativamente corto, stretto ed alto. Nè è stato ritenuto che il collegamento costituito dalle guide dei pattini, che sono pure fissate su questo

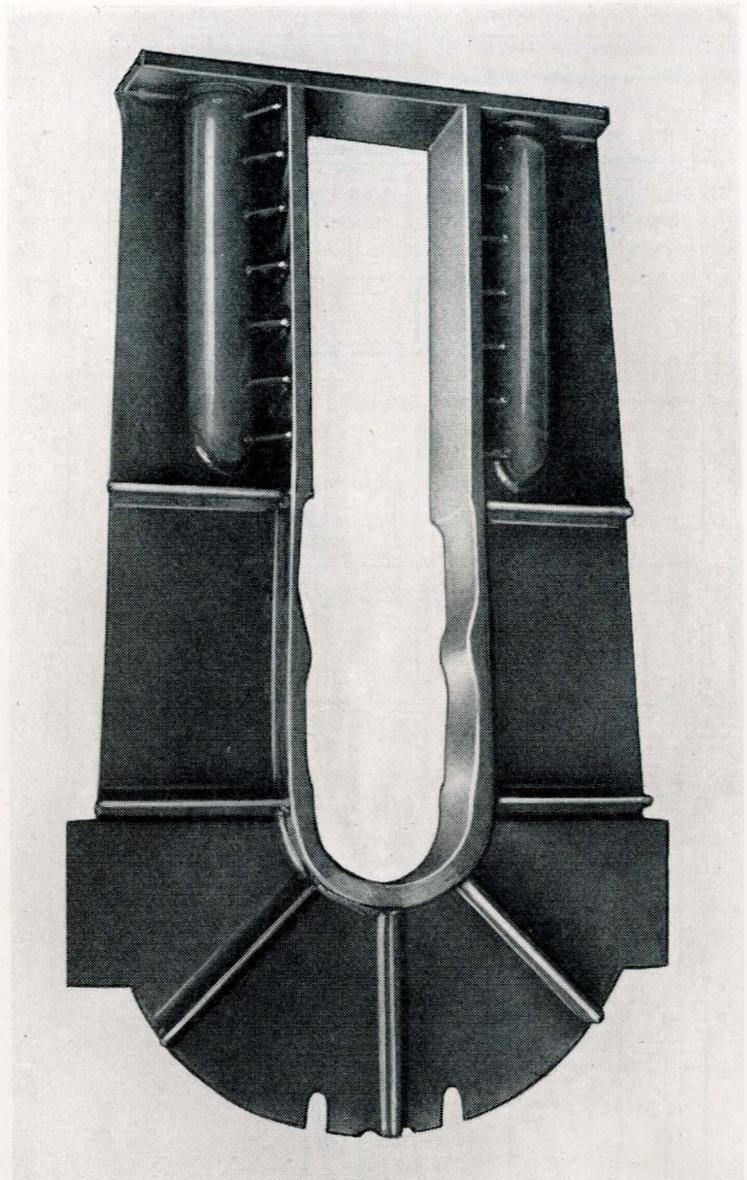


Fig. 5 - Traverse per incastellatura di motore Diesel a 2 tempi.

pezzo, fosse, come di regola, sufficiente, ma anzi che le guide stesse potessero svergolarsi per eccessiva deformabilità dell'insieme, pregiudicando il funzionamento del manovellismo.

Con la soluzione costruttiva indicata in figura, tutti questi pericoli sono stati superati e si è potuto dare una solida imposta alle guide dei pattini, pur contenendo il peso dell'insieme entro valori di poco superiori a quelli che si sarebbero ottenuti con la soluzione a montanti isolati.

La costruzione è formata da lamiere, piatti e tubi uniti insieme. Gli spessori predominanti sono rispettivamente 8 mm e 10 mm.

La difficoltà costruttiva principale di questo pezzo, che è di notevole altezza, sta al solito nel contenere entro gli opportuni valori lo slineamento e lo svergolamento dei singoli montanti che lo costituiscono. Questa tendenza allo svergolamento è favorita dal fatto che, verso il basso, i singoli montanti risultano liberi. D'altra parte dentro ai mon-

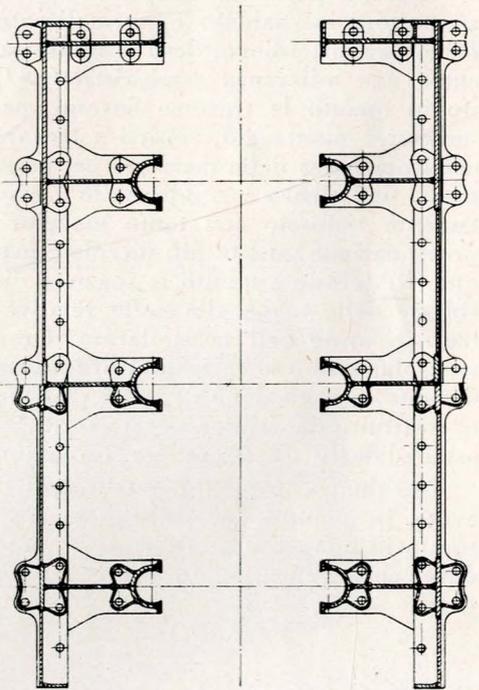
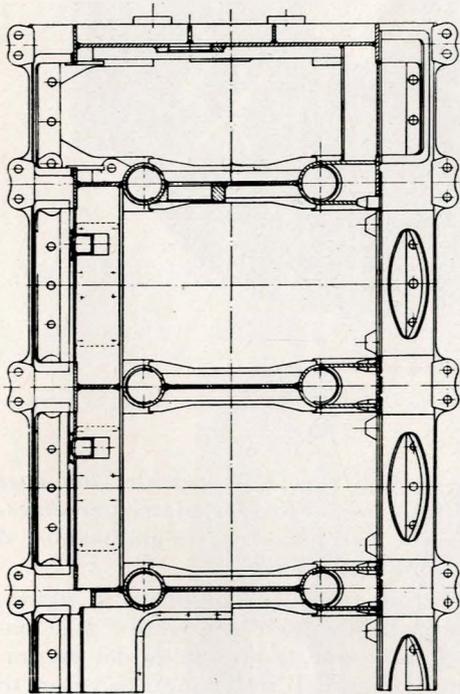
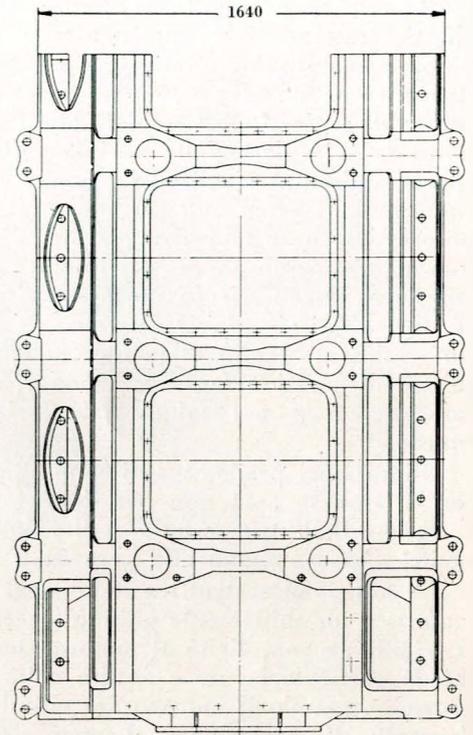
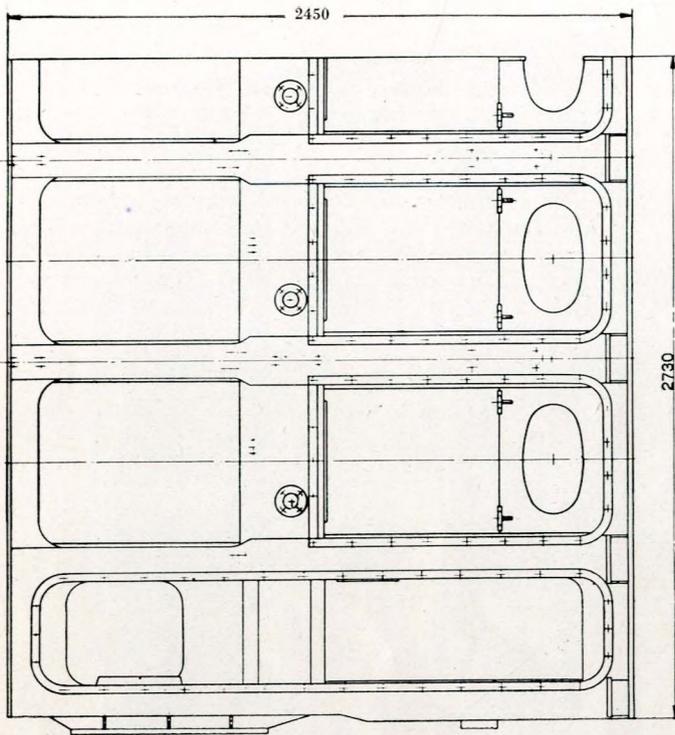


Fig. 6 - Castello di motore Diesel a 2 tempi.

tanti passano le colonne che costituiscono un vincolo a distanza fissa. Il peso dell'insieme finito è di 3000 Kg.

6) Fig. 7 - Cilindro di motore Diesel funzionante secondo il ciclo a due tempi, doppio effetto - Potenza : 1850 HP.

Si tratta di una costruzione determinata da necessità sperimentali ed effettuata una volta tanto

nel corso degli studi per la messa a punto di un nuovo sistema di lavaggio per motori a due tempi a doppio effetto.

Scompare, in questo caso, ogni preoccupazione per quanto riguarda il peso, però subentrano altre notevoli difficoltà, dovute alla forma e alla funzione del pezzo. La forma del pezzo è inevitabilmente complicata; basti pensare che esso deve portare incorporato il canale di adduzione dell'aria di lavaggio e quello di scarico dei gas combusti, e costi-

tuire camera d'acqua per la circolazione attorno ad essi e alla camicia.

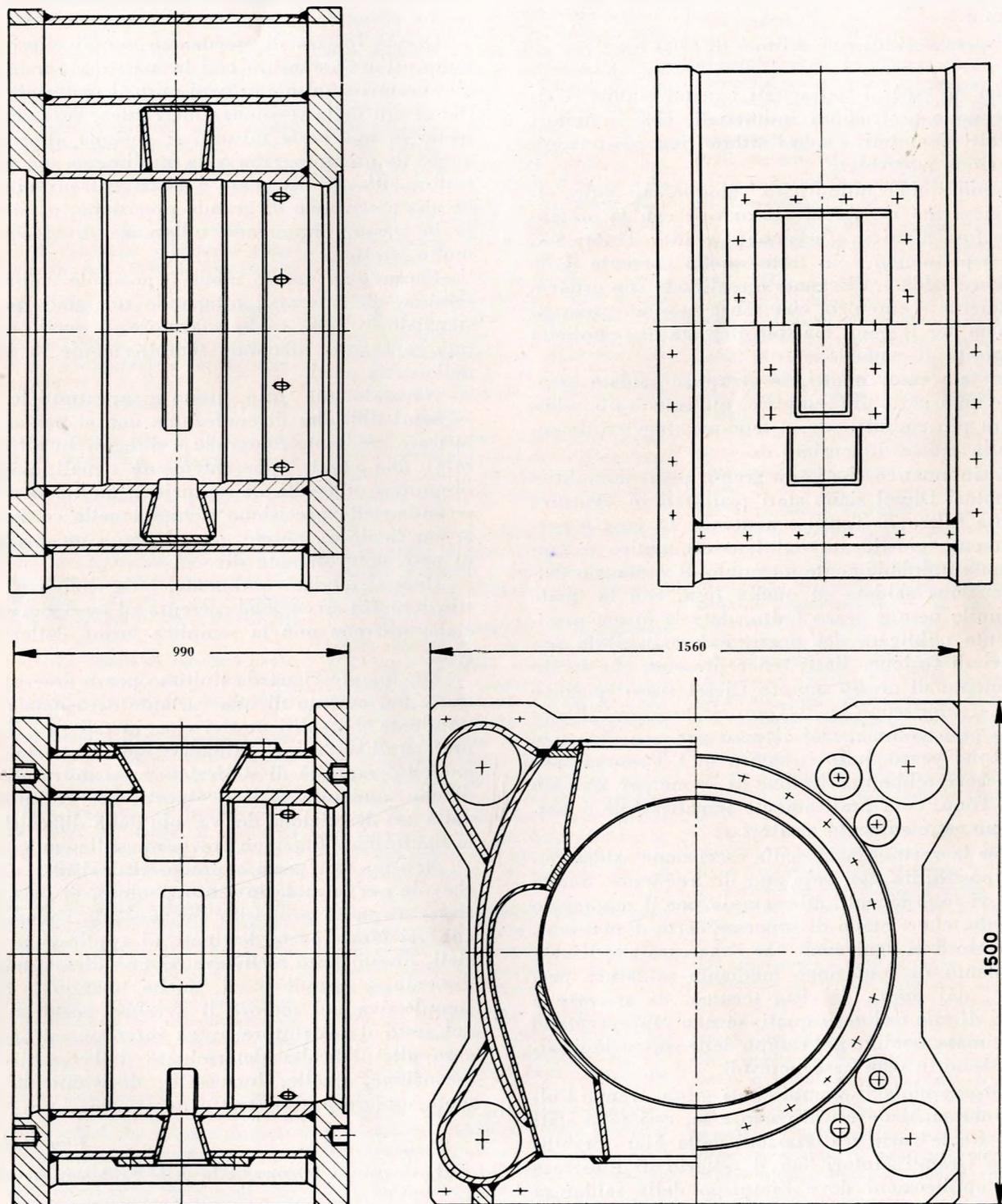
I canali sopraddetti hanno una forma particolare, che varia gradualmente da sezione a sezione, con un andamento appositamente studiato e assai importante agli effetti del lavaggio.

Ora, mentre è relativamente facile ottenere tale andamento con una fusione di ghisa, nel caso della struttura saldata diventa necessario un certo numero di acrobazie nella sagomatura e saldatura delle lamiere interessate.

D'altra parte, non sono assolutamente ammissibili delle semplificazioni le quali, alterando l'andamento dei condotti di lavaggio e scarico, pregiudicherebbero l'attendibilità dell'esperimento.

Spuntano inoltre, in questo caso, altre due condizioni da tenere in conto, che negli esempi precedenti non comparivano, e cioè la necessità di tenuta all'acqua in pressione (acqua di raffreddamento) e le temperature del pezzo localmente diverse durante il funzionamento (scarico gas in confronto al lavaggio).

Fig. 7 - Cilindro di motore Diesel a 2 tempi.



Riassumendo, la confezione di questo pezzo presenta le seguenti particolarità:

a) sagomatura di lamiere secondo andamenti particolari,

b) saldature in zone non facilmente accessibili,

c) saldature a tenuta idraulica e capaci di resistere a sforzi addizionali dovuti a sollecitazioni termiche,

d) saldature di forza fra spessori notevolmente diversi.

L'involucro è stato realizzato con lamiera da 20 mm mentre i piastroni terminali sono spessi 105 mm.

Il peso dell'insieme finito è di 3400 Kg.

Dei sei esempi sopracitati i primi cinque si riferiscono a costruzioni industriali, cioè a motori costruiti e venduti, e solo l'ultimo riguarda una applicazione particolare.

Sembrirebbe quindi che i cinque casi sopra citati rientrino in quella alternativa con la costruzione fusa a cui si è accennato avanti. Tuttavia il loro aspetto non è in tutto quello corrente delle strutture saldate, disegnate e realizzate con criterio puramente economico, cioè senza nessuna preoccupazione per il peso, ma solo in vista di semplicità e rapidità di confezione.

In tale caso, infatti, le strutture saldate assumono un aspetto più semplice, più squadrato, addirittura più rudimentale, e tendono, inevitabilmente, alle grosse dimensioni.

È sintomatico che i più grandi pezzi monolitici di motori Diesel siano stati realizzati in struttura saldata (oltre 70 Tonn) e non fusi. La cosa è perfettamente giustificata dal lato economico e rappresenta indubbiamente un punto di vantaggio dell'esecuzione saldata su quella fusa, con la quale un simile peso a pezzo finito, data la forma praticamente obbligata dei pezzi, è irrealizzabile per motivi di fusione. Basti tener presente che in un basamento di grosso motore Diesel (caso specifico a cui si riferiscono le 70 Tonn citate sopra) il rapporto peso/volume, cioè il peso per così dire specifico del pezzo finito si aggira su 1 Tonn/mc per cui occorrerebbe una fusione di 70 mc per arrivare a 70 Tonn, cosa praticamente irrealizzabile o perlomeno estremamente aleatoria.

Per la verità, anche nella esecuzione saldata simili possibilità non capitano di frequente: molte volte vi sono vincoli, ad esempio per il montaggio a bordo, che vietano di superare certe dimensioni. È doveroso in ogni modo far rimarcare che il procedimento di confezione mediante saldatura permette, dal punto di vista tecnico, di arrivare a valori di tale ordine, i quali, se non rappresentano un primato assoluto nel campo delle costruzioni saldate, sono in ogni caso notevoli.

Ritornando agli esempi citati sopra, tranne l'ultimo che richiede un discorso a sè, essi sono stati scelti fra le varie realizzazioni della Fiat - Stabilimento Grandi Motori con il criterio di illustrare delle applicazioni dove l'impiego della saldatura

fosse non solo e non tanto una alternativa alla costruzione fusa, ma l'unico mezzo per raggiungere certe condizioni relative al peso, alla rigidità, alla sicurezza, ecc. insieme congiunte.

Questo non significa che in una eventuale edizione corrente, cioè senza gli scopi e i vincoli di cui sopra, la forma dei pezzi descritti verrebbe radicalmente cambiata; infatti essa può andare senz'altro bene. Significa soltanto che nella esecuzione saldata si sono adottate, per necessità particolari, delle finezze di esecuzione che verrebbero senz'altro superate per una produzione corrente, col che l'aspetto dei pezzi descritti non cambierebbe sensibilmente, ma cambierebbe sensibilmente il loro peso e costo.

Queste finezze di esecuzione non si riferiscono tanto all'aver stabilito con la massima parsimonia gli spessori e tolto con ogni cura il materiale inutile ai fini della resistenza meccanica, cose che, almeno in una certa misura, si possono apprezzare anche da una fotografia o da un disegno, ma soprattutto nell'aver disegnato i pezzi col presupposto di una esecuzione di grande precisione, o, ciò che fa lo stesso, imponendo tolleranze di esecuzione molto strette.

Facendo in questo modo è possibile ridurre al minimo gli interassi, ottenendo un guadagno sostanziale in peso, molto maggiore di quello che si può conseguire affinando semplicemente la forma delle varie parti.

Naturalmente tutto questo e soprattutto le conseguenti difficoltà di confezione non si possono illustrare mediante fotografie e disegni. In altre parole: due pezzi, apparentemente uguali, possono presentare difficoltà di esecuzione molto diverse a seconda della precisione richiesta nella confezione e, per lo stesso motivo, dare luogo a un guadagno di peso notevolmente diverso.

Questa, fondamentalmente, è da ritenersi la distinzione fra esecuzione corrente ed esecuzione speciale, più che non la semplice forma delle varie parti.

Per quanto riguarda l'ultimo pezzo descritto, si tratta ovviamente di una variante occasionale, determinata dai soliti motivi che, in tali casi, fanno preferire l'esecuzione saldata, e cioè: risparmio del modello, rapidità di confezione, possibilità di modifiche mediante tagli e riporti, ecc. L'interesse della sua descrizione deriva solo dalla difficoltà che la sua forma e funzione provocano sulla confezione.

Nessuno dei pezzi sopradescritti risulta rimarchevole per la mole in senso assoluto. Si deve precisare a questo proposito che, essendo i motori di cui essi fanno parte destinati ad applicazioni speciali, questo fatto escludeva, si può dire automaticamente, i grandi pezzi, anche quando la mole complessiva del motore li avrebbe permessi. Né del resto il costruttore aveva interesse ad aggiungere alle difficoltà determinate dalla particolare esecuzione, quelle, innegabili, derivanti da una mole superiore allo stretto necessario.

Ugo Romano

Al V Congresso Internazionale delle Fabbricazioni Meccaniche.

Bando di concorso a ottantacinque borse di studio presso Istituti o Laboratori Nazionali

IL PRESIDENTE

Veduto il proprio decreto in data 26 dicembre 1945, n. 297;

Vedute le deliberazioni 27 febbraio 1954, nn. 616 e 1403, rispettivamente del Consiglio di Presidenza e della Giunta Amministrativa.

DECRETA:

ART. 1. - Sono indetti i concorsi a 85 borse da usufruirsi presso istituti o laboratori italiani, per studi e ricerche nelle discipline attinenti alle scienze esatte, sperimentali e tecniche.

Le 85 borse sono così ripartite:

A) 3 sono riservate a studi e ricerche di meccanica agraria;

B) le rimanenti 82 sono suddivise fra i gruppi di discipline afferenti ai comitati nazionali del CNR nel modo che segue:

a) per la fisica e la matematica: borse n. 10;

b) per la chimica: borse n. 12;

c) per l'ingegneria e l'architettura: borse n. 10;

d) per la biologia e la medicina: borse n. 30;

e) per l'agricoltura e la zootecnia (esclusa la meccanica agraria): borse n. 10;

f) per la geologia, la geografia e la talassografia: borse n. 10.

I concorsi sono per titoli, salvo il disposto dell'art. 6, comma 2°, e sono indetti separatamente per il gruppo di borse di cui alla lett. A) e per ciascuno degli altri sei gruppi di borse di cui alla lett. B).

ART. 2. - La durata di ciascuna borsa, non superiore a mesi otto, sarà determinata dalla commissione giudicatrice del concorso.

Sarà parimenti determinato dalla competente commissione giudicatrice l'istituto o laboratorio presso il quale le singole borse dovranno essere usufruite. Di regola, sarà prescelto un istituto o laboratorio fuori del luogo di residenza dell'assegnatario. Per le borse da attribuirsi a candidati che siano assistenti universitari di ruolo o appartengano a categorie di personale equiparate, l'istituto o laboratorio nel quale dovranno essere usufruite dovrà essere, in ogni caso, determinato in modo che il godimento della borsa implichi la necessità dell'effettivo e continuativo soggiorno dell'assegnatario in sede diversa da quella dell'istituto o laboratorio al quale egli è organicamente assegnato o nel quale presta comunque servizio.

L'importo delle singole borse è stabilito in L. 25.000 (venticinquemila) lorde mensili, per coloro che debbano usufruirne nel luogo della loro residenza e siano provvisti di emolumenti a carattere continuativo a carico dello Stato, o di altri

enti, o di privati, e in L. 50.000 (cinquantamila) lorde mensili, per coloro che debbano invece usufruirne fuori del luogo della loro residenza e non godano di alcuno degli anzidetti emolumenti. In ogni altro caso, l'importo della borsa, non inferiore a L. 25.000 lorde mensili, né superiore a L. 50.000 lorde mensili, sarà fissato dal Presidente del CNR, a suo discrezionale ed insindacabile giudizio, tenuto conto della località in cui la borsa dovrà essere usufruita e di ogni altra opportuna circostanza.

Agli effetti del precedente comma, si considera come luogo di residenza dell'assegnatario non soltanto il luogo della sua residenza anagrafica, ma anche quello in cui egli debba abitualmente recarsi per l'esercizio di un ufficio o di una professione.

Qualora, conferita la borsa, si verificino mutamenti nelle circostanze in base alle quali ne è stato determinato l'importo (attribuzione o perdita di emolumenti, cambiamento di residenza dell'assegnatario, ecc.), sarà fatto luogo alle conseguenti opportune variazioni dell'importo stesso.

ART. 3. - Possono partecipare ai concorsi i cittadini italiani che abbiano conseguito la laurea presso una Università o Istituto superiore italiano dopo il 31 dicembre 1948.

Ne sono esclusi coloro i quali abbiano già usufruito di una delle borse di studio, per l'interno o per l'estero, messe a concorso dal CNR in anni anteriori al 1953.

Sono invece ammessi a parteciparvi coloro che abbiano già usufruito di una delle borse di studio, per l'interno o per l'estero, messe a concorso dal CNR nell'anno 1953, semprechè non abbiano precedentemente usufruito di altra borsa del CNR e si trovino nelle condizioni di cui al primo comma del presente articolo. Tuttavia, nei riguardi di questi candidati, non si farà luogo al conferimento di più di due borse, per ognuno dei concorsi di cui alle lettere a), b), c), e), f) dell'art. 1, e di più di quattro borse, per il concorso di cui alla lett. d) dell'art. 1.

In nessun caso possono essere ammessi ai concorsi i professori universitari di ruolo e coloro che appartengano a categorie di personale equiparate ai professori universitari di ruolo.

ART. 4. - Coloro che intendano partecipare ad uno dei concorsi di cui all'art. 1 devono farne domanda al Presidente del CNR, su carta legale da L. 100.

Oltre le proprie generalità e la propria residenza, il candidato deve indicare nella domanda:

a) a quale dei concorsi di cui all'art. 1 intende partecipare;

b) gli studi e le ricerche che desidera compiere;

c) l'istituto o laboratorio presso il quale preferirebbe usufruire della borsa.

La domanda deve essere corredata dai seguenti certificati, documenti e titoli:

1) certificato delle votazioni riportate nei singoli esami di profitto e in quello di laurea, con l'indicazione della data di quest'ultimo esame;

2) certificato di nascita;

3) certificato di cittadinanza italiana;

4) certificato di buona condotta;

5) certificato generale del casellario giudiziario;

6) almeno una memoria a stampa o dattiloscritta, in cinque copie, alla quale l'aspirante potrà aggiungere qualsiasi altro titolo o documento che egli ritenga atto a meglio comprovare la sua preparazione nel campo degli studi e delle ricerche che intende compiere;

7) curriculum degli studi compiuti, in sei copie;

8) elenco, in sei copie, di tutti i certificati, documenti e titoli presentati al concorso.

I certificati devono essere conformi alle vigenti disposizioni della legge sul bollo; quelli di cui ai nn. 2, 3, 4 e 5 debbono essere debitamente legalizzati; quelli di cui ai nn. 3, 4 e 5 debbono essere di data non anteriore di tre mesi alla data di presentazione della domanda.

I concorrenti appartenenti ai ruoli del personale del CNR sono dispensati dall'obbligo di presentare i certificati di cui ai nn. 2, 3, 4 e 5. I concorrenti che abbiano un ufficio di ruolo presso Amministrazioni statali possono presentare, in luogo dei certificati di cui ai nn. 2, 3, 4 e 5 copia, in carta legale dello stato di servizio rilasciata dalla competente autorità amministrativa e di data non anteriore di tre mesi alla data di presentazione della domanda.

I documenti e i titoli voluminosi possono essere inviati al CNR in pacchi separati dal piego contenente la domanda e i certificati: tali pacchi dovranno portare, tanto sull'involucro esterno, quanto nell'interno, l'indicazione del nome, cognome e indirizzo del concorrente e del concorso al quale egli intende prendere parte.

La domanda e i relativi certificati, documenti e titoli devono pervenire al Consiglio Nazionale delle Ricerche - Segreteria generale - in Roma, Piazzale delle Scienze n. 7, non più tardi del 31 maggio 1954.

Non sarà tenuto conto delle domande che pervenissero dopo tale data, anche se presentate in tempo utile alle autorità locali o agli uffici postali o ferroviari: dopo la data medesima, non saranno accettati altri certificati, documenti o titoli, oltre quelli già presentati, né altre memorie o pubblicazioni, o parti di esse; né sarà comunque consentita la sostituzione di certificati, documenti, titoli, memorie o pubblicazioni già presentati, ancorchè si tratti di sostituire memorie dattiloscritte o bozze di stampa con lavori stampati.

La data di arrivo al Consiglio nazionale delle ricerche delle domande e della relativa documentazione sarà accertata, a tutti gli effetti, dal bollo di archivio.

ART. 5. - Coloro i quali intendano eventualmente partecipare a due o più dei concorsi indicati nell'art. 1, debbono presentare tante domande separate quanti sono i concorsi ai quali desiderano prendere parte, allegando i certificati, i documenti e i titoli ad una sola di esse e facendo riferimento, nelle altre, alla domanda cui i certificati, i documenti e i titoli sono stati allegati.

ART. 6. - I concorsi sono giudicati da apposite commissioni composte ciascuna di tre o cinque membri, nominati dal Presidente del CNR, uditi i comitati nazionali competenti.

È in facoltà delle commissioni di sottoporre i candidati ad una prova di esame o ad un colloquio, secondo modalità da stabilirsi dalle commissioni medesime.

Nel loro giudizio, le commissioni terranno particolarmente conto dell'attitudine dei singoli candidati a svolgere compiti di ricerca scientifica, quale risulterà dai rispettivi titoli e, se del caso, dalla prova di esame o dal colloquio di cui al comma precedente.

ART. 7. - Al termine dei suoi lavori, ogni commissione presenterà una relazione contenente il suo giudizio intorno a ciascun concorrente e la graduatoria dei candidati giudicati meritevoli delle borse, esclusa ogni designazione *ex aequo*.

Ogni componente la commissione dispone di dieci punti: sono compresi nella graduatoria soltanto coloro i quali abbiano conseguito almeno gli otto decimi del totale dei punti di cui la commissione dispone.

Il giudizio di merito delle commissioni è insindacabile.

ART. 8. - Il CNR notifica a ciascun concorrente l'esito del concorso comunicandogli se sia stato o meno compreso nella graduatoria di merito, e, in caso affermativo, il posto che vi occupa e la votazione riportata.

Entro dieci giorni dalla notificazione dell'esito del concorso, i vincitori dovranno, a pena di decadenza, dichiarare per iscritto, sotto la loro personale responsabilità, se e quale impiego o ufficio abbiano alle dipendenze dello Stato, o di altri enti, o di privati, indicando, in caso affermativo, l'importo netto mensile della relativa retribuzione.

ART. 9. - Le borse sono conferite con decreto del Presidente del CNR a coloro che siano stati classificati ai primi posti della relativa graduatoria di merito e — salva l'osservanza di quanto disposto dall'art. 3, comma 3°, circa il numero delle borse conferibili ai candidati quivi indicati — secondo l'ordine della graduatoria stessa.

ART. 10. - Decadono dal diritto alla borsa:

a) coloro che esercitino un impiego od ufficio che, a giudizio insindacabile del CNR, sia incompatibile con l'esatto adempimento degli obblighi di studio e di ricerca inerenti alla borsa, salvo che, nel termine di quindici giorni dalla data della lettera di comunicazione del conferimento della borsa stessa, non comprovino di avere rinunciato all'impiego o ufficio, o di essere stati dispensati, mediante collocamento in aspettativa o altri simili provvedimenti, dalle relative prestazioni di servizio, per tutta la durata della borsa;

b) coloro che, entro il termine di quindici giorni di cui alla precedente lett. a), non dichiarino, sotto la loro personale responsabilità, se usufruiscano o meno di altre borse di studio e coloro che, usufruendone, non facciano constare, entro lo stesso termine, di avervi rinunciato;

c) coloro, infine, che, sempre nel medesimo termine sopraindicato, non dichiarino di accettare la borsa e coloro che, dopo averla accettata, non inizino, presso l'istituto o laboratorio cui sono stati destinati, a decorrere dalla data che verrà a tal fine fissata dal CNR, le ricerche oggetto della borsa stessa.

ART. 11. - In caso di rinuncia o di decadenza dei vincitori, le borse potranno essere assegnate ai successivi graduati, secondo l'ordine della graduatoria.

ART. 12. - Gli assegnatari delle borse hanno l'obbligo:

a) di attendere regolarmente e ininterrottamente, presso l'istituto o laboratorio cui sono stati destinati, alle ricerche oggetto della borsa, per tutta la durata di essa;

b) di non assumere, durante il periodo di godimento della borsa, impieghi od uffici, senza la preventiva autorizzazione del CNR.

ART. 13. - Il pagamento delle borse è effettuato in rate anticipate: il numero delle rate sarà stabilito, all'atto dell'assegnazione, dal Presidente del CNR, in relazione alla durata e all'ammontare di ciascuna borsa.

La prima rata sarà corrisposta all'assegnatario dopo che egli avrà fatto constare, mediante dichiarazione del direttore dell'istituto o laboratorio al quale è stato destinato, di avere dato inizio agli studi inerenti alla borsa medesima, e ciascuna delle successive, a seguito di dichiarazione del detto direttore, dalla quale risulti che l'interessato abbia regolarmente ottemperato ai suoi obblighi di studio.

Nella dichiarazione relativa al pagamento della seconda rata, il direttore dovrà altresì esprimere il suo esplicito e motivato parere circa le attitudini dimo-

strate dall'assegnatario a svolgere compiti di ricerca scientifica e conseguentemente sull'opportunità o meno che egli continui a godere della borsa assegnatagli.

ART. 14. - In qualsiasi momento il CNR potrà dichiarare la decadenza dell'assegnatario dal godimento della borsa, qualora egli non ottemperi agli obblighi di cui all'art. 12, o si renda comunque responsabile di altra grave mancanza, ovvero non dimostri sufficiente attitudine a svolgere compiti di ricerca scientifica.

ART. 15. - Al compimento delle ricerche per le quali la borsa è stata loro conferita, gli assegnatari dovranno trasmettere al CNR una particolareggiata relazione intorno all'attività da essi svolta. La relazione dovrà essere corredata da una dichiarazione del direttore dell'istituto o laboratorio frequentato, contenente l'esatta indicazione del periodo complessivo durante il quale essi avranno atteso alle ricerche predette.

Ove i risultati delle ricerche compiute dal borsista siano stati o debbano essere oggetto di una memoria scritta, oltre alla relazione, dovrà essere trasmessa al CNR anche copia della memoria.

Il CNR si riserva di pubblicare, integralmente o in sunto, nella sua rivista, previo parere favorevole del direttore dell'istituto o laboratorio presso cui l'interessato ha usufruito della borsa, la relazione o eventualmente la memoria scritta.

ART. 16. - In nessun caso si fa luogo alla restituzione dei documenti di rito allegati alle domande di ammissione al concorso.

I titoli si restituiscono immediatamente a coloro ai quali siano state conferite le borse; a tutti gli altri concorrenti vengono restituiti solo dopo scaduto il 180° giorno dalla comunicazione dell'esito del concorso.

Roma, 15 marzo 1954.

IL PRESIDENTE
Colonnetti

Provincia di Reggio Emilia. — Concorso per la progettazione di: Palazzo degli studi, sede Liceo Scientifico, Istituto tecnico commerciale e per Geometri e Provveditorato agli studi.

Presentazione dei progetti entro le ore 12 del 21 luglio 1954 alla Segreteria dell'Amministrazione Provinciale.

Premi: 1°, L. 1.500.000; 2°, L. 650.000; 3°, L. 400.000; 4°, 5° e 6°, L. 150.000 ciascuno.

Il Bando di concorso è visibile presso la Segreteria della Società.

Direttore responsabile: **AUGUSTO CAVALLARI-MURAT**

Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - TORINO

SCHEDARIO TECNICO

IMPRESE EDILI - STRADALI ecc.

IMPRESA COSTRUZIONI STRADALI
SPECIALIZZAZIONE PORFIDO

Oreste Prina & FIGLI

TORINO
VIA BRINDISI 16 - TEL. 23.415

INDUSTRIA ELETTRICA

Massera Vincenzo

Impianti elettrici Industriali, Civili
Manutenzioni e Costruzioni
Elettromeccaniche e Termiche

*

TORINO - Via Massena, 28 - Tel. Off. 694.702 - Uff. 48.042

IMPRESA

Ing. Luigi Raineri

COSTRUZIONI
CIVILI ED
INDUSTRIALI

TORINO - VIA GIOBERTI 72 - TELEFONO 41.314

SIET

SOCIETÀ INDUSTRIE ELETTRICHE TORINO

LINEE trasporto energia - Centrali e cabine
elettriche - Elettrificazione ferrovie e tramvie
- IMPIANTI antideflagranti - PROIETTORI

TORINO - VIA CHAMBERY 39 - TEL. 79.07.78 - 79.07.79
ROMA - VIA TIBURTINA 650 - TEL. 49.05.30

SOCIETÀ
AZIONARIA
ITALIANA

SAICCA

Costruzioni cementi armati

TORINO

VIA SAN FRANC. DA PAOLA, 20
TELEFONI 528.275 - 528.276

SIGMA

IMPRESA COSTRUZIONI LINEE
ED IMPIANTI ELETTRICI

COSTRUZIONI ELETTRICHE
COSTRUZIONI EDILIZIE

Via Cialdini, 41 - **TORINO** - Telefono 772.013

“SIDEROCEMENTO”

Società Anonima

Impresa Generale per Costruzioni

MILANO - Via Puccini, 5 - Tel. 81.259 - 871.259

Uff. dipen.: VENEZIA S. Marco 4086 A - Tel. 22.733

» » NAPOLI - Via Stella Polare 28 - Tel. 52.997

» » BOLZANO - P.za IV Nov. 1/1 - Tel. 10.85

**Studio Tecnico ed Impresa per Cementi armati e Costruz.
varie - Sviluppo progetti ed esecuzioni complete di opere**

Consulente Prof. Ing. A. Danusso del Politecnico di Milano

Palificazioni con pali «VIBRO» gettati in opera

LAVORAZIONE DEL LEGNO



S. p. A.
VIA GIOTTO N. 25
TORINO
Telefono 69.07.72

COSTRUZIONE
AVVOLGIBILI
T E N D E
TAPPARELLE
ACCESSORI
N U O V I
ELEMENTI
OSCURANTI

SCHEDARIO TECNICO

MATERIALI E LAVORI PER L'EDILIZIA

IMPRESA DI DECORAZIONI

LUCIANO CERONI

TORINO

VIA TALUCCHI, 25 • TEL. 73.894 - 520.978

MATERIALI E LAVORI PER L'EDILIZIA

MANUFATTI VIBRATI
DI CEMENTO - POMICE
E GRANULATI
PER COSTRUZIONI
CIVILI E INDUSTRIALI

EDILPOMICE

S. R. L.

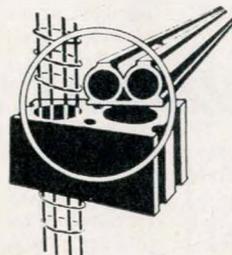
S. PIETRO
di MONCALIERI
C. ROMA, 40 - TEL. 694.482
Nuova Barr. Nizza Capol. Tr. 7

Ditta CIRIO FRANCESCO

LATERIZI . MARMI . PIETRE
FERROCEMENTO - GRANULATI

*Tutti i tipi di laterizi . Tutti i lavori
di marmi e pietre per costruzioni*

Sede in **TORINO** . PIAZZA STATUTO, 3 . Telefono 50.832
Stabilim. in **GRUGLIASCO** . Regione Bellezia . Telefono 393.444
Abitazione: **TORINO** . Via Pietrino Belli 72 . Telefono 774.694



**ELIOBETON
PINOTTINI**

Manufatti di pomice
BLOCCHI - SOLAI
TAVELLE - MATTONI
GRANULATI DI POMICE

Direz. Commerciale: **TORINO**
Via Don Minzoni 8
Tel. 43.125

SISTEMA COSTRUTTIVO
con elementi pomice cemento
e calcestruzzo armato

Stabilimenti:
Casale Monferr. Strada Valenza 1
Montalto di Castro - (Viterbo)
Stazione ferroviaria

Soc. It. **DURANOVA S. R. L.**

VIA STRADELLA 236-238 - **TORINO** - TELEF. 290.927

DURANOVA
INTONACI COLORATI INALTERABILI PER ESTERNI ED INTERNI

MONOXIL
PAVIMENTI MAGNESIACI DI LUSO E AD USO INDUSTRIALE

Ditta Dr. Ing. LUCIANO FONTANA

Sede **MILANO** - Via Diacono, 1 - Telef. 220.458

IMPIANTI TERMICI INDUSTRIALI
Specializzata per costruzione centrali termo-elettriche

Esecutrice degli Impianti Termici della
CENTRALE SIP - CHIVASSO

Filiale in **TORINO** - Via Sabaudia, 5
Telefoni 697.340 - 691.398

FIorentINI

AUTOGRU SU RUOTE GOMMATE
IMPIANTI MECCANICI PER CANTIERI

ESCAVATORI

S. p. A. ING. F. FIORENTINI & C. - ROMA - VIA BISSOLATI N. 76

SCHEDARIO TECNICO

MATERIALI E LAVORI PER L'EDILIZIA

F. PESTALOZZA & C.

PERSIANE AVVOLGIBILI E TENDE

TORINO

Uffici: Corso Re Umberto, 68 - Telefono 40.849
Stabilim.: Via Buenos Ayres, 1-7 - Telefono 390.665

Sereno prof. Ottavio & ing. Sergio

(ditta) di ing. Sergio Sereno

DECORAZIONI - AMBIENTAZIONI CINEMATOGRAFICHE

Esclusivista Plastom per Piemonte

TORINO

VIA PALMIERI, 54 - TELEFONO 772.805

PAOLO SCRIBANTE & C.

MATERIALI PER COSTRUZIONI EDILI INDUSTRIALI - FERROVIARIE

TORINO - Via Pr. d'Acaia 61 - Tel. 70.600 - 73.774

ATTREZZI - FERRI-TONDI - POUTRELLES -
DERIVATI VERGELLA - LAMIERE CROMATIT
ZINCATE - CANALI E TUBI ZINCATI - MAN-
NEMANN - SIFONI - CROMOBETON - CAR-
TONI CATRAMATI - PERSIANE AVVOLGIBILI

DITTA *Mazio Zaglio*

TORINO - Via d. Orfane 7 - Tel. 46.029

*Tutti i tipi di CEMENTO comuni e speciali, Nazionali ed Esteri
CALCI di ogni qualità
GESSI da forma e da Costruzioni*

MATERIALI PER EDILIZIA E INDUSTRIA

Società Italiana

ACCIAIO BETON CENTRIFUGATO

PALI e SOSTEGNI in CEMENTO ARMATO
CENTRIFUGATO per linee Elettriche e Telefoniche.
PALI e MENSOLE ornamentali per illumin. stradale.
Prodotti in Cemento armato vibrato e compresso.

TORINO - LINGOTTO • TELEFONO 694 - 600



SEAL PRUF ITALIANA s. r. l.

TORINO - Via P. Micca 21 - Tel. 524.026 - 49.771

Impermeabilizzanti - Anticorrosivi

NERVA PLAST - Cemento a freddo impermeabilizzante.
SEAL PRUF - Foglio plastico impermeabile.
NERVA STRAL J. F. - Termoplastico per giunti di dilatazione.
CRYSTAL - Idrorepellente a base di siliconi.
NERVA-TAPE - Nastri adesivi isolanti.
NERVA-KOTE - Vernici anticorrosive.
Protezioni da acqua, umidità, vapori, acidi, alcali, solventi, ecc.
per ogni esigenza dell'Edilizia e dell'Industria.

Concessionaria esclusiva della:

RUBBER & PLASTICS COMPOUND CO. INC. - New York
WURDACK CHEMICAL COMPANY - St. Louis, 9 - Missouri

METALLURGIA - MACCHINE

INGG. BERTOLAZZI e LEVI

TORINO - Corso Sommeiller, 6 - Telef. 60.015



MACCHINARIO PER COSTRUZIONI
SOC. GENERALE MACCHINE EDILI - MILANO



IMPIANTI AD ARIA COMPRESSA
ING. ENEA MATTEI - MILANO



LOCOMOTORI ELETTRICI E DIESEL
OFFICINE ELETTROMECCANICHE EMAM - MILANO



MACCHINE E ATTREZZATURE VIBRANTI
PER L'EDILIZIA E LE INDUSTRIE
VENANZETTI VIBRAZIONI - MILANO



RULLI COMPRESSORI MARSHALL
AUTOGRU JONES

OFFICINE MECCANICHE - POCCARDI

PINEROLO

Impianti per Cartiere

Fabbriche Cellulosa e Pastalegno

LICENZE DI COSTRUZIONE PER L'ITALIA:

A. B. KAMYR - Karlstad (Svezia) - IMPIANTI CELLULOSA E PASTALEGNO.

ETS. LAMORT - Vitry Le François (Francia) - EPURATORI.

A. B. CELLECO - Uppsala (Svezia) - VORTRAPS.

VALLQUIST & C. - Karlstad (Svezia) - WACO-FILTERS RICUPERO FIBRE E DEPURAZIONE ACQUE.

SUTHERLAND INT. LTD. - Nassau (Bahamas) - RAFFINATORI.

COLOMBES-TEXROPE - Paris (Francia) - PULEGGE ESPANSIBILI VARI-PHI.

"COSTRUZIONI METALLICHE"

RIVISTA BIMESTRALE EDITA DALL'A. C. A. I.

Associazione fra i Costruttori in Acciaio Italiani

Tratta tutti i problemi scientifici, tecnici, economici ed estetici inerenti alle applicazioni dell'acciaio nelle costruzioni.

★

Abbonamento annuo (6 numeri) L. 2.000 - Gratuitamente ai Soci dell'A.C.A.I. ed ai Membri del Collegio dei Tecnici dell'A.C.A.I.

Chiedere un numero di saggio alla Direzione della Rivista

Direzione e Redazione: Via Filippo Turati 38 - Milano (134)

I' Ingegnere

RIVISTA MENSILE

Organo dell'Associazione Nazionale Ingegneri ed Architetti Italiani (A.N.I.A.I.)

Edizione I. P. I. Milano

Direttore: **Mario Pantaleo** Condirettore: **Gianni Robert**

- tende, mediante la trattazione di problemi tecnico-scientifici di vasta portata, alla valorizzazione del compito sociale che gli Ingegneri e gli Architetti devono, ogni giorno di più, esplicare nella vita moderna;
- contribuisce all'elevazione culturale degli Ingegneri e degli Architetti mediante articoli di ingegneria applicata e di ricerche di ingegneria;
- aiuta l'esercizio della professione mediante informazioni sulla vita delle Associazioni, sui Congressi e Convegni, sulle novità scientifiche, tecniche, industriali e legali, sulla produzione, sui prezzi e sulle pubblicazioni.

È un prezioso collaboratore per ogni Ingegnere od Architetto.

ABBONAMENTI: Quota annuale Lire 4.600.

NUOVI INDIRIZZI: Amministrazione e Pubblicità: Milano, Via Tadino, 62 (Telef. 278130). - Direzione e Redazione: Roma, Via Calabria, 35 (Telef. 484720).

RIVISTA

TECNICA OSPEDALIERA

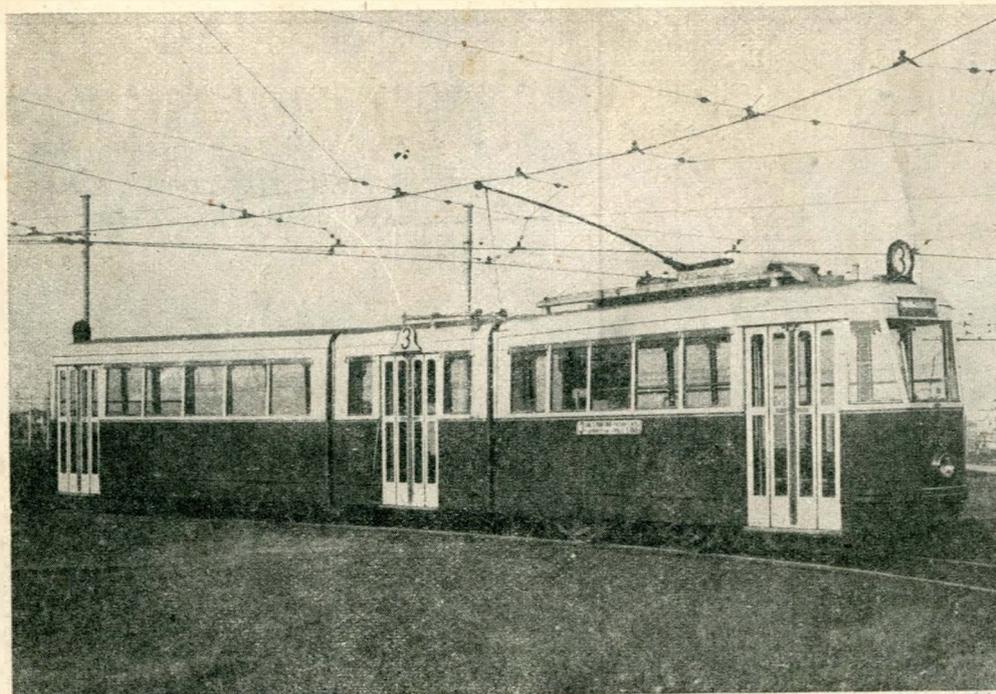
edilizia, impianti, arredi

Amministrazione e Redazione: LIDO DI VENEZIA

un numero Lire 400
 abbonamento annuo (sei numeri) L. 2.000 — c/c p. 9/16170
 saggi gratuiti e richieste

La rivista « **TECNICA OSPEDALIERA** » è la rassegna più completa delle opere riguardanti l'edilizia, gli impianti in genere, gli arredi e le apparecchiature sanitarie, realizzate e da realizzarsi nel particolare campo delle costruzioni ospedaliere.

SCHEDARIO TECNICO



TRAM

normali ed articolati

FILOBUS

a 2 o 3 assi
urban e interurbani

VETTURE

per funicolari
e per tranvie a dentiera

CARRI e CARROZZE

per ferrovie e tranvie

RIPARAZIONE

materiale mobile ferroviario

Vettura tranviaria articolata costruita
per l'AZIENDA TRANVIARIA
MUNICIPALE DI TORINO

Lunghezza m. 18,445 - Capacità posti
a sedere 19 - in piedi 220 - Raggio
minimo di curva m. 13 - Snodo di
articolazione brevetto SAVIGLIANO a
pareti compenetranti.

SOCIETÀ NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO
STABILIMENTI A TORINO E SAVIGLIANO - SEDE A TORINO - CORSO MORTARA 4 - CAPITALE L. 1.000.000.000



COKE METALLURGICO
PRODOTTI DI COKERIA
PRODOTTI AZOTATI PER
AGRICOLTURA ED INDUSTRIA
MATERIE PLASTICHE
VETRI IN LASTRA
PRODOTTI ISOLANTI "VITROSA"

Vetrocoke

DIREZIONE GENERALE: TORINO CORSO VITT. EMAN. 8 - STABILIMENTI: PORTO MARGHERA - (VENEZIA)