

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.

È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

R. SCUOLA DI APPLICAZIONE DEGLI INGEGNERI IN TORINO

RELAZIONE DI UNA VISITA ALLE NUOVE COSTRUZIONI DI GENOVA

fatta dagli allievi Ingegneri del 2° anno

(Veggasi la Tavola XX)

Il 30 marzo 1901 una squadra di 32 allievi del secondo anno della R. Scuola di Applicazione degli Ingegneri in Torino partiva alla volta di Genova per una gita d'istruzione, diretta dal chiarissimo professore C. Guidi, accompagnato dai suoi assistenti.

Scopo precipuo del viaggio era quello di visitare alcune costruzioni recenti in cemento armato a complemento delle nozioni teoriche e pratiche date su questo argomento nel Corso di Scienza delle Costruzioni. Ma la città di Genova offriva pure largo campo di osservazioni utili anche in altri importanti rami dell'ingegneria applicata, grazie alle nuove costruzioni ferroviarie ed agli impianti in corso di esecuzione lungo le calate del Porto, imposti dai bisogni sempre crescenti della vita commerciale (*). Ne trasse profitto il professore Guidi, dando al programma delle visite tutta l'estensione conciliabile col breve tempo di cui si poteva disporre, e promovendo la pubblicazione di questi cenni illustrativi, raccolti col solo scopo di offrire agli allievi, che presero parte alla gita, alcuni dati tecnici sulle costruzioni e sugli impianti veduti.

*

La nuova Stazione Orientale in Piazza Brignole. — La prima visita toccò alla nuova Stazione di Piazza Brignole (fig. 150), ed ebbe luogo sotto la direzione dell'ing. G. Sapegno, Capo-Sezione delle Ferrovie del Mediterraneo, che ci fu largo nel fornire tutte le desiderabili spiegazioni, dalle quali sono dedotte queste poche notizie.

L'intento di favorire lo sviluppo della città nella sua parte orientale sull'area pianeggiante situata sulle sponde del Bisagno, aveva già da tempo fatta concepire l'idea di sostituire una grande Stazione per viaggiatori all'attuale Fermata di Piazza Brignole, e di ampliare l'annesso Scalo Merci al di là del torrente. Questi lavori, aggiudicati all'Impresa V. Bertoglio, di Genova, per la parte occidentale, e al cav. G. Guazzoni, di Milano, per la parte orientale, sono attualmente in corso di esecuzione.

(*) Le costruzioni eseguite dallo Stato, cioè la sistemazione e l'ampliamento delle due stazioni e dei ponti Assareto e Guglielmo, i lavori per colmare il seno del Mandraccio e la posa di nuovi apparecchi di manovra per il servizio delle calate costituiscono la prima parte del grandioso progetto di miglioramento proposto nel 1896 dalla Commissione appositamente nominata e diretta dal senatore Gadda. — Cfr. *Il servizio ferroviario del porto di Genova* — « Giornale del Genio civile », 1901, pag. 125.

Il primo lotto, che si estende su circa 600 metri di piazzale, comprende il grande fabbricato viaggiatori, progettato dall'ing. C. Ottino, delle Ferrovie del Mediterraneo, su di un'area rettangolare di circa 2600 metri quadrati. A nord dell'edificio si svolgeranno i binari di servizio in numero di 12 pel primo impianto, di cui il primo è destinato ai treni locali, i due successivi ai treni viaggiatori della linea Roma-Alta Italia, gli altri 9 al servizio merci ed alle necessarie manovre. Fra i binari pei viaggiatori si stanno costruendo opportuni marciapiedi, lunghi m. 200 circa e larghi m. 5, che saranno coperti ciascuno da tettoie metalliche, rette da colonne in ghisa e sporgenti di sbalzo verso la zona occupata dai treni. I viaggiatori potranno accedere a ciascuno di questi marciapiedi, senza attraversare i binari, passando nei *tunnels* sottostanti al piazzale, secondo una disposizione frequente nelle stazioni moderne, che nel caso presente è agevolata dalla differenza di livello fra il piano del ferro e la spianata di accesso del fabbricato. Invero la piattaforma percorsa dai treni si trova a circa 6 metri sopra al piano della Piazza Giuseppe Verdi, sulla quale si eleverà la grandiosa facciata. Il pavimento dell'atrio principale d'ingresso, che occupa tutta l'altezza del corpo centrale dell'edificio, di circa 28 metri, è però sopraelevato di 1 metro sulla piazza, ma i 5 metri di dislivello che rimangono sono sufficienti a sviluppare i sottopassaggi per i viaggiatori e per i bagagli, che per mezzo di scale e di montacarichi salgono poi ai marciapiedi per la partenza.

Il secondo lotto non è meno importante, inquantochè comprende la costruzione di altri 200 metri di piazzale, ridotto ad 8 soli binari, ma che attraversano in fascio convergente sopra robuste impalcature metalliche e volte in muratura, con armille di pietra, i Corsi Canevari e Galilei, la Via Archimede ed il torrente Bisagno, e si dirigono poi, ridotti ai soli due binari di linea, sul Viadotto di S. Fruttuoso di oltre 300 metri.

Le travate metalliche sul Corso Canevari e sulla Via Archimede misurano metri 18 e metri 20 sul retto; il Corso Galilei è attraversato da un volto laterizio di 10 metri di corda, e il Bisagno da un ponte in muratura a quattro arcate di metri 16,10 di luce ciascuna. Questi lavori, studiati in modo speciale dall'ing. Sapegno, presentarono serie difficoltà per la differente resistenza offerta dal sottosuolo sulle due sponde del fiume. Tantochè, mentre sulla riva destra, all'estremità occidentale del ponte, il fondo è solidissimo a pochi metri di profondità sotto l'alveo, sulla riva sinistra non si riuscì a costipare sufficientemente il suolo melmoso, neppure infiggendovi un grandissimo numero di pali.

L'inconveniente accennato costituiva una minaccia di insuccesso, resa anche più grave pel fatto che la larghezza del ponte va decrescendo verso la spalla costruita sul fondo cedevole, mentre la livelletta stradale è in forte discesa. Ne derivarono considerevoli cedimenti e rotazioni del piedritto corrispondente, ai quali si è opportunamente provveduto, sostituendo al riempimento in terra sugli arconi laterizi una

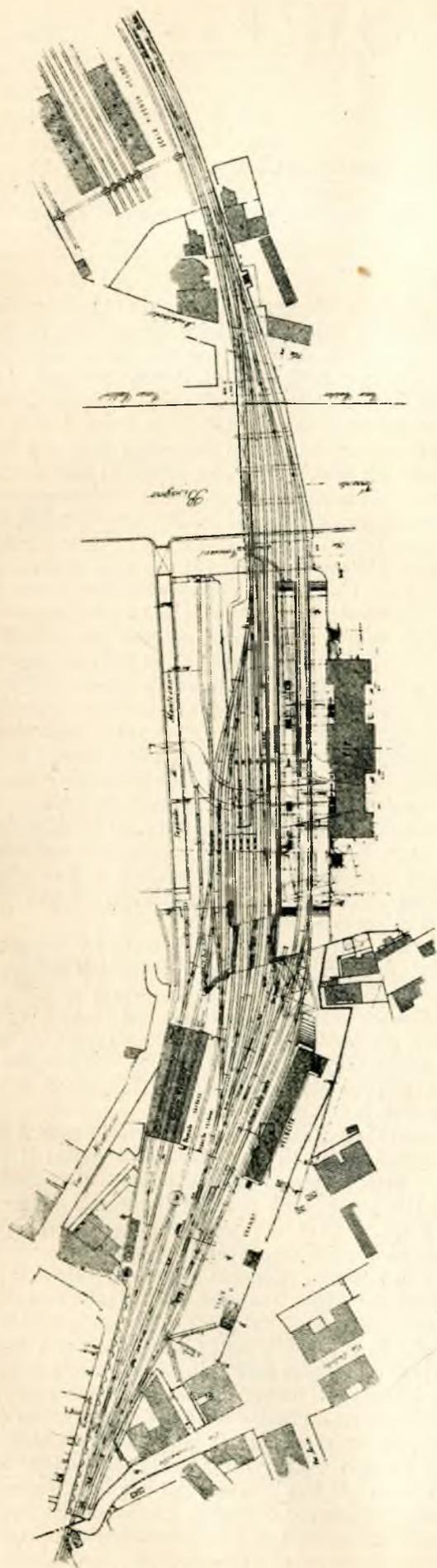


Fig. 150. — Stazione di Genova P. B. — Progetto di ampliamento — Planimetria generale. — Scala di 1 a 3500.

costruzione assai leggiera (che serve al tempo stesso anche di rinforzo) in forma di timpani traforati in calcestruzzo, e gettando sul Corso Galilei una robusta volta in muratura invece della travata metallica, preveduta nel progetto, per creare una contropinta che equilibrasse, almeno parzialmente, l'azione temibile del ponte contro la spalla sinistra.

*
Ampliamento della Stazione principale a Piazza Principe. — Alle opere d'arte descritte si riannodano i lavori di ampliamento della Stazione di Piazza Principe (fig. 151), che abbiamo visitati per ultimi poco prima di lasciare Genova, approfittando sempre delle pregevoli spiegazioni fornite dall'ingegnere Sapegno, che volle essere sino al termine della giornata guida preziosa e cortese.

Lo scopo precipuo di detti lavori è quello di eliminare il gravissimo inconveniente del regresso a cui sono ora obbligati i treni che percorrono la linea Roma-Alta Italia. A tal fine, accanto all'antico piazzale della Stazione Principe, e precisamente dal lato degli attuali arrixi, se ne costruisce uno nuovo, capace di nove binari, indicati chiaramente nella figura, che faranno capo all'apposita galleria di raccordo colla Stazione Orientale. Il piazzale preesistente servirebbe allora in modo esclusivo ai treni locali. I lavori di preparazione furono affidati all'Impresa Cavanna cav. Luigi e fratello, di Genova, sotto la direzione dell'ing. C. Radini, Capo-Sezione delle Ferrovie del Mediterraneo, e presentemente si attende al traforo della galleria di raccordo di circa 400 metri di lunghezza, che allaccerà il nuovo piazzale di Piazza Principe colla galleria preesistente, detta della Traversata, la quale raggiunge la Stazione Orientale di Piazza Brignole. L'avanzamento giornaliero delle due fronti di attacco è assai piccolo, sia perchè, data la minima lunghezza della galleria, non si credette conveniente adottare la perforazione meccanica, sia perchè la roccia, sebbene molto resistente alla penetrazione dell'utensile, non tarda, per effetto dell'umidità atmosferica, ad ammolirsi e a rigonfiare, e costringe quindi a far uso di una robusta armatura, che impaccia le operazioni di allargamento dello scavo e l'applicazione del rivestimento murario.

*
La Semoleria Italiana Ravano, Bozano e C. — Fra i bellissimi esempi di costruzioni in cemento armato, che la città di Genova può attualmente vantare, abbiamo visitato per primo l'edificio della Semoleria Italiana Ravano, Bozano e C., nel quale non si sa davvero se debbasi ammirare di più la struttura ardita dei solai e dei pilastri, che reggono tutto quel complesso di meccanismi a rapida marcia, senza soffrire vibrazioni sensibili, o l'ingegnosa disposizione delle macchine e degli apparecchi automatici.

Il fabbricato (fig. 152 e 153) è opera egregia dell'Ufficio Tecnico dell'ingegnere Porcheddu, di Torino, agente generale per l'Alta Italia del brevetto Hennebique. Egli stesso volle, con somma cortesia, fornire gli schiarimenti più utili a tutta la comitiva, nè tralasciò occasione di far osservare i caratteri essenziali della costruzione, la quale poggia, si può dire esclusivamente, su pilastri a sezione quadra di soli 50 centimetri di lato, distanti m. 4,40 da asse ad asse.

Invero, il muro perimetrale ed i pochi muri intermedi a parete continua, i quali hanno, più che altro, lo scopo di agevolare l'isolamento in caso di incendio, si riducono anch'essi, per la parte resistente, a pilastri in *béton* armato, mentre il resto va riguardato piuttosto come parete di chiusura.

L'edificio trovasi in Via Archimede a fianco dello Scalo per le merci a piccola velocità della Stazione di Piazza Brignole, colla quale è raccordato per mezzo di due binari. Esso copre un'area in forma di C, di circa 2350 metri quadrati; uno dei corpi avanzati comprende gli Uffici, il riparto

STAZIONE di GENOVA P.P.

PROGETTO DI RIORDINO ED AMPLIAMENTO

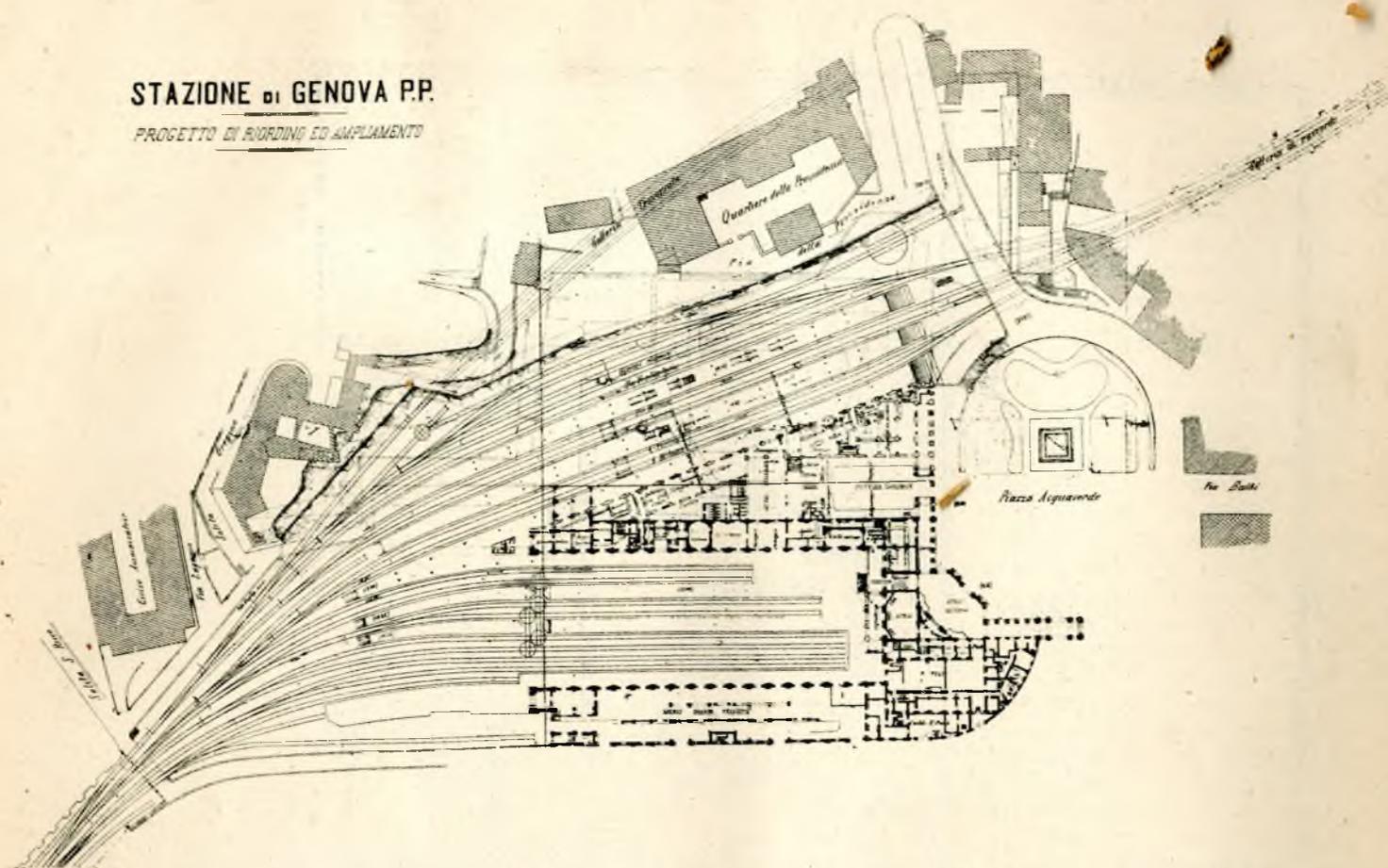


Fig. 151. — Planimetria nella scala di 1 a 2500.

della Prepulitura ed i Silos; il braccio intermedio è occupato dal riparto della Pulitura e dai Molini; l'altro corpo avanzato è il magazzino dei prodotti: in mezzo sorge, ad altezza assai minore, il padiglione coll'impianto della forza motrice (veggasi la fig. 153).

Il macchinario, minutamente spiegato dal Direttore tecnico dello stabilimento, ing. C. Bagnasco, al quale siamo pure debitori delle notizie qui raccolte, si divide in altrettanti gruppi quanti sono i riparti accennati.

L'impianto per la *prepulitura* e per l'*immagazzinamento* del grano in arrivo ha la potenzialità di 700 quintali all'ora, e permette di scaricare contemporaneamente due vagoni e due carri a cavalli, contenenti la stessa o anche due diverse qualità di grano. A questo scopo due tramogge di caricamento versano il cereale nelle tazze di due elevatori della portata di 350 quintali ciascuno, che, dopo averlo sollevato sino all'ultimo piano dell'edificio, lo lasciano cadere in due macchine pulitrici, del tipo cosiddetto *Eureka*. In esse il grano viene liberato dalla buccia e dalle impurità aderenti alla superficie, per opera di ali rotanti, che lo sbattono contro lamiere bucherate, mentre una forte corrente d'aria aspira e porta via le sostanze leggere staccate dal chicco.

In seguito il grano può venire immagazzinato da due nastri di trasporto orizzontali con carrello di scarico, che possono versarlo in una qualunque delle sette celle dei Silos, della capacità complessiva di 4500 t.

Fa seguito la *pulitura*. Sotto le bocche di scarico dei Silos corre un altro nastro collettore, che fa capo ad un elevatore, dal quale il grano viene innalzato all'ultimo piano dell'edificio. Di là esso discende attraversando successivamente le macchine pulitrici: buratti spolveratori, apparecchi calibratori del grano, o separatori dei corpi che diffe-

riscono dal grano per la forma e grandezza e ricevono il nome di *zig-zag* pel moto di cui sono animati, spazzole, lavatrici, svecciatori, ecc. Macchine speciali lavorano lo scarto, separando l'orzo e l'avena, che sono venduti a parte. L'impianto di pulitura ha la potenzialità di 130 quintali all'ora, e il processo può variare secondo la qualità del grano.

La *macinazione* è fatta da laminatoi fra i più grandi che si conoscano (1500 mm.), gli svestimenti e le rimacine da laminatoi più corti (800 mm.) tutti collocati al 1° piano.

Nei piani superiori sono collocate le macchine per l'estrazione e pulitura delle semole: buratti estrattori, buratti comuni, centrifughi e piani (*Plansichter*), pulitrici per semolini, ecc. La lavorazione è affatto automatica anche per prodotti secondari; basti dire che ciascuna delle 15 marche, che si producono per la vendita fra semole, farine e crusche, è introdotta automaticamente in appositi cassoni, dai quali viene insaccata e spedita.

Fra le macchine sono fraposte casse-serbatoi capaci di fornire ad esse per qualche tempo la materia necessaria, anche se il processo di lavorazione si arrestasse in altri punti. La potenzialità dell'impianto è di 125 q. all'ora.

Il *magazzino dei prodotti* è all'ultimo piano del braccio minore dell'edificio, dove tutti i prodotti, a seconda della loro qualità e del bisogno, possono venir collocati nei depositi, o insaccati, o mandati in una combinazione qualunque alle mescolatrici. Da tutti i piani si possono caricare contemporaneamente due vagoni e quattro carri, gettando i sacchi entro discese a chiocciola in lamiera di ferro.

L'*impianto della forza motrice* consiste in una batteria di due caldaie a focolare interno con corpi sovrapposti, con surriscaldatori del vapore ed economizzatori, ed in una motrice a tripla espansione di 600 cavalli indicati, con distri-

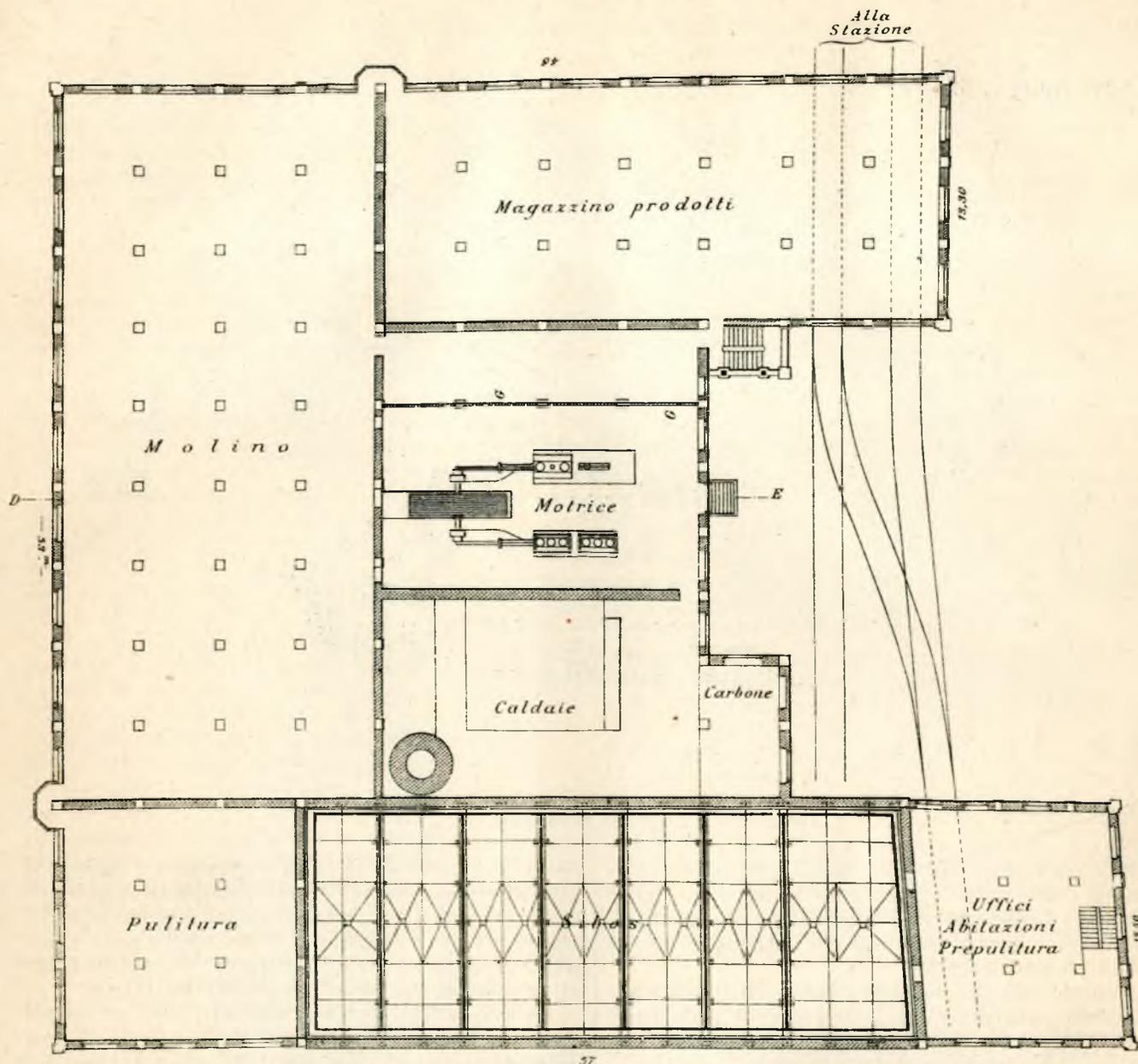


Fig.152.- Semoleria italiana Ravano, Bozano e C. — Pianta del secondo piano. — Scala di 1 a 350.

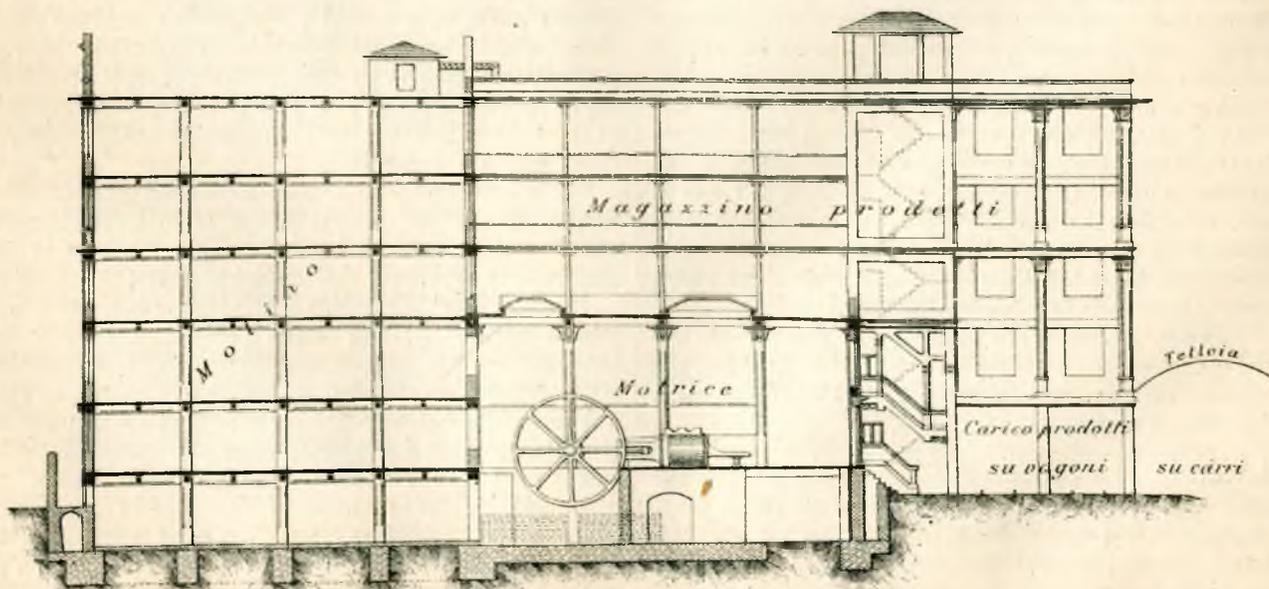


Fig.153.- Semoleria italiana Ravano, Bozano e C. — Sezione secondo DE (fig. preced.).

buzione Sulzer della Ditta Tosi di Legnano. Ecco i dati principali dell'impianto, favoriti anch'essi dall'ing. Bagnasco:

Superficie di riscaldamento di ciascuna caldaia m² 112.

Superficie della graticola di ciascuna caldaia m² 2,65.

Superficie degli economizzatori m² 120.

Pressione di regime, atmosfere 12,5 con 90° centigradi di surriscaldamento.

Camino: altezza m. 50, diametro interno m. 1,40.

Motrice: numero dei giri al minuto primo 75.

Cilindro ad alta pressione: diametro m.m. 425.

» a media » » 650.

» a bassa » » 1100.

Corsa comune ai tre stantuffi mm. 1200.

Volante-puleggia: diametro m. 5,30, peso tonn. 32.

Condensatore a miscela con pompa verticale doppia.

I risultati ottenuti nella prova di collaudo, che durò 7 ore, sviluppando la motrice, in media, 500 cavalli-indicati, sono veramente meravigliosi, e condurrebbero ad ammettere un consumo di vapore per ogni cavallo-indicato-ora di kg. 4,588, che si ridurrebbe a kg. 4,566, escludendo l'acqua condensata nella tubazione, e ad un consumo di carbone di kg. 0,539.

Ora mi par bene notare che, in corrispondenza alla temperatura media di 280° centigradi con circa 90° di surriscaldamento, osservata pel vapore di introduzione, supposta la pressione di scarico di 0,2 atmosfere, una macchina la quale funzionasse secondo il ciclo di *Rankine teorico* consumerebbe circa kg. 3,850 di vapore per cavallo indicato-ora. Il consumo pratico non supererebbe neanche di 1/5 il consumo teorico, e questo risultato, per quanto sia nota l'eccellenza della Ditta costruttrice, che ha fama mondiale, ci lascia un po' dubbiosi sull'interpretazione dell'esperienza.

La trasmissione del movimento del volante della motrice agli alberi principali è fatta per mezzo di 18 funi di canapa del diametro di mm. 50. Gli alberi secondari e le macchine operatrici sono comandati con cinghie. Però, allo scopo di potere anche nei giorni di riposo, quando la motrice è ferma, immagazzinare i grani in arrivo ed imballare i prodotti, lo Stabilimento è dotato di una derivazione elettrica sulla condotta di servizio della città, che può sostituire l'azione della dinamo a corrente continua di 18 kw. a 240 volt, comandata dalla motrice. Questa dinamo alimenta un sistema a tre fili, nel quale sono inseriti tre motori elettrici di 12,5, 10 e 6 cavalli rispettivamente: il primo comanda il macchinario della prepulitura e dei Silos, il secondo le pompe, il terzo le macchine del magazzino. Un'altra dinamo uguale alla precedente serve all'illuminazione dello stabilimento, alimentando circa 250 lampade ad incandescenza e 2 ad arco. Le dinamo, come tutto il macchinario elettrico, furono fornite dalla Società Anonima di Eletticità A. E. G., che esercita i brevetti dell'« Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft » di Berlino, e presentano infatti una disposizione speciale alle costruzioni di questa Ditta nel partitore di tensione *Dobrowolsky* per macchine a corrente continua, col quale si ripartisce ugualmente una data differenza di potenziale fra i circuiti di un sistema a più fili, anche quando il numero delle lampade inserito in ciascuno di essi non sia lo stesso. Naturalmente anche la corrente fornita dalla dinamo per l'impianto di illuminazione può essere sostituita nei giorni di riposo colla condotta della città.

Uscendo dalla Semoleria Genovese ammirammo di passaggio i nuovi palazzi di Via XX Settembre, costruiti in pochi mesi dall'Impresa Carbone e Repetta, coi magnifici solai in cemento armato dei grandiosi portici, e visitammo pure il Mercato Orientale, opera assai lodata dell'ing. Verroggio, Capo-Sezione del Municipio di Genova, la cui struttura interamente in *beton* armato, è tra le opere più rimar-

chevoli dell'ing. Porcheddu, attesa l'area di 1225 m², che esso ricopre, l'altezza di m. 14,60 sul pavimento del piano terreno e la portata di 15 m. delle travi del terrazzo.

I Silos granari a S. Limbania. — Le nozioni relative alle costruzioni in cemento armato ed ai vantaggi che queste presentano negli edifici industriali vennero opportunamente completate nella visita al grandioso stabilimento dei *Silos granari* sulla calata di S. Limbania. Anzi, essendo il fabbricato tuttora in corso di costruzione con buona parte del macchinario trasportato sul luogo pel collocamento, si poté rendersi ragione sia dal punto di vista costruttivo, sia dal punto di vista meccanico di molti particolari, che non si possono osservare in un impianto industriale in esercizio.

I Silos (veggasi Tav. XX) sono interamente costruiti in cemento armato sistema Hennebique, secondo i calcoli fatti dallo Studio Tecnico dell'ing. Porcheddu. I lavori sono diretti dall'ing. Luigi Cappello, che ci favorì colla massima cortesia tutti gli schiarimenti necessari.

L'edificio che si sta costruendo non comprende per intero tutta l'area di 7155 m² occupata nel progetto degli ingegneri Carissimo, Crotti e Decristoforis di Milano, al quale corrisponde una capacità di immagazzinamento di 43900 tonn. di grano, ma si limita alla parte disegnata con linee piene nella pianta della fig. 1 della Tav. XX, che rappresenta un volume utile di Silos per 27570 tonn.

Questa parte risulta di un corpo centrale, in cui si sta collocando il macchinario del magazzino, ed è fiancheggiato dai bracci di fabbrica che contengono le celle. Il braccio di levante è formato dall'aggruppamento di 172 celle rettangolari di m. 4 × 3 in pianta, e di m. 15 di altezza, della capacità di 130 tonn.; il braccio di ponente comprende nel primo impianto, del quale si accontenta per ora la Società Anonima proprietaria, 32 celle uguali alle precedenti e 14 di minore profondità colle bocche di scarico notevolmente innalzate sopra il piano del terreno per eseguire l'insacamento del grano in un locale sottostante e disporlo sui carri a trazione animale accostati al fabbricato.

L'ampliamento, che non verrà eseguito se non quando se ne farà sentire il bisogno, riguarderebbe la costruzione di altre 126 celle, colle quali il braccio occidentale dell'edificio raggiungerà le dimensioni stesse del braccio orientale.

Le fondazioni (fig. 4, 5 e 6 della Tav. XX) consistono in una platea di calcestruzzo armato estesa a tutta l'area, anzi sporgente a guisa di marciapiede su tutto il perimetro, per ripartire sul terreno, alquanto cedevole, il peso del fabbricato e l'enorme sopraccarico.

Detta platea è costituita come un solaio rovescio con una soletta di 15 cm. di spessore, rinforzata da un sistema di travi maestre larghe m. 0,90, sporgenti m. 0,60, disposte nel senso trasversale del fabbricato alla distanza da asse ad asse di m. 1,50, e da un altro sistema di travi secondarie, dirette longitudinalmente, distanti m. 8 da asse ad asse di uguale altezza e di larghezze variabili.

Sopra i punti di incrocio delle travi secondarie colle principali si elevano pilastri a sezione quadrata di cm. 90 × 90 a sostegno delle celle granarie, che si accoppiano a due a due in ciascuna delle aree rettangolari di m. 3 × 8 limitata da una quaterna di pilastri.

Le pareti delle celle sono diaframmi in cemento armato di spessore decrescente dal basso all'alto. Esse ricevono l'attacco delle estremità superiori dei tondini, coi quali sono armati i fondi a tramoggia dei Silos, cosicchè questi fondi riescono unicamente sospesi alle pareti verticali in corrispondenza del loro contorno inferiore. La costruzione è molto ardita, e lo spessore massimo di 20 cm. per questi diaframmi fu calcolato in modo che, a cella piena, sotto la spinta del

grano animato dal movimento di discesa, corrispondente all'efflusso di 75 tonn. all'ora, non si abbia una saetta d'inflexione superiore ad 1/250 della portata e la deformazione sia inoltre perfettamente elastica.

Anche la copertura dell'edificio è un tetto piano con camera d'aria in cemento armato, sistema Hennebique.

Le operazioni che si eseguiranno nei Silos, si possono suddividere in 3 gruppi: 1°, aspirazione e presa del grano; 2°, elevazione, trasporto, pulitura ed immagazzinamento; 3°, distribuzione, pesatura e caricamento dei carri.

La presa del grano si farà col metodo recentissimo di macchine aspiranti per mezzo di tubi sorretti da un apposito pontile, che sporge verso mare (fig. 2 e 3, Tav. XX), e al quale possano accostarsi simultaneamente due navi cariche di frumento. Le estremità di questi tubi, munite di teste succhianti, potranno penetrare nella stiva del bastimento, dalla quale aspireranno il grano grazie alla fortissima corrente d'aria prodotta in essi dalle pompe a stantuffo.

Ogni pompa *p* (fig. 6) è costituita da due cilindri verticali a doppio effetto, è accoppiata per mezzo di un rotismo riduttore di velocità ad una motrice compound a vapore di 125 cavalli ed è capace di aspirare 75 tonn. di grano all'ora. L'impianto attuale comprende 4 di questi gruppi; l'impianto definitivo ne comprenderà 6.

I tubi *t* di aspirazione fanno capo ai recipienti del grano *g*, che sono cilindri in lamiera di ferro di 3 m. di diametro e 5 m. di altezza, nei quali, stante l'aumentata sezione, la corrente d'aria non è più abbastanza forte per trascinare il grano che cade sul fondo del recipiente e ne esce a intermitenze attraverso ad una valvola a pendolo Duckam.

L'aria contenente le impurità leggiera del grano si dirige alle pompe aspiranti, dalle quali è cacciata nella camera della polvere *s*.

Il macchinario pel trasporto, la pulitura e l'immagazzinamento non differisce da quello della descritta Semoleria tranne per le proporzioni grandiose dell'impianto e per un apparecchio sussidiario ideato appositamente dagli ingegneri autori del progetto, al quale essi diedero il nome di *distributore centrale*. Questo meccanismo (fig. 4) permette lo smistamento dei grani, e, ad impianto finito, potrà ricevere il grano da 12 bocche di entrata indipendenti e distribuirlo secondo una qualsiasi delle combinazioni matematicamente possibili a 12 delle 14 bocche di uscita.

Attraverso al distributore *d* si potranno dunque avere in movimento contemporaneo 12 partite di grano in arrivo da altrettanti elevatori, che portano il grano appena aspirato o quello già estratto dalle celle di immagazzinamento.

Delle 14 bocche di uscita, 6 comunicheranno coi nastri di trasporto orizzontale per il caricamento dei Silos *nn*; altre 6 porteranno il grano ai nastri di sacco che lo versano nelle bilancie automatiche capaci di dividere il grano in tante parti di peso costante ed esatto, corrispondenti ciascuna alla capacità di un sacco (kg. 100); le ultime due bocche lo guideranno alle macchine di pulitura ed a quelle di calibratura.

Cosicchè tutte le operazioni si faranno, richiamando prima cogli elevatori il grano sino al distributore centrale, e di lì guidandolo al riparto voluto.

*

Magazzini generali sul Molo Vecchio. — È questa un'altra costruzione recentissima del porto di Genova, che abbiamo potuto visitare grazie alla cortesia del Direttore dei lavori ing. A. Albertini, e della quale egli stesso unitamente all'ing. Zavaroni si compiacque di comunicarci le notizie illustrative qui riassunte.

I Magazzini generali saranno costituiti da due gruppi di fabbricati paralleli separati l'uno dall'altro da una zona

di terreno larga 26 metri e capace di 5 binari e di una strada carrettiera. Il più importante di questi gruppi, che è l'unico sinora costruito, è il gruppo Nord, che prospetta la calata nell'interno del porto, ed ha la lunghezza di metri 301,80 e la larghezza di m. 30. L'altro, chiamato Gruppo Sud, avrà colla medesima larghezza una fronte di m. 201,60.

I magazzini sono a quattro piani, divisi da muri trasversali in scomparti tutti uguali di m. 33,40 di lunghezza; cosicchè il Gruppo Nord ne contiene nove, mentre il Gruppo Sud non ne avrà che sette. Le aree e la capacità di immagazzinamento degli edifici sono riassunte nel seguente quadro:

	Area coperta	Area utilizzabile	Capacità di immagazzi- namento
	m ²	m ²	t.
Gruppo Nord	9 054	32 861	82 152
Gruppo Sud	6 048	21 907	54 768
In totale	15 102	54 768	136 920

Come si vede, paragonando la capacità di immagazzinamento alle aree utilizzabili, i solai devono essere capaci di un sopraccarico di 2500 kg. per m². Essi sono costruiti con voltine in cemento gettato di m. 0,94 di corda, che si impostano su travi secondarie formate con ferri a Γ di cm. 30 di altezza del tipo normale. Queste corrono continue per tutta la larghezza interna dell'edificio (m. 28) sulle travi principali a Γ di cm. 55 di altezza che le ferriere Burbach, fornitrici del metallo all'Impresa dei Magazzini Generali, hanno aggiunto da qualche tempo alla serie dei tipi normali. Queste travi principali corrono in cinque file longitudinali parallelamente al lato maggiore dell'edificio, frazionando la larghezza del solaio in sei strisce della portata di m. 4,70 ciascuna; esse poggiano poi su colonne in ghisa, situate anch'esse alla distanza di m. 4,70 l'una dall'altra, e terminano in corrispondenza dei muri trasversali accennati.

Osservando la costruzione semplice e robustissima di questi solai, si notò che ogni trave principale lunga metri 32,60 fra gli appoggi estremi e sorretta da sei colonne intermedie, presentava i giunti indispensabili non già in corrispondenza degli appoggi, ma ad una distanza da essi sensibilmente uguale a quella delle sezioni di momento nullo in una trave continua uniformemente caricata.

I lavori per la costruzione del Gruppo Nord principiarono cogli sterri per le fondazioni il gennaio 1899 e terminarono il 31 agosto 1900.

Il materiale impiegato può dar un'idea della grandiosità dell'edificio.

Pali per le fondazioni	N.	9600
Volume complessivo delle murature	m ³	21500
Ferro omogeneo per i solai metallici	t.	2680
» » per le incavallature inglesi del tetto	t.	190
Ghisa per 849 colonne	t.	1130

I Meccanismi per le operazioni di sbarco e di imbarco e per il caricamento delle merci sui veicoli sono già fin d'ora quasi tutti collocati in opera, poichè occorre essenzialmente per il servizio del Gruppo Nord che prospetta la calata.

Eccone in succinto i dati principali:

N. 9 *Gru elettriche a cavalletto* della portata di 1500 chilogrammi, allineate sulla calata, per elevare diretta-

mente le merci dal piroscavo a qualunque piano dei magazzini. Sono dotate di motori elettrici separati per il sollevamento e per la rotazione del braccio porta-carichi; il loro avanzamento su apposito binario, che comprende quello per i veicoli ferroviari, si fa a braccia d'uomo operando con una manovella su di un rotismo.

Raggio della volata m. 12.

Altezza della carrucola sulla calata m. 17.

Velocità di sollevamento m. 0,60 al 1".

Velocità di rotazione del gancio m. 2 al 1".

N. 7 *Gru elettriche a muro* di 1500 Kg. infisse all'altezza del 3° piano e sulla fronte Sud dei Magazzini verso il piazzale interno per il servizio dei carri.

Braccio m. 2,50 comandato a mano.

Velocità di sollevamento m. 0,50 al 1".

N. 7 *Montacarichi elettrici Stigler* per 1500 kg. di portata e m. 13,20 di salita, con una velocità di m. 0,30 al 1". Ognuno di essi è provveduto di tre apparecchi di sicurezza e del freno automatico che impedisce la messa in marcia della cabina se non sono chiuse tutte le porte di accesso ai piani. Da esperienze di collaudo istituite appositamente risultò, dopo raggiunta la velocità di regime, un consumo di 17 ampères sotto la tensione di 552 volt. È facile dedurre che il rendimento complessivo dell'apparecchio in tali condizioni è uguale a 0,47.

N. 4 *Argani elettrici* per la trazione dei carri ferroviari sulle calate, capaci di esercitare ciascuno uno sforzo di trazione di 1000 kg. con una velocità di m. 0,60 al 1".

L'impianto del macchinario elettrico e dell'illuminazione che comprende 20 lampade ad arco da 15 ampères distribuite sui piazzali e 600 lampade ad incandescenza da 20 a 30 candele nell'interno dei Magazzini fu eseguito dalla A. E. G. di Berlino. La corrente è data dalle Officine elettriche genovesi, che servono anche gli impianti delle tramvie e dell'illuminazione nella città.

*

Officina idraulica per il comando degli apparecchi nel Porto di Genova. — Allo scopo di far notare i vantaggi di questi nuovi sistemi per il comando degli apparecchi di servizio per le calate di un porto, si visitò l'Officina idraulica sulla calata degli Zingari ultimata fin dall'agosto 1887, dalla quale dipende tuttora la maggior parte delle gru e degli argani di manovra. Per una descrizione particolareggiata dell'impianto rimandiamo alla Monografia del Genio civile italiano sui lavori del Porto di Genova, ovvero alla relazione degli ing. Luiggi e Borgatti: *Sugli impianti idraulici nel porto di Genova* (*).

Qui importa essenzialmente rammentare che le pompe rifluitrici per comprimere l'acqua nella condotta di servizio alla pressione di 50 atmosfere costituiscono tre gruppi mossi da apposite macchine a vapore compound, e capaci di spingere ciascuno ad ogni giro di volante 55 litri d'acqua. Data la velocità di marcia, che un regolatore Buss limita ad un massimo di 35 giri al 1', la produzione totale dell'impianto può raggiungere 96 litri al 1", supposto che lavorino tutte e tre le rifluitrici.

Ora lungo la condotta sono attualmente inseriti 6 accumulatori, ciascuno dei quali consiste in un cilindro cavo di ghisa del diametro interno di 508 mm. di diametro, m. 6 di altezza ed 1 m³ di capacità, nel quale scorre lo stantuffo, che regge un cassone convenientemente zavorrato.

Dunque la capacità complessiva degli accumulatori nell'impianto di Genova equivale soltanto al volume d'acqua che le pompe sono capaci a comprimere in 1', e quindi la capacità di immagazzinamento è estremamente piccola e la

portata delle rifluitrici si dovette proporzionare al bisogno nelle ore di maggior consumo.

Ne segue che la marcia delle pompe va soggetta ad interruzioni frequentissime, prodotte da un apparecchio automatico, ogni qual volta gli accumulatori raggiungono il termine della corsa. L'inconveniente è attenuato dalla possibilità di lasciare inoperosi nelle ore di minor consumo uno o due dei tre gruppi rifluitrici che costituiscono l'impianto, ma tuttavia la capacità degli accumulatori è sempre insufficiente a ripartire su di un lungo periodo di tempo il consumo variabile di acqua in pressione fatta dai molteplici apparecchi distribuiti lungo un circuito di 9 km. sulle calate del porto.

Ora l'intermittenza nella marcia delle macchine a vapore, che comandano le pompe, è causa di un rendimento assai basso per le forti condensazioni, alle quali va soggetto il vapore stagnante nei cilindri immobili, e per la resistenza di primo distacco che si deve vincere ad ogni ripresa del movimento. Appare quindi chiara la ragione della preferenza accordata nei moderni impianti alla distribuzione dell'energia elettrica per corrente continua, di cui si è veduto un esempio nel macchinario dei Magazzini Generali. Poiché nelle stazioni centrali per distribuzione di corrente, grazie all'efficacia di quei preziosi ausiliari che sono gli accumulatori elettrici, si può proporzionare la potenza delle macchine al consumo medio, e farle lavorare con quella continuità, che è prima condizione di buon funzionamento per ogni meccanismo.

M. PANETTI.

ELETTROTECNICA E SUE APPLICAZIONI

L'INDUSTRIA IN ITALIA DELLE MACCHINE ED APPARECCHI ELETTRICI

(Continuazione)

*

Società Nazionale delle Officine di Savigliano. — Si costituì nel 1881 per riattivare le Officine ferroviarie di Savigliano, ma ben presto estese il campo della propria attività, oltre alla costruzione del materiale mobile e fisso per ferrovie e tramvie, anche alle grandi costruzioni metalliche, ponti, tettoie, ecc., alle costruzioni meccaniche in genere, ed in special modo a quelle elettriche. Dispone ora di due officine: una a Savigliano, ch'è davvero imponente, dove si compiono le costruzioni in ferro, e l'altra a Torino, dove si compiono quelle meccaniche ed elettriche. Ambedue sono fornite di ampio macchinario e danno lavoro ad un numero rilevante di operai; la seconda, anzi, in questi ultimi mesi è stata riordinata e munita di un più adatto gabinetto di prove.

Questa Società iniziò la fabbricazione delle macchine elettriche nel 1893; ma fino al 1898 attese in modo speciale alla costruzione delle dinamo e motori a corrente continua, alle costruzioni elettriche che hanno per oggetto le applicazioni alla tecnologia meccanica, ed in linea secondaria alla costruzione degli alternatori e motori a corrente alternata. Solo dopo il 1898 ha anche dato impulso maggiore a quest'ultima lavorazione. Anch'essa adotta il sistema costruttivo per serie, e fabbrica inoltre quadri di distribuzione, reostati, giunti elastici per accoppiamento delle dinamo a' motori, progetta ed eseguisce infine impianti completi d'illuminazione elettrica, di trasporti di energia, e di trazione.

La Società delle Officine di Savigliano, mantenendo ancora l'antico tipo di dinamo Manchester, ha da qualche anno ini-

(*) « Giornale del Genio civile », 1888, pag. 329.

ziata la costruzione de' tipi di dinamo più moderni e più economici. Di dinamo e motori bipolari (fig. 154), oppure a 4 poli, ma 2 soli bobinati, ha una serie di tipi da 1 a 35 cavalli, i quali possono essere tutti costruiti per tensioni fino a 500 volt. La carcassa è in acciaio fuso; i poli e le espansioni polari vengono di fusione con la carcassa; l'avvolgimento degli induttori è fatto sopra carcasse speciali di materia isolante di buona qualità; l'indotto è a tamburo dentato; l'avvolgimento indotto è fatto a mano per i tipi piccoli bipolari, a sagoma invece per i tipi a quattro poli; il collettore è di rame elettrolitico trafilato, con isolamento in mica; le spazzole sono sempre di carbone grafiteo compresso; i sopporti sono tutti con oliatura automatica ad anello.

Questi tipi, molto adatti per motori, sono in generale leggeri in rapporto alla loro potenza e vengono costruiti anche completamente chiusi (fig. 155), oppure con cuffie apribili

(fig. 156), per tutte le applicazioni in luoghi umidi, o dove vi è molta polvere o fumo. Sono preferiti, anche per il piccolo spazio che occupano, per il comando delle gru, delle macchine utensili, delle pompe, ecc.

Le macchine a corrente continua multipolari sono per potenze variabili da 25 a 300 cavalli del tipo rappresentato dalle figure 157 e 158. Hanno la carcassa in acciaio fuso di forma rotonda con i poli e le espansioni polari di riperto, l'indotto sempre a tamburo dentato con avvolgimento a sbarre di rame per le basse tensioni ed a fili su sagome per le tensioni più elevate, il collettore di rame elettrolitico trafilato con isolamento in mica, le spazzole di carbone, ed i sopporti con lubrificazione automatica ad anello. Sogliono costruirsi anche con un numero di giri diversi dal normale e molto ridotto per accoppiamento diretto a motrici idrauliche od a vapore.

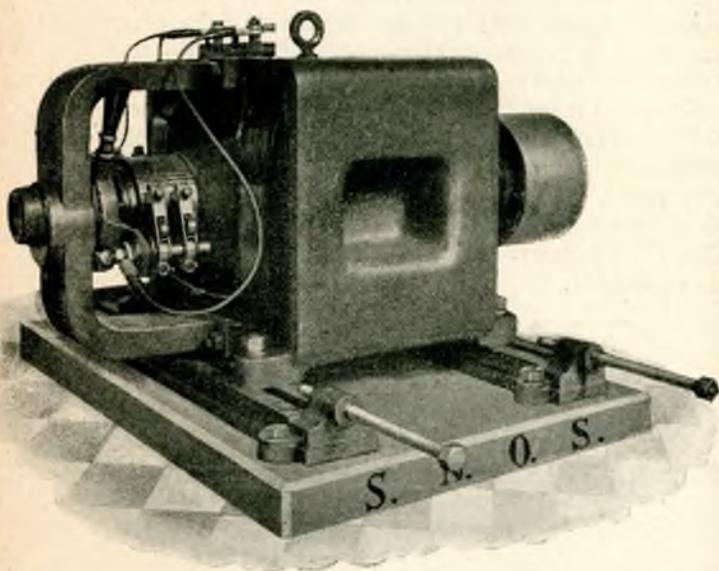


Fig. 154. — Dinamo bipolare a corrente continua della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

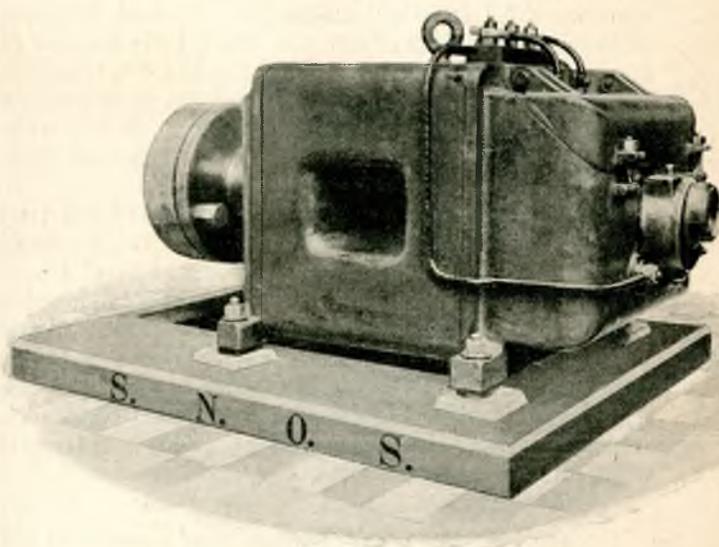


Fig. 155. — Motore del tipo chiuso a corrente continua della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

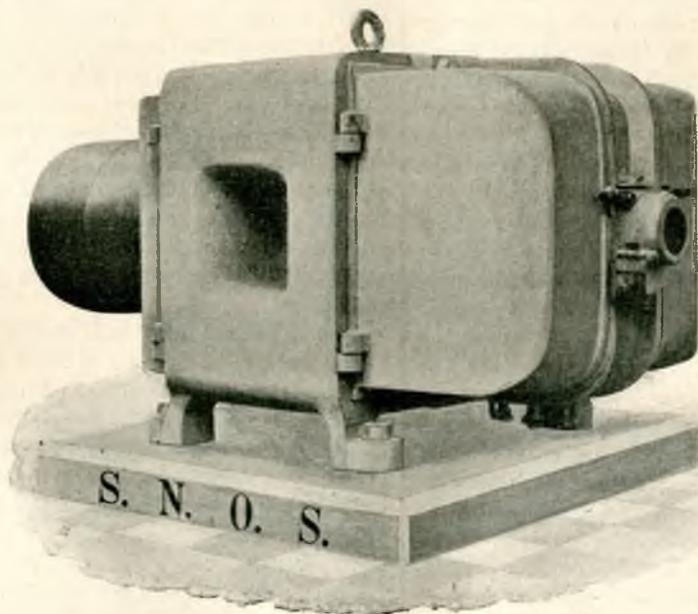


Fig. 156. — Motore a corrente continua con cuffie apribili della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

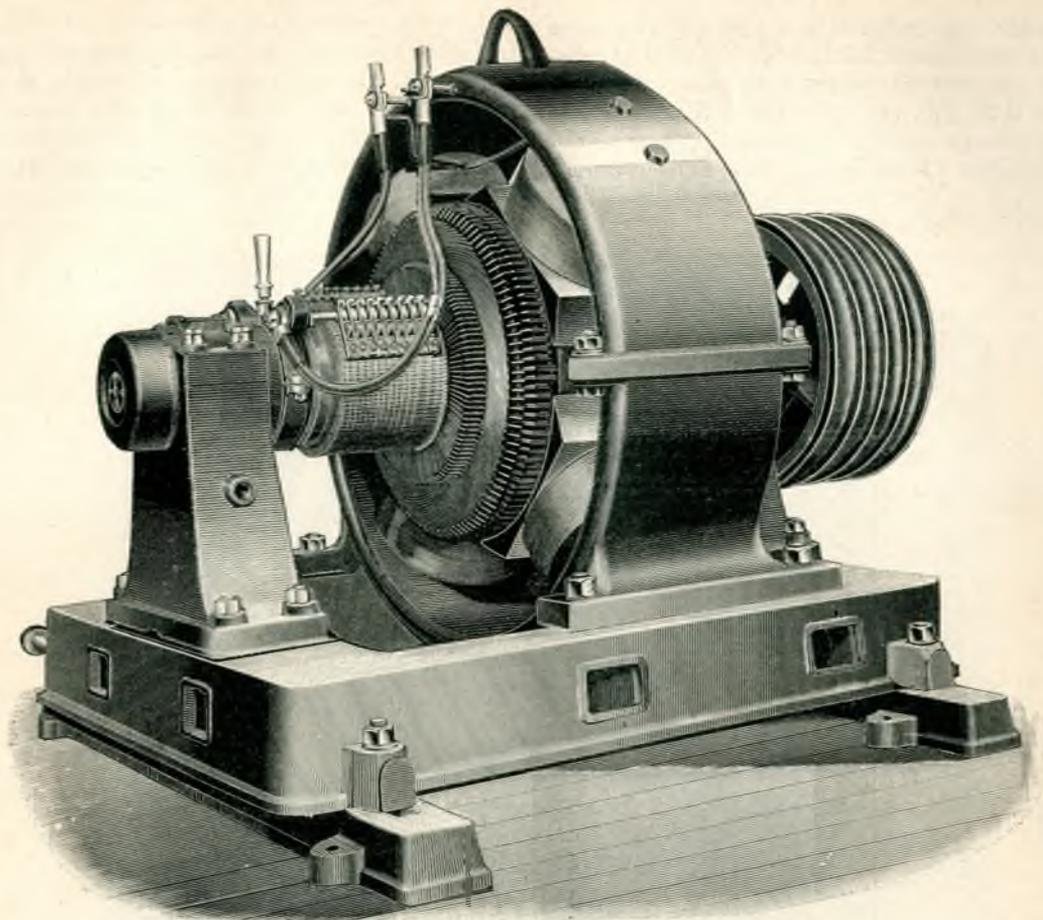


Fig. 157. — Dinamo multipolare a corrente continua da 14 a 70 chilowatt della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

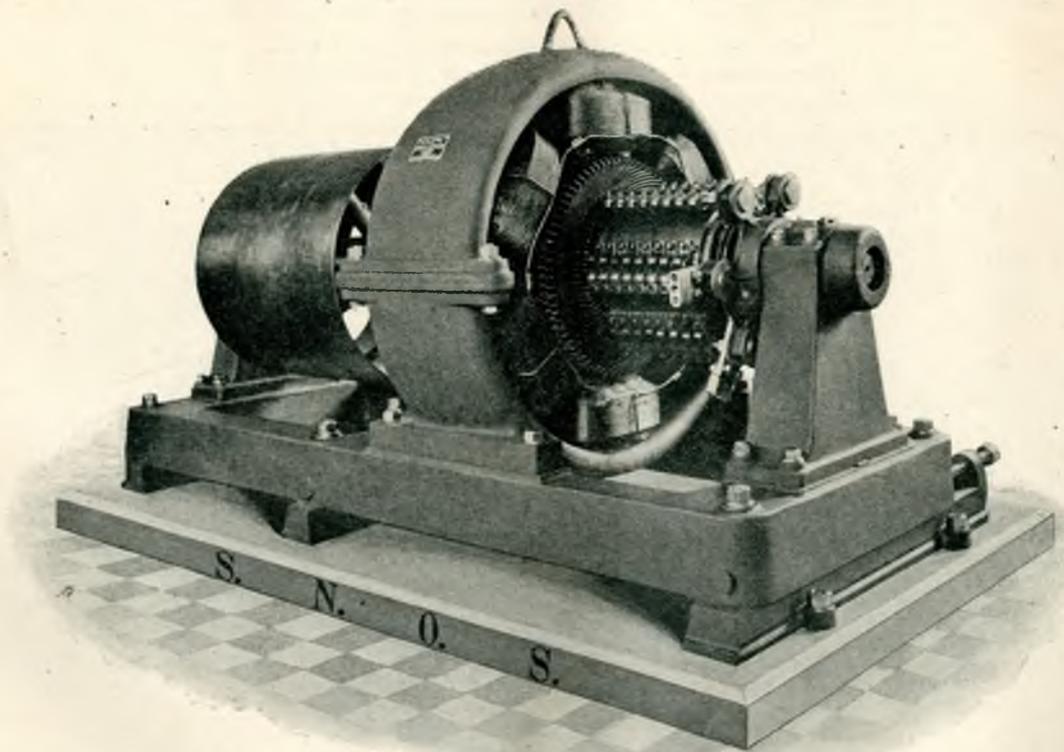


Fig. 158. — Dinamo multipolare a corrente continua per potenze superiori a 70 chilowatt della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

Queste macchine sono notevoli non solo per il piccolo peso e l'accurata ventilazione dell'indotto e di tutti gli avvolgimenti, per cui possono sempre sopportare un sovraccarico di almeno il 25 0/0, ma anche per il funzionamento che avviene con assoluta assenza di scintille, qualunque sia il carico e la tensione, e senza spostamento delle spazzole.

La serie normale degli alternatori è stabilita in base alla frequenza normale di 50 periodi, e con tipi diversi secondo la velocità, che però raggiunge i 500 giri al minuto anche per il tipo di 500 cavalli. La potenza motrice di essi varia da 30 a 500 cavalli e le tensioni normali per gli alternatori trifasi sono 1900, 3700, 5200, 7200 volt. Il tipo (fig. 159)

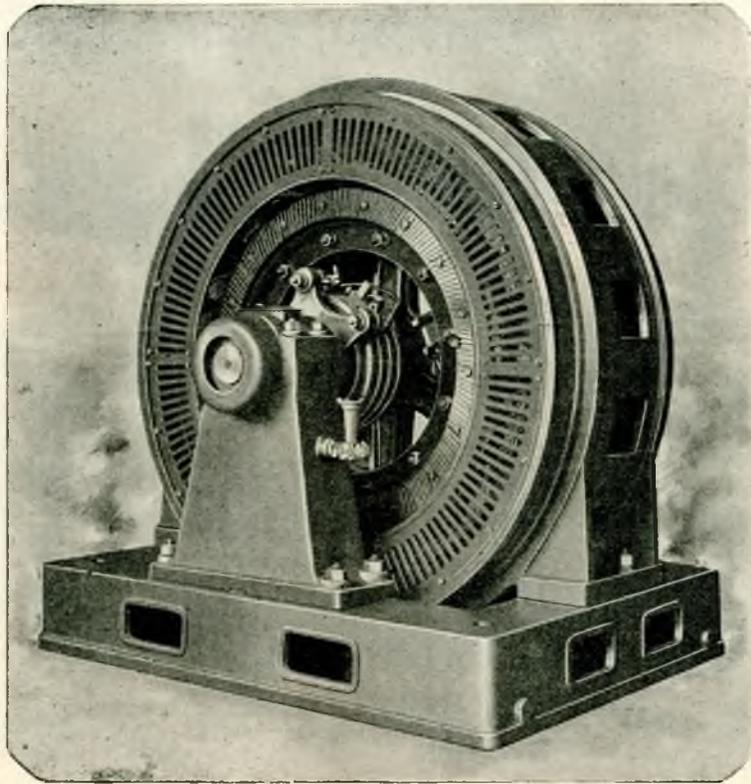


Fig. 159. — Alternatore trifase da 100 cavalli della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

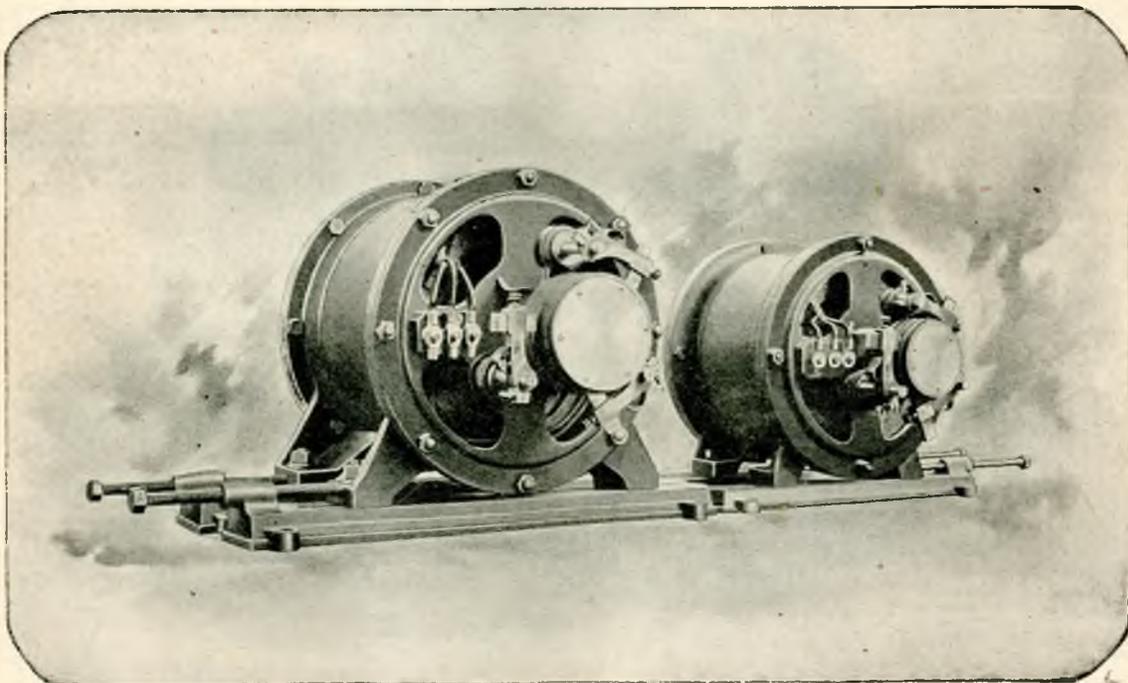


Fig. 160. — Motori trifasi da 5 e 10 cavalli (tipo con anelli) della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

è ad indotto fisso, con sezioni facilmente ricambiabili, essendo formate separatamente sopra sagome e collocate in scanalature aperte; l'induttore rotante è a poli tutti laminati e bobinati direttamente o con filo o con sbarra di rame secondo i tipi; la lubrificazione è automatica ad anelli. La dinamo eccitatrice è in generale accoppiata direttamente all'alternatore.

La Società delle Officine di Savigliano ha già installati per diversi impianti questi tipi di alternatori a tensioni elevate, anche per piccola potenza. Tra essi ricordo un alternatore trifasico di 30 cavalli ed a 3700 volt che fu costruito per trasporto di forza, con una linea in montagna della lunghezza di più di 10 chilometri, e che funziona da più di un anno, senza avere dato luogo al minimo inconveniente.

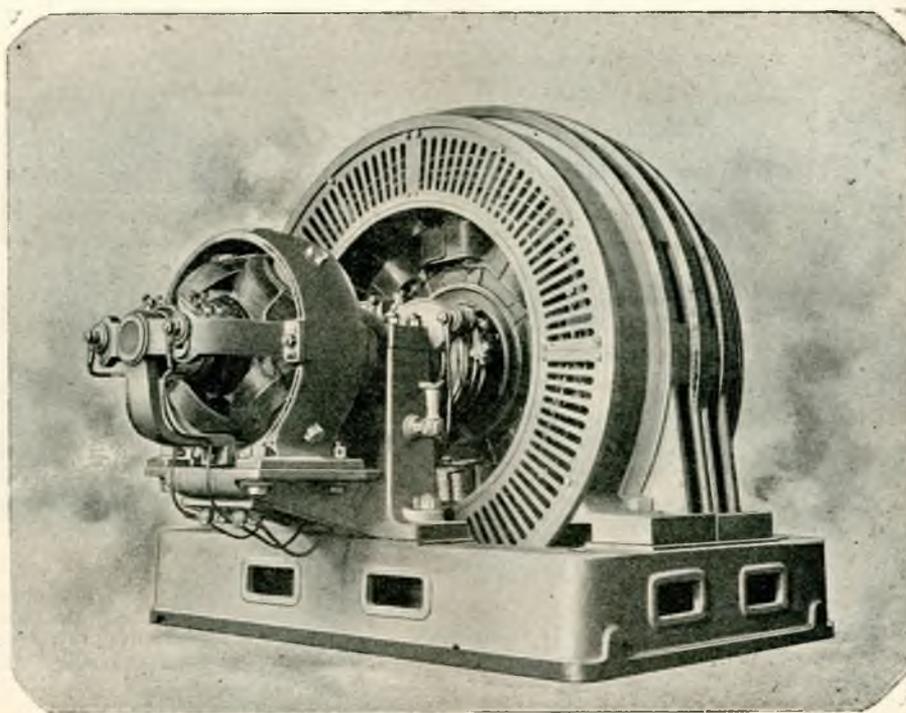


Fig. 161. — Motore trifase da 160 cavalli della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

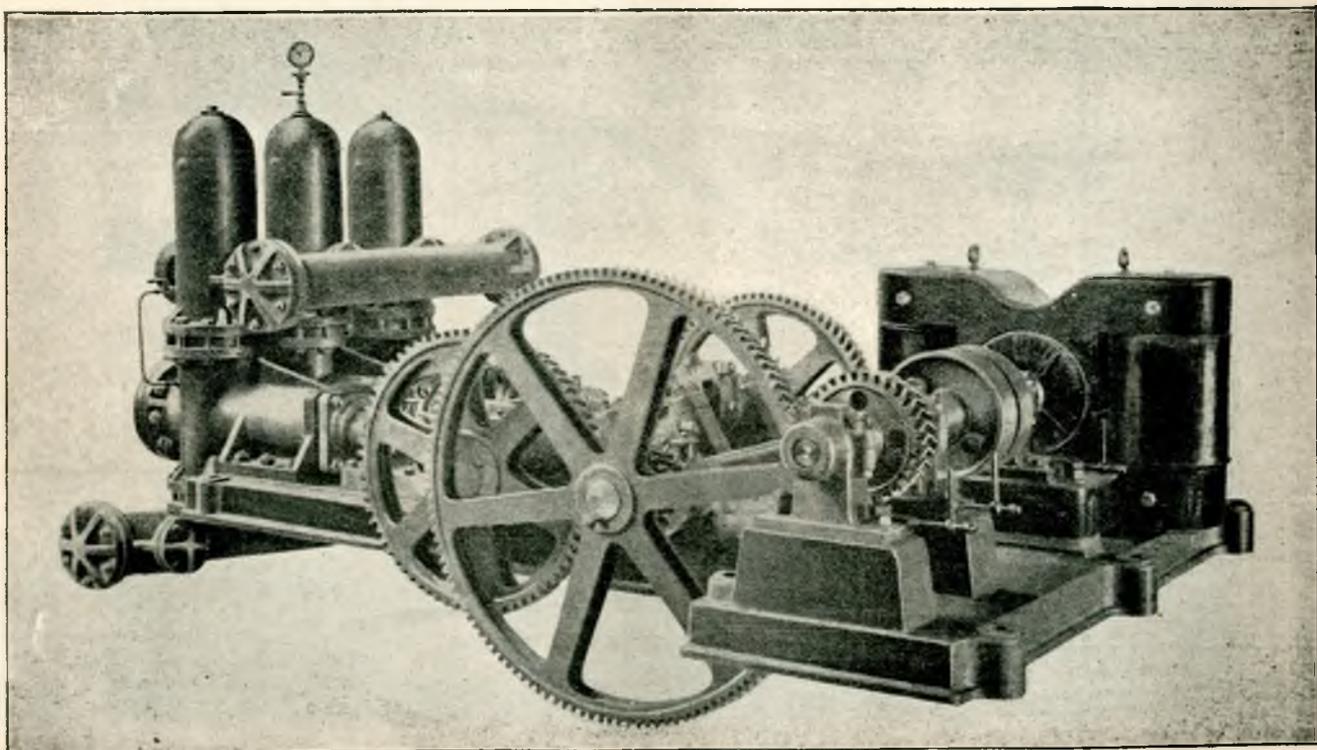


Fig. 162. — Pompa a tre cilindri azionata da motore elettrico per uso di miniera della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

Oltre a questi tipi di alternatori normali monofasi o trifasi, questa Società costruisce anche tipi speciali di alternatori per velocità diverse dalle normali e per condizioni difficili di funzionamento in parallelo, come nel caso di alternatori comandati da motori a gas.

I motori elettrici trifasi di serie normale studiati per frequenze di 50 periodi sono di due tipi: l'uno senza anelli e spazzole per tensioni inferiori a 300 volt e per potenze da 1/3 a 10 cavalli (fig. 160), l'altro con anelli e spaz-

zole per tensioni fino a 500 volt e per potenze da 2 a 30 cavalli. Dal tipo di 30 cavalli in su, questi motori possono essere costruiti per tensioni fino a 3000 volt, e dal tipo di 100 cavalli anche per tensioni fino a 5000 volt (fig. 161). Tutti questi motori presentano un rendimento ed un fattore di potenza abbastanza alto.

I trasformatori del tipo normale sogliono costruirsi per corrente alternata monofase o trifase: quelli monofasi sono a doppio circuito magnetico orizzontale e per potenze fino

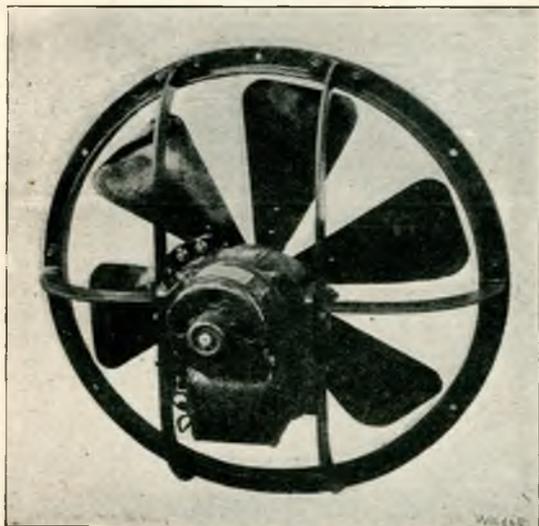


Fig. 163. — Ventilatore elicoidale con motore elettrico della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

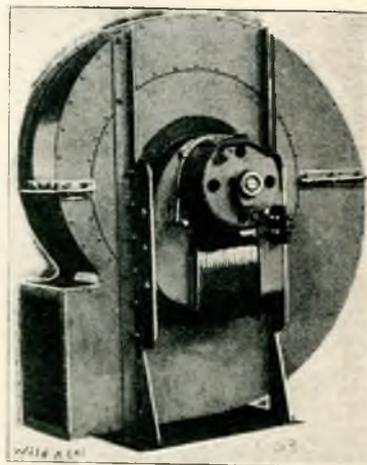


Fig. 164. — Ventilatore centrifugo (a bassa pressione) con motore elettrico della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

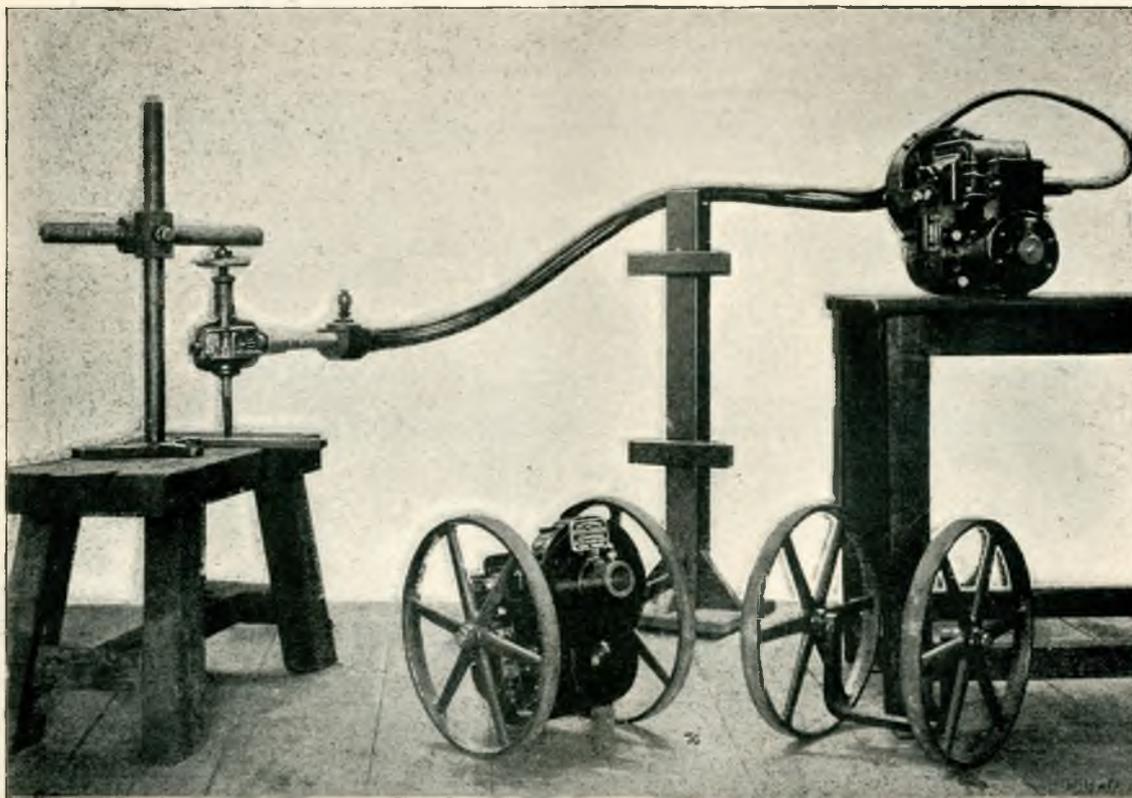


Fig. 165. — Trapanatrice elettrica con albero flessibile della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

a 120 chilowatt, quelli trifasi del tipo a 3 colonne verticali e per potenze variabili da 2 a 300 chilowatt. I tipi per tensioni fino a 10000 volt e per potenza fino a 100 chilowatt sono a raffreddamento naturale, per tensioni e potenze superiori sono del tipo ad immersione completa nell'olio, con o senza raffreddamento mediante circolazione d'acqua. Sarebbe desiderabile che anche pe' trasformatori monofasi fosse adottata la disposizione verticale de' nuclei magnetici, la quale permette di dare ad essi una forma migliore e si presta anche di più per una loro buona ventilazione.

Fra le applicazioni de' motori elettrici alla tecnologia meccanica, che la Società delle Officine di Savigliano, prima fra le Ditte italiane, ha eseguito ed eseguisce tuttora, sono specialmente importanti quelle alle pompe, a' ventilatori, alle macchine utensili, agli apparecchi di sollevamento: argani, verricelli, gru, ponti scorrevoli, montacarichi.

L'applicazione de' motori elettrici alle pompe (fig. 162)

si fa di solito direttamente per quelle centrifughe e mediante trasmissioni a denti per le altre a moto alternativo. In tutti i casi il movimento del motore a' diversi meccanismi è trasmesso mediante giunti elastici analoghi a quelli impiegati per accoppiare le dinamo alle motrici a vapore o alle turbine, o per collegare diverse dinamo tra loro. Essi sostituiscono con grande vantaggio i giunti rigidi, imperocchè rendono la trasmissione del movimento dolce ed uniforme anche quando gli alberi da accoppiarsi non sono esattamente allineati. Così restano eliminati i riscaldamenti, gli urti e simili inconvenienti che sono talvolta dovuti all'imperfezione della messa in opera.

I ventilatori elettrici che presentano, rispetto agli altri diversamente comandati, il vantaggio d'una maggiore comodità e di un funzionamento più regolabile, sono di due tipi: elicoidali (fig. 163) e centrifughi, a bassa pressione (fig. 164) per uso di bordo, ad alta pressione per fonderie, fucine

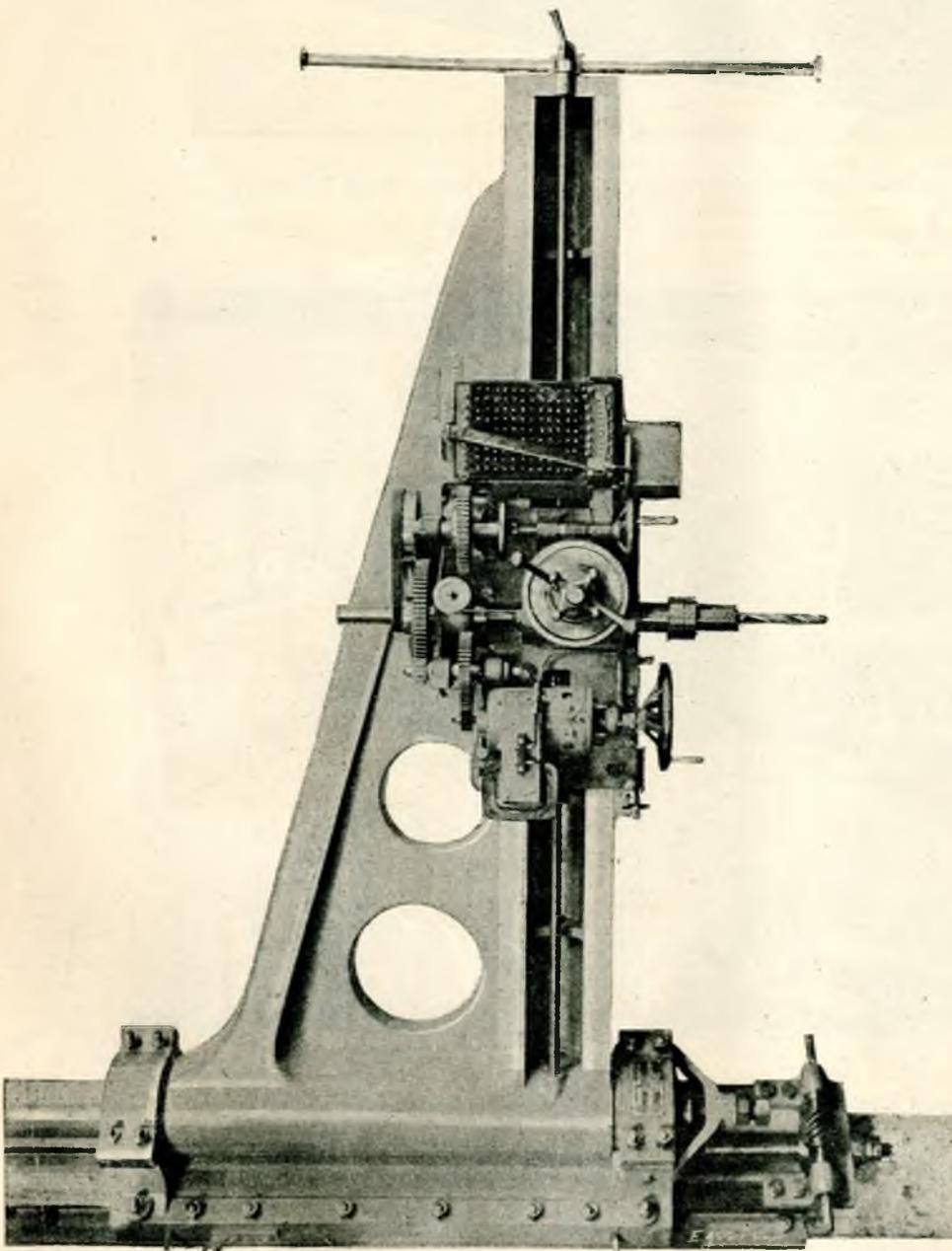


Fig. 166. — Foratrice radiale elettrica a muro della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

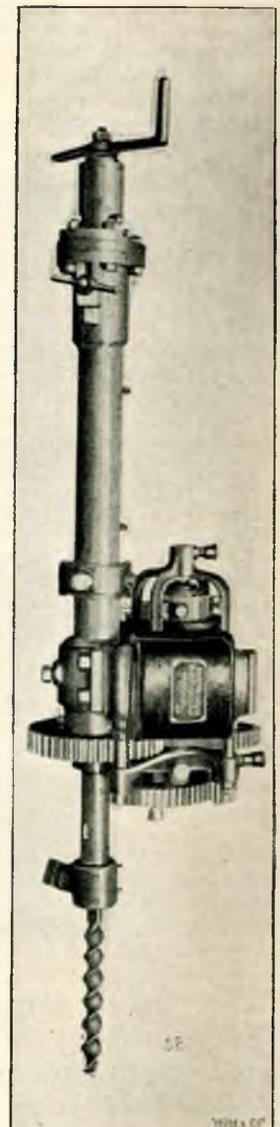


Fig. 167. — Perforatrice elettrica a rotazione della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

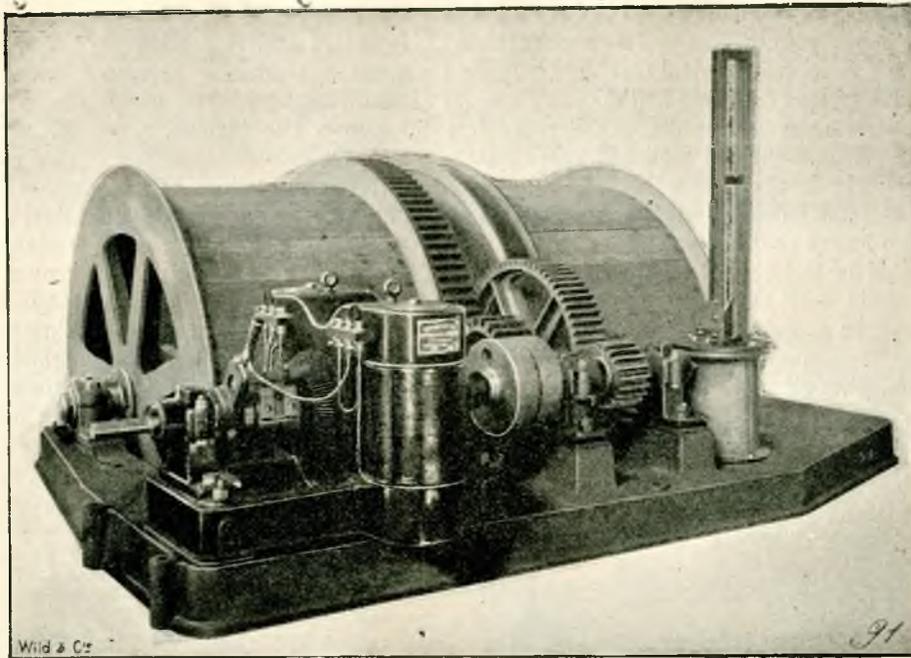


Fig. 168. — Montacarico con motore elettrico per uso di miniera della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

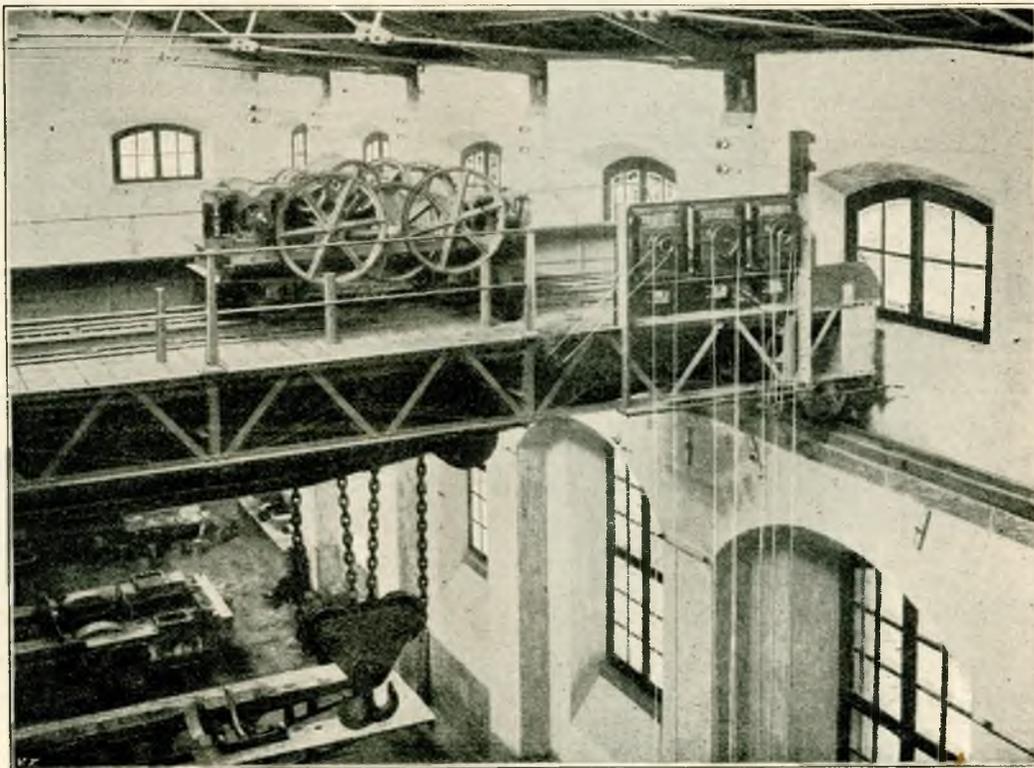


Fig. 169. — Gru elettrica a ponte scorrevole della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

ed in tutti gli altri casi in cui occorra aver aria ad alta pressione. Questi ultimi sono provvisti di camera di ghisa e collegati a' motori mediante giunti elastici.

Fra le applicazioni alle macchine utensili ricordo quelle a' torni, alle limatrici, alle trapanatrici (fig. 165), alle foratrici radiali (fig. 166), alle perforatrici da miniere, a rotazione (fig. 167) od a percussione. Quest'ultima applicazione è dav-

vero interessante, imperocchè permette di realizzare il risparmio di metà circa dell'energia occorrente per le perforatrici ad aria compressa.

Gli apparecchi elettrici elevatori furono in modo speciale studiati dalla Società delle Officine di Savigliano. Essi si rendono veramente utili nella pratica imperocchè eliminano le trasmissioni meccaniche, diminuiscono il peso morto da

trasportare, presentano una grandissima facilità di manovra con forte riduzione di personale e concentrano in un punto solo le macchine generatrici dell'energia a vantaggio dell'ordine, della pulizia e della economia generale.

Fra gli argani sono notevoli quelli speciali per elevatori alternativi e continui a bordo delle corazzate (norie) con motori a corrente continua e quelli di piccola o grande potenza per uso di cantiere e miniera con motori a corrente continua od alternata. Ricordo l'impianto di un argano di questo genere eseguito per la miniera Trabonelle, in provincia di Caltanissetta, per personale e materiale con un motore elettrico trifasico della potenza di 160 cavalli ed a 440 volt. La fig. 168 rappresenta appunto un montacarico con motore elettrico per uso di miniera.

Le gru elettriche a ponte, costituiscono poi una vera specialità di questa Ditta, che ne ha già costruite più di 200 di tutti i tipi e di tutte le portate. Cito, fra le altre, quelle da 25 a 30 tonnellate installate nelle Officine di Pietrarsa delle Ferrovie del Mediterraneo, quelle da 30 e 15 tonn. nelle Officine Odero a Genova e Sestri Ponente, quelle nel cantiere Orlando a Livorno, nelle Officine Franco Tosi di Legnano, nel cantiere Armstrong a Pozzuoli, nelle Ferriere Italiane di Torre Annunziata, nella Officina metallurgica di Sestri Ponente; ed in quasi tutte le centrali elettriche costruite in questi ultimi anni.

Il tipo attuale corrente di queste gru (fig. 169) ha 3 motori indipendenti per il comando del sollevamento del carico, della traslazione del ponte e del carrello. Salvo casi speciali, la trasmissione del movimento viene fatta mediante accoppiamenti elicoidali ed il comando de' motori può effettuarsi sia da una gabbia appesa al ponte, sia da terra mediante funicelle.

L'applicazione de' motori elettrici per il brandeggio delle torri corazzate delle navi da guerra, con tutti gli apparecchi di comando per la manovra rapida e la punteria, fu anche studiata dalla Società, che ha già eseguito numerosi impianti del genere a bordo di navi italiane ed estere con propri sistemi brevettati.

Essa ha inoltre eseguiti diversi impianti completi a corrente continua ed alternata per miniere, fornendo il macchinario delle stazioni generatrici, gli apparecchi elevatori, le pompe, i ventilatori da gallerie, le perforatrici, nonchè gli impianti di illuminazione.

Ha pur costruito da diversi anni parecchi tipi di locomotori elettrici e di vetture automotrici; però, a causa delle sfavorevoli condizioni del mercato, questo ramo di industria non ha potuto prendere un grande sviluppo.

(Continua)

Ing. IGNAZIO VERROTTI.

BIBLIOGRAFIA

Le turbine idrauliche, dell'ing. GIUSEPPE BELLUZZO. — Op. in-8° di pag. 178, con 178 figure nel testo. — Milano, tip.-lit. degli Ingegneri, 1901. — Prezzo L. 5.

I progressi continui e meravigliosi dell'elettrotecnica conseguiti in questo ultimo decennio, iniziati colle preziose scoperte dello sventurato Golard, e del nostro Galileo Ferraris, stimolarono e fecero riprendere lo studio dei motori idraulici di tipo già esistente, diedero campo a studiare nuovi motori. E ben disse il prof. Thomann in sua prolusione al Politecnico di Stoccarda, asserendo che la costruzione delle turbine fece maggiori progressi e presentò maggiori innovazioni in questi ultimi otto o dieci anni che non nei trenta precedenti.

All'antica turbina Fourneyron, di poco precedente la Henschel e Sohn, la Cadiat, la Sottisch, la Fontaine, la Jonval e la Girard, vennero man mano ad aggiungersi i nuovi tipi di turbine dovuti al Francis (nelle due forme di radiale centripeta a reazione, e di mista a reazione), al Mac-Cornick (mista a cucchiaio a reazione); si studiò il tipo *trait d'union* fra le turbine ad azione e quelle a reazione, talchè avesse a godere dei vantaggi di queste e di quelle, macchina nota sotto il nome di *Grenze-turbine* (turbina-limite); e si creò un

nuovo motore che, sebbene necessariamente sia applicazione di fenomeni incontratisi nelle turbine già conosciute, ha forma sua speciale, ed è designato col nome di *ruota Pelton*.

Allo studio di questi nuovi tipi, caratteristiche dei quali si possono ritenere: maggiore potenzialità, limiti più estesi di applicazione, maggiore velocità di rotazione, migliore rendimento, facilità di pronta regolazione, robustezza di costruzione organica, si dovette accompagnare un congruo progresso negli apparecchi di loro regolazione.

Siccome avvenne ed avviene per ogni macchina, queste innovazioni si fecero dapprincipio seguendo il metodo sperimentale, sebbene in taluna parte appoggiato a considerazioni teoriche; affermati i vantaggi di queste nuove costruzioni meccaniche, talun autore diede loro pubblicità riportandone disegni, ed altri cercarono di instituirne la teoria, onde ricavare le norme precise e pratiche per la loro costruzione.

Tra questi ultimi merita di essere notato l'ing. Giuseppe Belluzzo, assistente nel R. Istituto Superiore di Milano, il quale, col suo nuovo libro: *Le turbine idrauliche*, ha voluto dare allo studioso ed al costruttore uno studio sistematico della materia.

*

L'opera dell'A., premessa una classificazione delle turbine pratica ed ormai accettata da tutti, fondata sul modo d'agire dell'acqua sulle palette della ruota mobile, e sulla direzione di tale acqua per rispetto all'albero della motrice, classandole in turbine ad azione, a reazione, e limiti — assiali, radiali centrifughe, radiali centripete, miste — complete, parziali, espone nella sua prima parte, racchiusa in quattro capitoli, quanto di teorico si può dire relativamente allo studio di tali motori.

E passate brevemente in rassegna le leggi idrauliche regolanti l'urto dell'acqua contro superficie in riposo ed in movimento, deducendo opportunamente le norme cui devono soddisfare i condotti del distributore ed i condotti della ruota motrice affinché in essi non avvengano urti d'acqua, e possibilmente questa vi depositi tutta la sua energia, viene a specializzare lo studio sul rendimento teorico di una turbina, a qualunque tipo essa appartenga, tenendo in conto le cause che tendono a diminuirlo; e se forse in questa parte riesce l'A. un po' troppo minuto per quanto concerne le perdite all'ingresso del distributore, nel percorso suo, all'uscita, all'ingresso della ruota mobile e lungo questa, avuto riguardo essenzialmente all'indecisione sul valore dei coefficienti numerici da adottarsi, e riesce meno convincente, teoricamente parlando, per l'empirismo di alcune formole adottate, a sua volta, nella discussione instituita sulla perdita dovuta alla velocità assoluta residua all'uscita della girante (che poi in fin dei conti è la massima causa di diminuzione di rendimento), seguendo le orme dell'Hermann, del Reiche e dello Zeuner, rende chiare le tre condizioni, ad una delle quali, secondo i casi, si deve soddisfare, per avere praticamente il massimo rendimento della turbina; e prendendo posizione nella questione, conviene col Reiche, e dimostra con procedimento dovuto allo Zeuner, che, delle tre, la vera condizione di rendimento massimo, per quanto concerne la velocità perduta all'uscita dalla girante, si è l'essere questa per un suo determinato valore diretta normalmente alla velocità di rotazione della turbina.

Nel capitolo che vien dopo, l'A. tratta dell'azione che sul rendimento della turbina può avere la forza centrifuga che nell'acqua attraversata la ruota mobile si sviluppa, cercando di porre in chiaro una questione tra i professori della costruzione di turbine, lungamente dibattuta. È razionale la divisione delle turbine in assiali ed in radiali che l'A. fa a questo riguardo; e convincenti le risultanze che ne trae ragionando delle turbine assiali, sia ad azione che a reazione, osservando che per queste a reazione nulla dev'essere l'influenza della forza centrifuga sul rendimento, risolvendosi questa forza centrifuga in un aumento di velocità all'uscita della ruota mobile, dovuto ad aumento di pressione dei filetti fluidi contro la corona della ruota, cosicchè la forza centrifuga si riduce a solo far variare il grado di reazione della macchina; mentre per quelle ad azione, aventi i condotti della girante non completamente ripieni d'acqua, l'effetto della forza centrifuga, accumulando l'acqua verso la corona esterna della girante, certamente deve far variare il rendimento. In qual grado, però, l'A. non dice.

In riguardo alle turbine radiali poi conclude dover l'azione della forza centrifuga raggiuagliarsi ad una perdita (positiva o negativa) di forza viva per unità di massa corrispondente alla differenza tra le altezze dovute alla velocità di rotazione delle bocche d'entrata della girante, e a quelle delle bocche d'uscita; talchè nelle centrifughe, essendo questa maggiore di quella, il termine da aggiungersi alla caduta disponibile riesce positivo, e si ha migliororia di rendimento; il contrario avviene per le radiali centripete.

È preparata a questo modo la strada, l'A. viene nel Cap. IV alla teoria generale delle turbine, ormai nota ed esposta, anche forse più chiaramente, da altri autori, riportando l'espressione della velocità del massimo rendimento, e concludendo che una delle differenze essenziali tra le turbine a reazione e quelle ad azione consista nell'essere, a parità di diametro di girante, più veloci quelle che non queste. Donde la opportuna applicabilità delle turbine a reazione negli odierni impianti elettrogeni.

*

Esaurita con questo la parte puramente teorica del compito propostosi, l'A. imprende a studiare da vicino le turbine, ed il Cap. V viene dedicato alle turbine a reazione.

Riporta innanzi tutto le varie definizioni che dagli autori vengono date al grado di reazione. Questa molteplicità di definizioni, contrarie fra di loro, non può a meno di generare confusione in chi legge, confusione più accentuata ancora dalla riportata espressione di $\frac{\sqrt{c}}{2gH}$, do-

vuta al Rittinger, espressione che, leggendo, pare voglia essere il rapporto tra la velocità dell'acqua uscente dal distributore e quella corrispondente all'intera caduta; e ben si appone l'A. accettando per buona la definizione, secondo la quale grado di reazione è il rapporto fra l'altezza corrispondente alla pressione dell'acqua all'uscita del distributore e l'intera caduta, siccome la più razionale e la meglio rispondente al fenomeno fisico della reazione.

Viene poi esponendo il calcolo delle varie turbine a reazione, seguendo l'ordine: turbine assiali, radiali centrifughe, radiali centripete, miste od americane, conglobando, forse a torto, in queste ultime, le Mac-Cornick, che, come è noto, sono turbine miste, nelle quali la parte che dovrebbe essere elicoidale è foggjata a cucchiaino.

Ed è appunto in tale calcolo che l'opera dell'A. non può chiamarsi completa.

È risaputo che delle numerose dimensioni caratterizzanti gli organi d'una turbina, alcune debbono fissare con norme pratiche, e le altre calcolare basandosi su relazioni dedotte dalle considerazioni teoriche riguardanti il moto dell'acqua nei canali, e da quelle peculiari trovate nella teoria generale delle turbine.

È l'A. dà norme pratiche per fissare i valori del grado di reazione, accettando quello già da tempo dato dal Jonval per le turbine assiali e radiali centrifughe, diminuendolo per le centripete, e ritornando ad un valore poco diverso da quello dato dal Jonval per le miste od americane; lascia poi aperta due strade al calcolo, fissando una delle due quantità: numero dei giri, o diametro medio della girante (nel qual caso dà relazioni empiriche leganti questo diametro all'area totale di efflusso dal distributore), e mantenendo l'altra quantità incognita. Ricava poi le velocità di rotazione e le velocità relative all'ingresso ed all'uscita della girante, e da queste, mediante i noti parallelogrammi delle velocità, quelle assolute e gli angoli loro colla direzione delle velocità di rotazione. Noti tali angoli, procede al tracciamento dell'asse curvilineo della vena in un condotto della girante, e calcolato ai diversi livelli di questa lo spessore della vena (avendone prima fissata la larghezza all'origine in funzione del diametro medio della girante, e l'andamento divergente delle due corone), facendo l'ipotesi che la diminuzione di pressione nell'acqua sia proporzionale al percorso della vena stessa, traccia il profilo interno e l'esterno di ciascuna palette. Accenna pure all'altro sistema di tracciamento di palette a spessore costante (meno conveniente, ed ormai non più seguito dai costruttori), nel quale evidentemente si manifesta l'inconveniente di avere nel percorso della girante una variazione della pressione nell'acqua, non seguente legge a priori determinata, cosicchè non sono facilmente prevedibili gli inconvenienti che ne possono provenire.

Per le turbine cilindriche centrifughe dà il tracciamento delle direttrici e delle palette suggerito dal Weisback.

Per le Francis cilindriche o miste, e per le Mac-Cornick invece il tracciamento delle direttrici, e più specialmente quello delle palette, esposto dall'A. non è nè chiaro, nè facile, nè migliore di quello dato dal Vigreux; larghissima parte in esso vien fatta all'uso dei tentativi, ed al procedere a sentimento; e quindi, per questo riguardo, certo non si può dire che l'opera sia sistematica, esauriente e completa.

A progettare una motrice idraulica non bastano e i tracciamenti e le dimensioni che l'A. insegna a calcolare nel Cap. V. Molte altre porzioni occorrono al costruttore: spessori delle corone, delle campane, delle direttrici, delle palette se di spessore determinato e non ricercato, dimensioni dei mozzetti, delle razze, della sospensione, dell'albero, dei perni, delle guarniture, ecc.; e se dà modo poi di determinare alcune di queste nell'ultimo capitolo del libro, troppe tuttavia rimangono dimenticate per poter asserire che colla guida del libro esaminato si possa completamente e bene progettare una turbina.

*

Molto brevemente nel Cap. VI l'A. tratta delle turbine-limiti, riducendo il loro calcolo ai metodi esposti per le turbine a reazione; e passa nel Capitolo successivo allo studio delle turbine ad azione, per le quali, siccome più conosciute e di non recente novità, espone il solito calcolo che sotto stessa forma, o in forma molto analoga, si ritrova ormai in tutti gli autori. E in questa trattazione dà, ed a ragione, la voluta importanza al tracciamento razionale della pala, tenendo in conto l'effetto di accumulazione d'acqua al raggio massimo per causa della rotazione dei filetti fluidi.

Annette allo studio delle turbine ad azione quello delle ruote Pelton, che vi presentano molti punti di contatto; ma pure in queste, preoccupandosi esclusivamente della determinazione delle dimensioni principali ricavate dal comportamento dell'acqua nella macchina, trascura

di dar norme concrete per realmente costruire o proporzionare in tutte le sue parti la macchina stessa.

Passa in seguito allo studio della importantissima questione della regolazione delle turbine, chiaramente dimostrando che trattandosi di turbina a reazione occorra per diminuire il consumo d'acqua, a parità di giri, chiudere parzialmente tutte le luci del distributore, e che la chiusura completa di alcune luci per lo stesso scopo, se si può ammettere per le turbine ad azione, provoca notevole ribasso nel rendimento, se la turbina sia a reazione.

La convenienza dell'automatismo di questi otturamenti parziali o totali delle luci, importando meccanismi di non leggera manovra, rende necessario il servomotore meccanico od idraulico, il quale, messo in azione dal regolatore a forza centrifuga, a sua volta potentemente agisce sul sistema di otturamento.

Come tipi di questi apparecchi, l'A. sceglie e descrive il regolatore a servomotore meccanico di Piccard, e quello di Riva e Monneret, il regolatore a servomotore idraulico delle Officine di Vevey, di Escher-Wyss e di Riva e Monneret.

*

E passa in seguito alla descrizione e discussione dei vari organi otturatori per turbine ad azione, per turbine a reazione, organi che la novità delle motrici odierne ha pure improntato di novità. Premesso che a ragione al giorno d'oggi sono abbandonati quali organi otturatori di regolazione le valvole a farfalla, a cannocchiale e di varia altra foggia precludenti in parte l'area del tubo di aspirazione, a causa della loro poca praticità, e per la difficoltà di loro manovra, osserva che l'otturamento parziale per ciascuna luce si deve fare o all'entrata od all'uscita del distributore. Classifica in tre specie questi organi otturatori:

1° Organi otturatori con movimento di rotazione intorno all'asse della turbina, operanti allo scarico dal distributore: Victor (di rapido otturamento, ma presentante strozzamenti nelle vene, e di costruzione massiccia), Zodel (modificazione del precedente eliminante in gran parte gli strozzamenti); operanti all'ingresso al distributore: Escher-Wyss a Chèvres (di facile manovra, ma producente strozzamenti), Officine di Vevey, Qvirt e Giers di Arboga;

2° Organi otturatori a movimento di traslazione parallelo o normale all'asse della turbina, e cioè con traslazione parallela: Otturatore a paratoia cilindrica delle Mac-Cornick (che per non alterare di troppo il rendimento dev'essere applicato rilevando apposite creste o nervature sulle faccie delle palette), otturatori a paratoie verticali, a *clapets*, ecc., per le turbine ad azione; con traslazione normale: otturatore Hett, a spina conica, per le ruote Pelton;

3° Organi otturatori con moto di rotazione attorno ad assi paralleli a quello della turbina: Otturatore di Finck (modificante l'inclinazione della vena liquida sulle luci d'ingresso della girante; di ottimo risultato, ma di costo elevato), modificato nel suo comando da varie Case, quali Riva e Monneret; T. Bell (con divisione delle direttrici in due parti, fissa e mobile, onde facilitare l'unione delle due corone comprendenti le direttrici stesse); otturatore a mascella per le Pelton.

Aggiunge l'A. che per la costruzione dei vari tipi di otturatore, passati in rassegna, non si possono dare delle norme fisse; e diffatti non le dà, sebbene si possa a questo riguardo rilevare che confrontando tra loro le dimensioni di quelli costrutti, e che hanno fatto buona prova, si potrebbero ricavare norme proporzionali che di sommo aiuto sarebbero al progettante, che a questo modo non avrebbe la sola strada di tentativo che l'A. dichiara esservi.

*

Segue nel Cap. IX la descrizione di alcune motrici che l'A. chiama *di grande potenza*, e che più propriamente avrebbe dovuto definire: applicate a grandi cadute, costrutte da Riva e Monneret, da Ganz, da Escher Wiss (multiple); e fa menzione delle proposte e dei tentativi fatti da Jonages, da Case americana, dalle Officine di Vevey e dal prof. Pràsil per ottenere un aumento di velocità nelle turbine che devono, per contrario, essere applicate a piccole cadute con grandi portate.

Chiude l'opera una troppo breve rassegna sui particolari costruttivi nelle turbine, già prima menzionata, nella quale, oltre ai tipi di sospensione Girard, a perno scanalato, Ganz (schematico) e Vigreux (a biglie), avrebbero potuto trovar degno posto gli schizzi delle sospensioni modernissime a circolazione d'acqua, a spinta compensata, ecc.; oltre ai soliti perni di estremità, avrebbero potuto figurare disegni e dati relativi ai funghi ed ai cuscinetti di legno; ed in generale, meglio e più in evidenza avrebbero dovute esser poste le varie dimensioni proporzionali di tutte le parti dell'ossatura d'una turbina.

In conclusione, l'ing. Belluzzo propone un libro che si può classificare tra i buoni se si consideri sotto l'aspetto scolastico; e che pur buono sarebbe pel costruttore, se maggior sviluppo avesse la parte concernente i dati di pratica, e se i disegni riportati di massima non si limitassero a quelli di macchine costrutte da una sola Casa italiana, ottima senza dubbio, ma pur sempre una sola.

Ing. G. ALLARA.