

# 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.*

### ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900 A PARIGI

#### IL GRANDE PALAZZO ED IL PICCOLO PALAZZO.

(Continuazione e fine)

#### II. — IL PICCOLO PALAZZO.

Nulla fu mutato del progetto primitivo vincitore del concorso; è stato la concezione felice, spontanea, di primo getto, di un solo, che ha incontrato le simpatie di tutti. Di forma meno imponente, di dimensioni più limitate, le quali permettono all'occhio di abbracciarne tutto l'insieme, il Palazzo Girault non manca di avere un'apparenza più vaga e seducente del Grande Palazzo.

\*

*Descrizione sommaria della pianta.* — In pianta (figura 136), l'edificio presenta la forma di un trapezio isoscele, la cui base maggiore, lunga m. 125, è parallela alla nuova via Nicola II, proprio dirimpetto al Grande Palazzo, a 95 m. di distanza.

Nel mezzo del lato maggiore è l'entrata principale con un vestibolo leggermente ellittico, di m. 20,50 × 19, sormontato da una cupola ellissoidica; a destra e sinistra due gallerie da esposizione, lunghe 34 metri e della larghezza di m. 13,20; alle estremità due saloni rettangolari di metri 20 × 12, in leggero avancorpo sulle due facciate, e delineati a superficie cilindrica convessa con 15 m. di raggio sulla facciata laterale.

Parallelamente agli altri tre lati del trapezio corrono due gallerie, l'una esterna della larghezza di m. 7,10, illuminata dalle finestre della facciata, l'altra interna, della larghezza di m. 11,90, illuminata dall'alto da vetriata attra

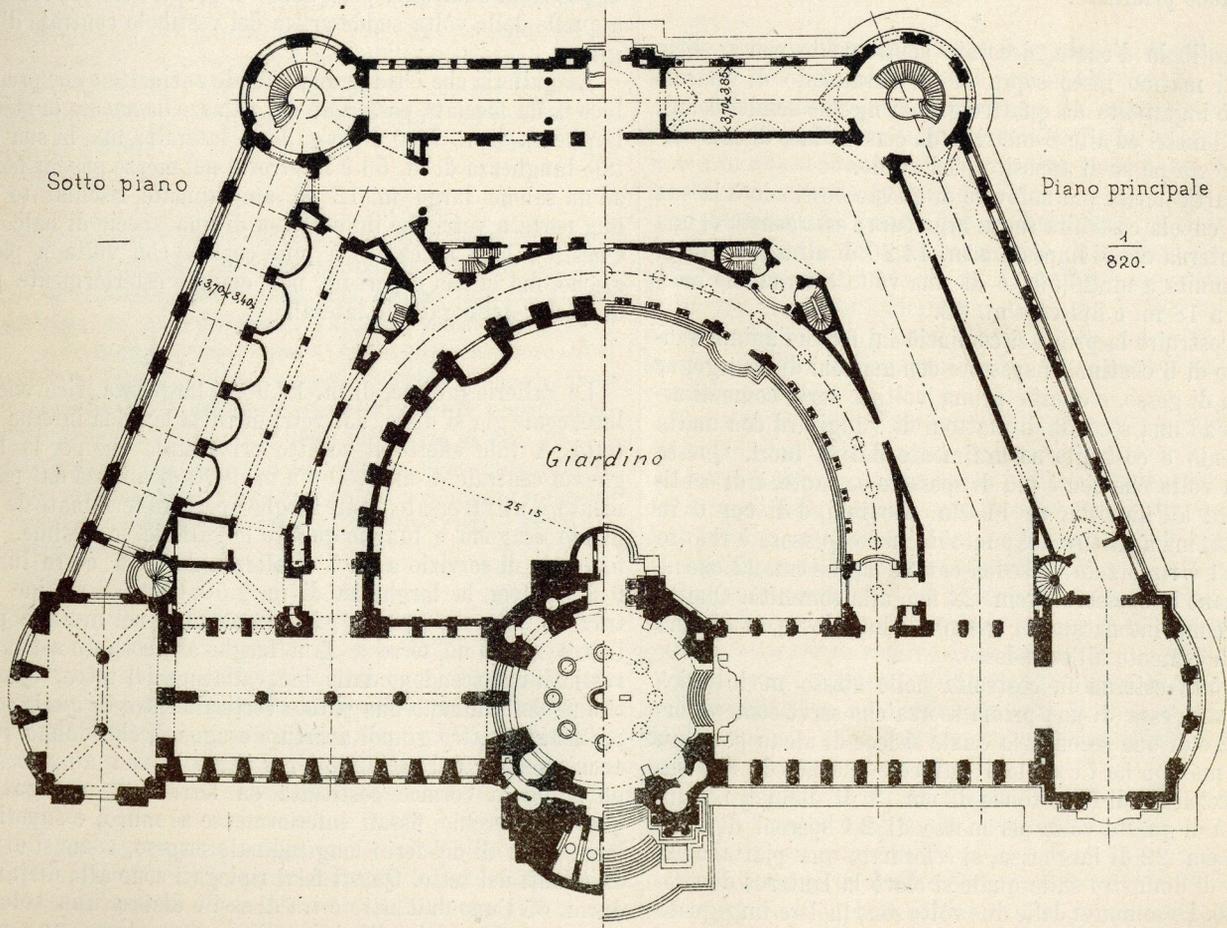


Fig. 136. — Pianta generale del Piccolo Palazzo, metà al piano principale, e metà al piano inferiore.

verso la falda inclinata del tetto. Gli angoli ed il centro della parte posteriore sono essi pure designati da tre avancorpi, pochissimo sporgenti, e rileganti tra loro le gallerie esterne anzidette. Nel mezzo è un salone rettangolare della lunghezza di m. 12; agli angoli sonvi due rotonde di m. 12 di diametro, coperte da cupola emisferica, e contenenti nel centro uno scalone per discendere al sottopiano.

L'edificio racchiude un cortile a giardino, di non troppo vaste proporzioni, contornato tangenzialmente ai tre lati minori del trapezio, da una galleria semicircolare o passaggio coperto, della larghezza di m. 6.

\*

*Particolari della costruzione.* — Il Piccolo Palazzo non ha che un solo piano di gallerie da esposizione, ed un sottopiano alquanto elevato al disopra del suolo, sì da potere nelle parti che si è riusciti ad illuminare, prestarsi pure, occorrendo, a gallerie per un'esposizione archeologica.

Si accede al Piccolo Palazzo dalla facciata principale, superando l'alto stilobate, con una scalinata monumentale che ha una prima rampa di sei gradini, e due altre successive di nove. Ciò malgrado e per non dare a questa scalinata maggiore importanza, il pavimento del vestibolo d'onore è ancora più basso di m. 1,10 del pavimento di tutte le sale e gallerie dell'intero edificio, onde per accedere a destra e sinistra alle gallerie laterali sono ancora da superarsi altri 7 gradini.

Il vestibolo immette pure nel giardino interno per una porta centrale della larghezza di 7 metri, fiancheggiata da 4 magnifiche colonne di granito dei Vosgi. Siccome sarebbe stata di cattivo effetto la vista del suolo del giardinetto incassato di 6 metri sotto il piano delle gallerie, tale essendo la differenza di livello tra il pavimento dell'edificio ed il suolo pubblico, il cortile interno è stato elevato di 4 metri sul terreno primitivo.

\*

Il vestibolo d'onore, decorato sobriamente con applicazioni di marmo roseo sopra di un basamento di marmo giallo, è ingrandito da quattro grandi nicchie semicircolari, larghe 3 metri ed alte 8 metri; e da ciascun lato di esse sorgeranno statue su di apposito piedestallo.

La particolarità più notevole di questo vestibolo è la sua volta a cupola costruita senza armatura; essa consta di una volta interna che si imposta a m. 14,20 di altezza ed ha la sua sommità a m. 26,50; e di una volta esterna che incomincia a 18 m. e finisce a m. 33.

Per costruire la prima si cominciò dal fare un'anima d'intradosso di 6 centim. di spessore con mattoni di Bourgogne e multa di gesso, e questa prima voltina servì come di armatura ad una seconda di mattoni di Vaugirard con malta di cemento e costruita naturalmente dal di fuori. Questa seconda volta che non è più di spessore costante, è di centimetri 22 all'imposta, di 11 cm. alle reni, e di cm. 6 in sommità, ma a partire dal punto in cui lo spessore è ridotto a cm. 11 è rinforzata da sedici costole larghe cm. 22 che ne continuano lo spessore di cm. 22 fino alla sommità. Questa volta venne intonacata di gesso all'intradosso, e di una cappa di cemento all'estradosso.

La volta esterna fu costruita nello stesso modo, cioè consta anch'essa di una prima scorza che servì come di armatura, e di una seconda la quale si fece di alcun poco più spessa, ma non ha i costoloni; invece è rilegata da tre cinture orizzontali di ferro tondo di cm. 3 di diametro. Alla sommità di questa volta per mezzo di 20 speroni di mattoni, di cm. 22 di larghezza, si è formata una piattabanda di m. 5 di diametro sulla quale si elevò la lanterna di coronamento. Le sommità delle due volte sono inoltre impegnate tra loro a reggere il forte peso della lanterna da otto pilastri di mattoni che riuniscono le sommità medesime.

\*

Le due gallerie, a destra e sinistra del vestibolo centrale, ricevono luce ciascuna da 9 finestre della facciata principale e da tre altre praticate nel muro di facciata verso il giardino interno. Esse sono coperte da volta a botte a pieno centro il cui apparecchio merita d'essere accennato. Mentre le incavallature che reggono il tetto hanno esternamente la forma poligonale per dar luogo ad una copertura alla Mansard, la loro piattabanda inferiore è di forma circolare e sostiene quindici correntelli in ferro a **1** ai quali venne raccomandata una intelaiatura ordinaria, ed a questa una soletta composta di una tela metallica galvanizzata, sepolta in uno strato di gesso di cm. 7 di spessore. Le reni della volta tra due incavallature successive sono fatte più rigide per mezzo di nervature in mattoni larghe cm. 15 e di cm. 25 di spessore disposte negli intervalli dei quattro primi correntelli.

I saloni rettangolari di estremità sono coperti con volta a padiglione a pieno centro fatta di mattoni e costruita senza armatura.

\*

Le gallerie lungo le due facciate laterali, di 46 metri di lunghezza e 7,10 di larghezza, sono rischiarate soltanto dalle finestre arcuate a pien centro della facciata, e coperte da volta a botte a tutta monta, in mattoni, con lunette.

Le rotonde d'angolo, le quali raccordano le gallerie laterali con quella della facciata posteriore, sono in gran parte occupate dal vano di uno scalone col quale si scende alle gallerie del sottopiano, per cui rimane solo dalla parte del muro esterno un ballatoio anulare di m. 1,92 di larghezza e dalla parte opposta un passaggio della larghezza di m. 3,98 che mette in comunicazione le gallerie anzidette.

Queste rotonde sono coperte da doppia volta a cupola, con disposizioni analoghe, per quanto di proporzioni più ridotte, a quelle della volta suddescritta del vestibolo centrale d'ingresso.

La galleria che è tra le due rotonde anzidette e che prende luce dalla facciata posteriore del palazzo ha ancora la stessa larghezza di m. 7,10 delle gallerie laterali; ma la sua totale lunghezza di m. 53 è interrotta nel mezzo per far posto ad un salone largo m. 12 ed ampiamente rischiarato da una porta a vetri che immette su di una specie di balcone. Questo salone di centro è pure coperto con volta a padiglione, ma la sua copertura non emerge esteriormente più di quella delle gallerie laterali.

\*

Le gallerie interne, di m. 11,90 di larghezza, ricevono la luce, come già si disse, dai vetri di tutta la falda interna del tetto. A tale effetto il soffitto orizzontale che per la larghezza centrale di m. 6,50 è a m. 9,30 di altezza dal pavimento, è attraversato da tre larghe aperture terminate da un mezzo esagono e lunghe quanto le gallerie medesime. Un ballatoio di servizio a m. 7 di altezza da terra corre lungo il muro, per la larghezza di m. 2,50, fatto di voltine su travi di ferro che per una parte incastrano nel muro e per l'altra su di un ferro a **I** a larghe ali, sospeso a tiranti verticali che scendono dalle incavallature del tetto. Questi tiranti determinano una parete verticale entro la quale sono praticate quattro grandi aperture esagonali che danno luce anch'esse. Sotto il ballatoio e per tutta la sua ampiezza è un'immensa cornice costituita da ferri a **I** ripiegati a quarto di cerchio, fissati inferiormente al muro, e superiormente alle ali del ferro longitudinale sospeso, come si disse, da tiranti del tetto. Questi ferri ripiegati sono alla distanza di cm. 65 l'uno dall'altro e tra di essi è distesa una soletta in gesso a superficie cilindrica avente per anima una rete metallica galvanizzata. Al ballatoio di servizio si accede

dalle scale collocate negli angoli interni della base minore del trapezio e fiancheggianti le porte d'accesso alla galleria semicircolare aperta che contorna il giardino.

Questa galleria aperta o deambulatorio, della larghezza di m. 5, è decorata da 50 colonne di granito dei Vosgi, di stile toscano, due a due abbinata e basate su di uno zoccolo comune. Il colonnato è appena interrotto da due aperture circolari a pien centro sull'asse delle porte d'accesso alle gallerie interne anzidette, e da due altre alle estremità del semicerchio contro il braccio di fabbrica della facciata principale. Gli assi delle colonne sono sopra un semicerchio di m. 25 di raggio. La galleria è coperta da soffitto su ferri pochissimo inclinati, su cui sono distese lamiere di zinco ed internamente la copertura a tetto è mascherata da un leggero soffitto arcuato.

Sopra le gallerie prospicienti le facciate esiste un piano di sottotetto, rischiarato da finestre a mo' di abbaini nascosti dietro l'attico, coperto da volte a tutta monta, e palchettato in legno; esso è destinato ad alloggi per il personale e ad uffici inerenti allo scopo dell'edificio.

\*

*Isolai in cemento armato.* — Il pavimento di tutte le gallerie riposa su soffitti in cemento armato. E ve ne sono di due tipi (Vedi Tav. XVII e le *Conferenze del prof. Guidi*).

Quello per le piccole portate, di m. 6,10, è in forma di volta, con estradosso in piano orizzontale, ed intradosso arcuato con saetta di m. 0,23 alla chiave. Onde lo spessore della volta, o piattabanda che dir si voglia, da 0,32 contro i muri, si riduce a 0,09 sull'asse longitudinale della volta.

Per le portate maggiori (ossia di m. 7,35) si ha una serie di travi trasversali, larghi 0,33, alti 0,43 e distanti m. 2,316 da asse ad asse, sostenenti una soletta dello spessore costante di cm. 10.

Secondo il capitolato, i primi dovevano sopportare il carico permanente del pavimento di 100 chg. per mq., ed un sovraccarico di 700 chg.; per i secondi il sovraccarico venne portato a 1000 chg. per mq. Aggiungasi che per le prove i carichi anzidetti dovevano essere aumentati ad una volta e mezza, e la saetta di flessione non doveva superare  $\frac{1}{500}$  della portata.

\*

*Gli scaloni in cemento armato.* — Essi sono nelle due rotonde di estremità e meritano speciale attenzione per eleganza ed arditezza. Hanno una sola rampa (fig. 137) che raggiunge i m. 5 di differenza d'altezza, senza appoggio di sotto o di fianco, tranne che il pavimento inferiore ed il ripiano superiore al quale è sospesa. Questo ripiano circolare è sostenuto a mo' di ballatoio da modiglioni in pietra sporgenti dal muro di m. 1,25 e della larghezza di cm. 40.

Ballatoio in giro e rampa sottostante sono entrambi in cemento armato, e per i loro particolari rivolgiamo il lettore alle già citate conferenze del prof. Guidi (Vedi Tav. XVII di questo periodico).

\*

*Il sottopiano.* — Nel vano lasciato nei due massicci dell'ingresso principale, ed a cui si accede dall'interno del vestibolo da porte praticate nelle rispettive nicchie, sono state disposte due scale a chiocciola, di servizio, per mettere in comunicazione i sotterranei col pianterreno ed il sottotetto.

Per le grandi dimensioni del vestibolo centrale il pavimento e la sottostante volta in cemento armato sono sostenuti da un pilone nel centro di m. 3,60  $\times$  2,60, internamente cavo, e comunicante per un condotto sotterraneo col calorifero, potendo così venire utilizzato e per ventilazione e per riscaldamento. La volta, che è in forma di toro appiattito, è attraversata da 8 luci circolari di m. 1,50 di dia-

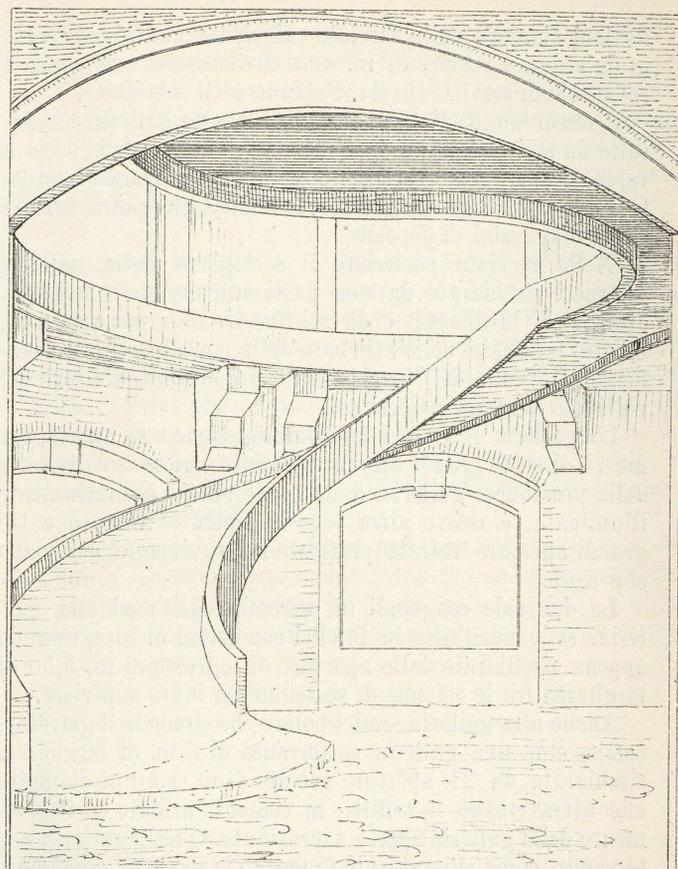


Fig. 137.

Rampa di scala in beton armato nel centro delle rotonde.

metro ciascuna, per rischiarare il sottopiano di detto vestibolo, che non potrebbe ricevere luce in altro modo.

Il pavimento di questo sottopiano del vestibolo d'onore, è di cm. 60 più basso di quello delle gallerie laterali, onde si accede alle medesime attraverso due porte di m. 2,60 di larghezza e salendo quattro gradini.

I sottopiani di queste due gallerie sono rischiarati da finestre praticate nel sottobasamento della facciata principale, attraverso il muro di m. 1,80 di spessore. Stante la larghezza di queste gallerie, che è di m. 13,20, una serie di archi poggiati su pilastri ottagonali nella linea di mezzo, serve a dividere longitudinalmente in due parti il soffitto in cemento armato.

Come dalla semisezione orizzontale del sottopiano (fig. 136 parte sinistra) chiaramente appare, dalle anzidette gallerie del sottopiano si ha l'accesso: per mezzo di aperture di m. 4 al sotterraneo della galleria semicircolare che contorna il giardino interno; per mezzo di tre porte di m. 2,60 di larghezza al sottopiano delle gallerie perimetrali interne; e per mezzo di due aperture di m. 3,50 al sottopiano dei saloni d'angolo della facciata principale, e quindi per essi al sottopiano delle gallerie perimetrali esterne delle tre facciate minori.

I sottopiani di questi saloni d'angolo sono illuminati da un'ampia finestra nello stilobate della facciata principale e da due finestre nella facciata laterale, fiancheggianti una porta d'ingresso.

I due pilastri isolati nel mezzo e i quattro d'angolo sono destinati a reggere con archi e suddividere il soffitto, che è pur esso in cemento armato.

Le gallerie perimetrali esterne delle due facciate laterali hanno i loro sottopiani rischiarati da otto finestre in facciata. Nel trapezio di congiungimento di queste gallerie con

i saloni d'angolo della facciata principale ha trovato posto in un'anima circolare di m. 4,30 di diametro, una scala a chiocciola di servizio tra il sottopiano ed il sottotetto.

Il muro longitudinale interno di queste gallerie è costituito da soli pilastri di m. 1,50  $\times$  1,05, per dar luogo a vaste nicchie fatte a spese della galleria sotterranea interna, la quale per essere completamente buia, non potrà servire che a magazzini di deposito.

Nella facciata posteriore il sottopiano della galleria esterna è rischiarato da una porta sull'asse della facciata, di m. 3 di larghezza, e da sei finestre di forma quadrata, binate, praticate nello stilobate della facciata. Quattro colonne di granito dei Vosgi reggono i due muri divisorii del vestibolo del piano superiore.

La galleria interna è in comunicazione con questa per mezzo di sette grandi aperture lasciate nel muro divisorio della precedente galleria, dalla quale pure è indirettamente illuminata, e riceve altra luce indiretta attraverso a tre grandi aperture vetrate praticate nel pavimento del piano superiore.

Le due sale esagonali di estremità dell'anzidetta galleria, sono anch'esse in infelici condizioni di luce, essendo appena rischiarate dalle aperture di ingresso di m. 5,50 di larghezza fra le colonne di sostegno del muro superiore.

Anche alla galleria semicircolare che circonda il giardino, corrisponde una galleria sotterranea di 5 m. di larghezza, rischiarata da 21 aperture vetrate di m. 1,50 di diametro che attraversano il soffitto in cemento armato ed il pavimento della galleria aperta soprastante. Questa galleria sotterranea, come chiaramente fa vedere la fig. 136, è in comunicazione diretta con tutte le altre gallerie. Stante la sua forma circolare, rimanevano vani ai due angoli interni del

trapezio circoscritto, e vennero entrambi utilizzati ricavandone due scale coll'anima di m. 5  $\times$  3 per comunicare tra il sottopiano ed il sottotetto.

Tutti i pavimenti delle gallerie nel sottopiano sono in grès ceramico di Lille; le quadrelle di tre tinte, bianche, grigie e nere, sono disposte a disegni; esse riposano sopra uno strato di cemento, sotto del quale è uno strato di scorie ed un altro di grossa ghiaia.

Le pareti dei muri hanno ricevuto un primo strato di cemento sulla muratura grezza, poi un secondo di cemento inglese, detto *alabastrina*, suscettibile di pulitura con tinta bianca favorevole alla riflessione della luce in quegli ambienti poco illuminati. Alcune rigature incavate in tale intonaco e poi riempite di cemento rosso, servono a dare l'apparenza di un apparecchio in pietra da taglio. L'arricciatura di volte e soffitti è fatta di gesso.

Le due gallerie di sottopiano del corpo di facciata posteriore sono le sole munite di un sotterraneo o cantina, nel quale troveranno posto gli apparecchi di ventilazione, di riscaldamento e di illuminazione elettrica.

*Le facciate.* — Le quattro facciate del Piccolo Palazzo sono improntate a semplicità ed eleganza, e sono tutte quattro caratterizzate (fig. 138) da un alto stilobate, che porta il piano delle gallerie a ben 6 metri di altezza dal suolo, e che dà un'impressione di grandiosità, un effetto più monumentale a tutto l'edificio. Tale altezza era d'altronde consigliata dalle condizioni stesse della località per la natura del suolo ossia dal bisogno di premunire le gallerie destinate a Museo da qualsiasi traccia di umidità. E così per



Fig. 138. — Prospettiva esterna del Piccolo Palazzo.

le finestre ampie ed elevate del sottobasamento, l'aria circolando liberamente nelle gallerie del sottopiano, che può quasi dirsi un piano terreno, adempie al proprio ufficio di risanamento.

La facciata principale ha nel mezzo una grande arcata semicircolare, di 15 metri d'apertura (fig. 139), fiancheggiata da colonne, e superiormente dominata dal cupolone di copertura del vestibolo d'onore; a destra e sinistra un lungo peristilio di colonne d'ordine neo-ionico finisce contro un breve avancorpo di estremità sormontato da frontone triangolare e coperto da tetto ricurvo a padiglione.

Il tetto per tutta la facciata è dissimulato da un'alta balaustrata che sovrasta al cornicione e da vasi decorativi che assai bene contribuiscono all'effetto.

Nel muro di facciata dietro le colonne, le ampie finestre rettangolari sono semplicemente decorate da un fregio a basorilievo che corre superiormente ad esse.

Nelle facciate laterali, il padiglione d'angolo anzidetto, sporge in fuori con superficie cilindrica convessa nella quale sono aperte tre finestre arcuate fiancheggiate da colonne; ed un frontone a cartoccio è sull'attico. Segue un corpo di fabbrica con otto grandi finestre arcuate anch'esse fra colonne

ed alternate con sette nicchie, e poi un altro padiglioncino d'angolo sormontato da cupola emisferica.

Nella facciata posteriore continua il motivo architettonico delle facciate laterali, interrotto nel mezzo da un avancorpo nel quale si apre inferiormente la porta d'ingresso al sottopiano, e superiormente un finestrone. Questo avancorpo, terminato da frontone triangolare, è senza cupola.

\*

*La parte decorativa.* — Egli è al colore uniforme della pietra, al solo movimento e chiaro-scuro delle linee architettoniche che il sig. Girault, con perfetta sicurezza e maestria, ha domandato il necessario effetto decorativo. E l'ottenne col più puro degli ordini greci, dimostrando ancora una volta tutto l'effetto che si può trarre dall'impiego razionale ed artistico di un solo materiale, e senza sentire il bisogno di ricorrere a decorazioni policrome, sieno pure di mosaico o di ceramica, le quali non sono le più indicate sotto un cielo e col clima della città di Parigi.

Dodici artisti appena ebbero mandato dal sig. Girault di venire in aiuto alla sua architettura con opere di scultura.

Nel mezzo della facciata principale, alla base della grande cupola che copre il vestibolo d'onore (fig. 139), sulla trabe-



Fig. 139. — Portale d'ingresso della facciata principale.

azione delle colonne che formano decorazione al grandioso arco d'ingresso, il Saint-Marceaux ha posato due gruppi simmetrici con bandiera spiegata, simboleggianti i geni della Vittoria, aventi a piedi sullo zoccolo, che si protende innanzi, due figure mezzo coricate, la Pittura e la Scultura.

Più sotto, nel timpano a falce, lasciato dagli archi non concentrici del portale d'ingresso, il celebre Antonino Injalbert, ha trovato posto (fig. 140) per molte ed anche troppe cose: la Città di Parigi in trono, colla Senna sdraiata a' suoi piedi, circondata dalle nove Muse ed onorata da Apollo che inforca Pegaso, e giù nelle punte terminali da un lato l'Oceano, un vecchio barbuto, dall'altro un'ammaliante donna... *la Méditerranée!*... Non sempre la scultura è linguaggio comune a tutti i popoli.

A fianco dell'ingresso principale, a piedi della grande scalinata su piedestalli, a pochi metri da terra, due gruppi monumentali rappresentano, quello a destra di chi guarda, la Senna ed i suoi tributari, opera del sig. Ferrari; quel di sinistra, le Quattro Stagioni, opera geniale del sig. Convers.

Per la decorazione del muro esterno, dietro al colonnato di facciata, il sig. Girault, seppe fare a meno di fregi in mosaico o di ceramica, e chiese semplicemente a due scultori di fine sentimento, i signori Hugues e Fagel, una serie di bassorilievi, quasi pompeiani, di donne e fanciulli, con delicate movenze (fig. 141 e 142).

Nei frontoni triangolari degli avancorpi di estremità della facciata principale (fig. 143) due leggiadre donzelle, da cui piovono fiori, reggono in trionfo lo stemma della Città di Parigi, creazione soave del signor Peynot.

Nelle facciate laterali, un grandioso cartoccio sovrasta ai due padiglioni d'angolo, e vi campeggiano due figure del sig. Alfonso Moncel, Venere e Giunone, simboleggianti forse la Poesia e la Prosa.

Nel centro della facciata posteriore, sopra la porta, il

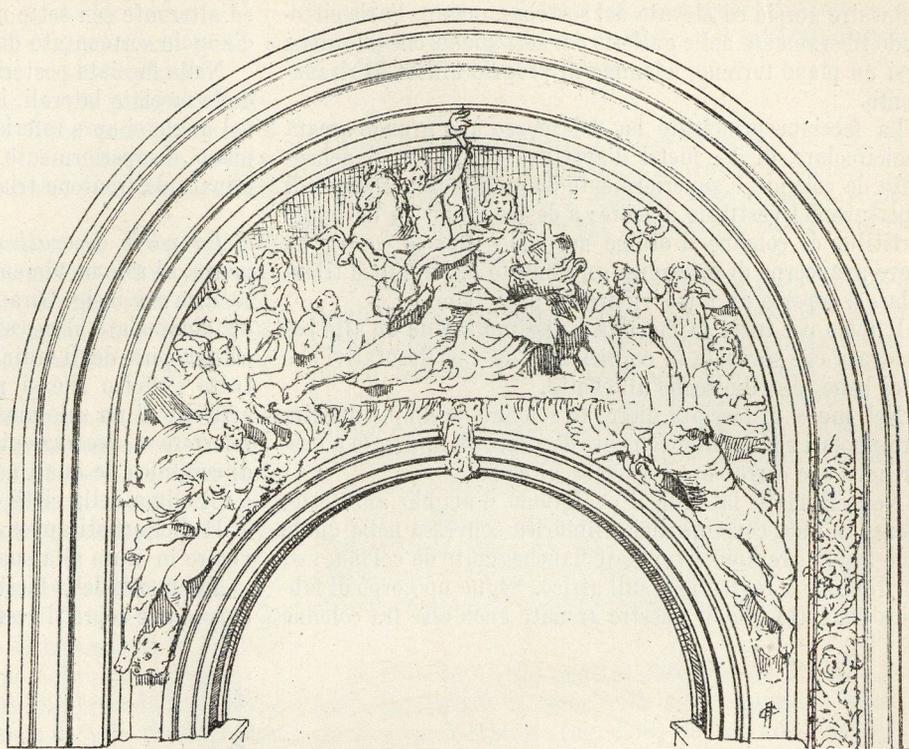


Fig. 140. — Ingresso principale.  
Decorazione del timpano (Scultore A. INJALBERT).

sig. Hector Lemaire, ha pure trovato modo di incorniciare, fra cinque stupende figure (fig. 144), l'antiartistico quadrante d'orologio; desso è sostenuto dalle tre Parche ed ha a' suoi fianchi il Giorno e la Notte.

Più in alto, sull'attico, due bei gruppi, composti entrambi di una donna e di un puttino, del sig. Desvergnès, rappresentano l'uno la Storia e l'altro l'Archeologia.

Anche nella facciata interna, verso il giardinetto, il portale di ricca decorazione (fig. 115) ebbe la sua parte di scultura. Alla base della cupola, due fame del sig. Peynot, portano corone d'alloro e di quercia al *Vaisseau de Lutèce* che trionfa sul culmine del frontone.

Più sotto nel timpano, il sig. Alberto Lefeuve, ha rappresentato in due graziosi bassorilievi la Verità nell'arte e la Fantasia nell'arte. Infine al piano delle gallerie, il sig. Carlus, ha collocato due persone molto serie: la Scienza, raffigurata da un vecchio astronomo, e lo Studio, simboleggiato da un giovane che si incurva su certe carte.



Fig. 141 e 142. — Fregio lungo la facciata principale.

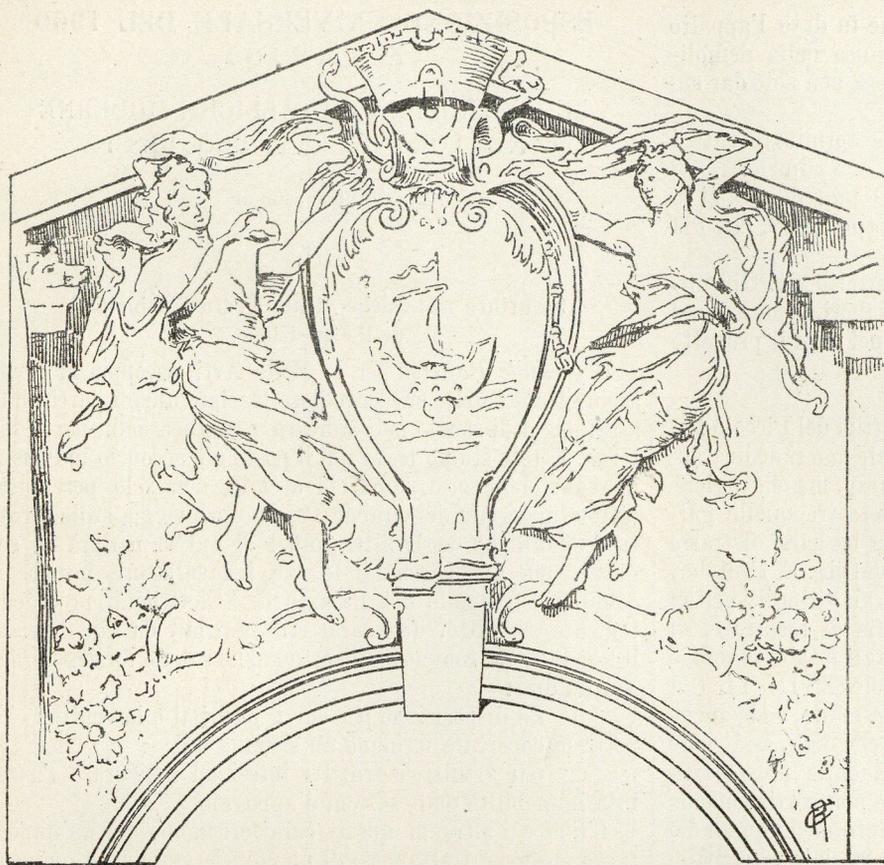


Fig. 143. — Decorazione del timpano negli avancorpi di estremità della facciata principale.

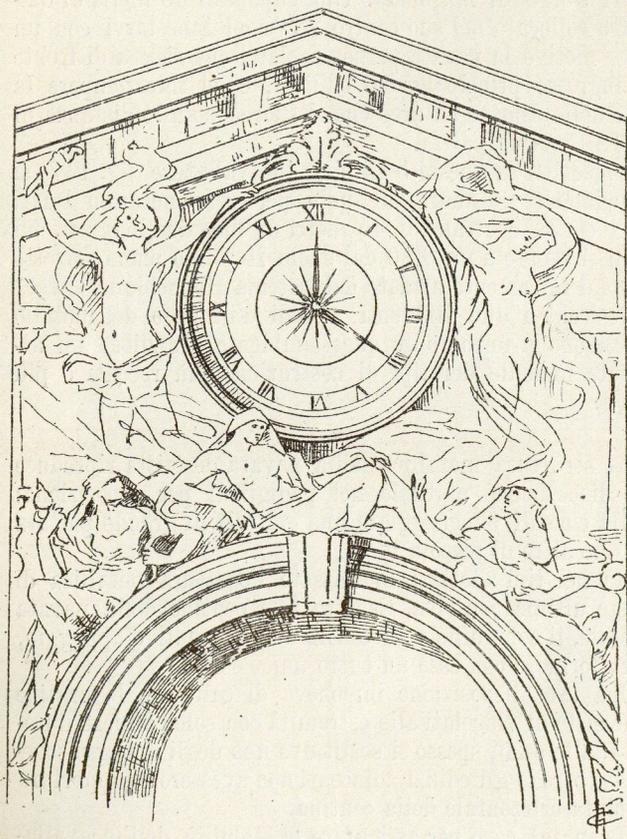


Fig. 144. — Frontone nella parte centrale della facciata posteriore. Decorazione del timpano.

per mezzo di un carrello su rotaie disposto al disopra del cornicione.



Fig. 145 — Portale interno d'ingresso nel cortile.

\*  
*Esecuzione dei lavori.* — Il suolo instabile fino alla profondità di 8 metri, alla quale, come già si disse, parlando del Grande Palazzo, si trova l'antico letto della *Grange Batelière*, obbligò anche per le fondazioni del Piccolo Palazzo a ricorrere alle pali-ficazioni. Ed è così che 12 mila metri cubi di muratura insistono sopra una vera foresta di pali.

Tutti i lavori di costruzione del Piccolo Palazzo sono stati eseguiti dall'Impresa Grouselle, la quale ha adottato metodi semplici ed ingegnosi sia per la preparazione sul posto di circa 7000 mc. di calcestruzzo (oltre a 200 mc. al giorno) con un impianto meccanico di 25 cavalli-vapore, sia per la posa in opera di tutti i materiali, e soprattutto delle 50 colonne di granito, del peso di 3500 chg. ciascuna, del peristilio semi-circolare interno che circonda il giardino. Perfino le urne sull'attico, fatte di tre pezzi sovrappontentisi l'uno sull'altro con unione a bicchiere, furono sollevate dal suolo e collocate a posto

Non fu che al 20 agosto del 1897 che fu dato l'appalto dei lavori del Piccolo Palazzo, ma per causa della demolizione del Palazzo dell'Industria, l'Impresa non poté dar subito principio ai lavori.

Ciò nondimeno bastarono due anni a terminare tutti i lavori di grossa muratura e di copertura dell'edificio.

Il lavoro per la costruzione di 4950 mq. di soffitti in cemento armato, incominciato il 13 aprile 1898, era già finito alla fine di maggio.

Anche da questo punto di vista l'architetto sig. Girault, ha dimostrato, durante l'esecuzione dei lavori, prontezza ed abilità non inferiori a quelle dimostrate nel dare il progetto dell'opera.

\*

Nel chiudere questi pochi cenni descrittivi del Piccolo Palazzo, ci sia lecita un'osservazione, la quale non si deduce subito a primo aspetto dall'esame della pianta, ma che diviene anche di maggiore importanza per chi percorre quelle gallerie guardando in alto ed in fondo, senza lasciarsi distrarre da quella splendida mostra organizzata dal sig. E. Molinier, di arazzi venerabili, di bronzi gallo-romani, e gingilli celtici e merovingi, da quell'ordinatissima serie di serrature, di avorii, di ceramiche, di orologi, di ventagli e tabacchiere, e di mobili dal 400 fino alla fine del secolo XVIII (1). Chi dunque esamina il contenente e non il contenuto, vede anche troppo, senza che lo si faccia avvertito, che agli assi delle gallerie perimetrali nettamente indicati dalla prospettiva delle decorazioni alla sommità delle volte non corrispondono i centri delle rotonde agli angoli (2) e tanto meno quelli dei padiglioni rettangolari di estremità della facciata principale. Lo stesso difetto, ed assai più rilevante, è presentato dalle tre gallerie interne verso il cortile che sono pure le più ampie.

Certamente la disposizione a trapezio, assai ingrata, obbligava alla ricerca di mezzi speciali per arrotondare gli angoli ottusi che non fanno mai bene in architettura, e vi si doveva rimediare, come di fatto si fece, con rotonde e cupolini. Nondimeno non si può negare che l'architetto ha badato soprattutto all'effetto esteriore, ed ha preferibilmente sacrificato quello interno.

Ma dopo questa osservazione che rispecchia una nostra impressione personale, sottoscriviamo anche noi ben volentieri al giudizio che dell'opera del signor Girault, il vero beniamino della stampa francese, è stato pronunziato e ripetuto in coro e prima e dopo che essa è passata dal modellino in gesso alla costruzione vera, ed a compiere il suo importante ufficio nell'Esposizione: *il Piccolo Palazzo è un'opera che fa onore all'Arte francese.*

Il sig. Girault alla felice armonia delle linee generali, di una creazione di primo getto, ha saputo accoppiare la parsimonia ed il buon gusto nei motivi della decorazione; ed è fuori dubbio che il Piccolo Palazzo costituisce, dopo il Ponte Alessandro III, l'opera più aggraziata e più caratteristica che meriti di segnare l'epoca e di eternare la memoria della colossale Esposizione.

G. SACHERI.

(1) L'Esposizione centennale, ossia del secolo XIX, come i lettori sanno, era collocata nel Grande Palazzo (nella parte posteriore di via d'Antin) insieme a quella *decennale* dell'Arte francese ed alle Esposizioni d'Arte moderna delle Nazioni estere.

(2) Vedesi infatti sulla figura 136 che la retta che unisce i centri delle due rotonde di estremità dal lato minore del trapezio, dista disugualmente (3,70 e 3,85) dalle due pareti. La stessa cosa si riscontra per le gallerie laterali esterne (3,40 e 3,70).

## ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900 A PARIGI

### LE COSTRUZIONI METALLICHE MODERNE NEI LORO RECENTI PROGRESSI

(Continuazione)

#### III.

#### Strutture metalliche di altri edifici principali dell'Esposizione.

Il *Grande Palazzo* per le Belle Arti, accoppia ai pregi architettonici delle sue grandiose facciate alcuni particolari assai degni di studio nell'orditura metallica della parte interna. E tale studio trova qui il posto più acconcio in questa rassegna delle costruzioni in acciaio, non solo perchè la tettoia maggiore del Grande Palazzo primeggia sulle strutture metalliche degli altri edifici di cui si parlerà in seguito, ma anche perchè le sue incavallature hanno in comune con quelle del Palazzo dell'Elettricità, precedentemente descritto, due caratteri essenziali da cui dipende il loro modo di comportarsi sotto l'azione delle forze esterne. Voglio dire:

1° La disposizione per cui i piedritti e la centina che porta la copertura formano un sistema unico;

2° Gli artifizii costruttivi intesi ad assicurare l'assoluta immobilità delle sezioni d'appoggio.

L'uno e l'altro di questi caratteri hanno qui un'importanza speciale, trattandosi di un edificio stabile ed eminentemente decorativo, nel quale l'arditezza delle dimensioni va unita all'eleganza delle forme. Com'è noto la grandiosa navata disposta sull'asse del corpo di fabbrica parallelo all'*Avenue Nicolas II* misura metri 232 di lunghezza e metri 56,15 di larghezza. Una cupola di 66 metri di diametro collocata nel suo centro serve ad innestarsi con un felice motivo la navata perpendicolare, che sbocca di fronte all'ingresso principale dell'edificio, e ad interrompere la serie delle centine ad arco che si succedono alla distanza di m. 12 l'una dall'altra.

I piedritti di queste bellissime incavallature (fig. 147) si sdoppiano a 20 metri dal suolo, per creare su ambi i lati della corsia centrale di 45 metri di luce due loggiati, sui quali si svolge a m. 8,80 dal suolo il primo piano sorretto da solai in cemento armato del sistema Hennebique.

Cosicchè i due differenti metodi d'impiego del metallo concorrono a formare di quest'ambiente grandioso un attraente modello dei tipi di costruzione più recenti e più lodati.

\*

La struttura metallica della navata descritta riproduce una disposizione abituale nei padiglioni per esposizione: quella cioè di fiancheggiare una galleria di grande portata con due altre di piccola luce.

Ma nei tipi adottati in passato l'ossatura metallica di queste ultime compiva, rispetto alle centine della navata centrale, il solo ufficio di offrire loro i punti d'appoggio, senza formare con esse un tutto unico e rigido.

Una tale disposizione imponeva di calcolare le centine come sistemi vincolati alle estremità con sole cerniere d'imposta, alle quali spesso si sostituiva uno degli appoggi scorrevole, perchè gli edifici adiacenti non avessero a sopportare la spinta orizzontale della centina.

Ma in tal caso per assicurare la stabilità dell'incavallatura era necessario l'uso di tiranti di rinforzo, ovvero, trattandosi di travi reticolari, bisognava progettarne il contorno in modo che la massima altezza corrispondesse alla mez-

zeria; e in entrambi i modi si deturpava l'aspetto interno delle tettoie, ingombrando la parte sottostante al coperto con un complicato intreccio di barre metalliche.

I miglioramenti, resi possibili in questo ordine d'idee dall'uso dell'incastro in corrispondenza delle imposte, segnano un progresso che già constatammo nella descrizione degli edifici del Campo di Marte e della Spianata degli Invalidi.

Qui nel gran Palazzo di Belle Arti l'architetto Deglane ebbe il merito di accentuare i vantaggi del sistema, formando colle centine ad arco e coll'ossatura metallica delle due gallerie che la fiancheggiano un sistema di travatura unico con 4 piedritti perfettamente incastrati nel suolo, il quale non esercita la minima spinta sui corpi di fabbrica disposti a' suoi lati ed è di un'esilità sorprendente, soprattutto in rapporto al notevole intervallo di 12 metri fra asse ed asse delle incavallature.

È invero meravigliosa la leggerezza della trave a graticcio, che costituisce la parte portante: essa dall'altezza di cm. 85 in chiave va gradatamente aumentando, e raggiunge appena m. 1,40 ove la membratura si sdoppia nei due piedritti, mentre il suo peso medio per metro corrente è di soli 280 kg. Queste leggiadrissime centine, insieme cogli arcarecci che le collegano, saldandosi ad appositi montanti verticali del graticcio, formano un reticolato a grandi maglie minutamente suddiviso dai correntini e dai ferri a vetro, che si disegna sullo sfondo luminoso del cielo.

E la luce che piove abbondantissima dall'immensa volta tutta ricoperta di cristallo, e la coloritura chiara del metallo riescono ancora ad attenuare all'occhio le dimensioni dell'ossatura metallica, facendo dimenticare che ognuno di quei dodici archi fu progettato per un sopraccarico di 65 tonnellate.

\*

I calcoli di stabilità delle incavallature furono eseguiti dall'Ufficio di controllo con una speciale accuratezza e vennero riassunti in un'interessante nota autografata per cura della Ditta Moisant, Laurent, Savey e C., aggiudicatrice delle costruzioni metalliche dell'ala sinistra della navata maggiore.

Il metodo adottato consiste nell'applicare le note espressioni (9) delle deformazioni dell'arco elastico a tronchi di travatura opportunamente scelti, e nel prevalersi delle condizioni geometriche a cui le sezioni estreme debbono soddisfare per dedurne le equazioni di condizione. Si tratta insomma del procedimento, che si è già discusso a proposito del Palazzo dell'Elettricità, giustificandolo con alcune considerazioni esposte in apposito paragrafo.

Nelle incavallature del grande Palazzo per le Belle Arti le quantità staticamente indeterminate del problema sarebbero 9 nel caso di forze esterne comunque dirette. Ma l'Ufficio di controllo per non andare incontro a calcoli esageratamente laboriosi, si accontentò di trattare il solo caso di un sopraccarico uniformemente ripartito in ragione di 120 kg. per mq. di proiezione orizzontale. E questa ipotesi semplificativa si può in parte giustificare, notando che i due corpi di fabbrica, disposti ai fianchi della galleria, lasciano esposta all'azione del vento la sola parte superiore del tetto cilindrico, ove la pressione, esercitandosi normalmente alla superficie investita, non può avere una direzione troppo differente dalla verticale.

La supposizione fatta permise di risolvere il problema, considerando l'equilibrio di una sola metà dell'incavallatura (fig. 146), riferita ad una coppia di assi coll'origine nel baricentro della sezione d'incastro A, e sollecitata dalle forze esterne in cui si concentrò il peso proprio ed il sopraccarico, dalle reazioni negli incastri A e D dei due piedritti e dall'azione trasmessa dall'altra mezza incavallatura alla sezione in chiave V.

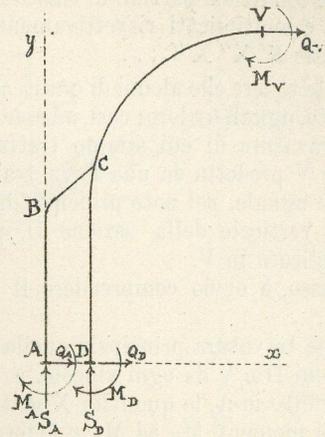


Fig. 146.

Quest'azione, grazie alla simmetria del sistema e dei carichi, si può ridurre a due sole quantità indeterminate: un momento flettente  $M_V$  ed uno sforzo normale  $Q_V$ , poichè lo sforzo di taglio è necessariamente uguale alla metà del carico concentrato insistente su V. In tutto dunque 8 incognite, fra le quali si possono scrivere le 3 equazioni di equilibrio dei sistemi piani, indeformabili, e 5 altre equazioni d'elasticità, che si deducono dalle (9) come sarà detto in seguito e formano sistema fra loro.

La risoluzione numerica del problema fu fatta ricorrendo ad un metodo, il quale permette di riconoscere a priori che i 30 coefficienti delle 5 ultime equazioni si riducono di fatto a 20 soli differenti fra loro.

Si rammenti a questo scopo che in una travatura staticamente indeterminata per la presenza di vincoli sovrabbondanti a cui corrispondano le reazioni incognite:

$$X' \ X'' \ X''' \ \dots$$

il momento flettente  $M$  e lo sforzo normale  $N$  d'una sezione qualsiasi sono funzioni lineari delle  $X$  suddette, e si può porre:

$$\begin{aligned} M &= M^0 + M' X' + M'' X'' + \dots \\ N &= N^0 + N' X' + N'' X'' + \dots \end{aligned} \quad (11)$$

nelle quali:

$M^0$  ed  $N^0$  sono il momento flettente e lo sforzo normale corrispondenti al sistema staticamente determinato, in cui si trasforma l'incavallatura quando si suppongano svanire tutte le quantità  $X$ , ed al quale si dà il nome di travatura principale;

$M'$  ed  $N'$ ,  $M''$  ed  $N'' \dots$  sono invece prodotti rispettivamente dalle sollecitazioni  $X' = 1$ ,  $X'' = 1 \dots$  contemporaneamente a ciascuna delle quali si annullano tutti i carichi e tutte le altre  $X$  (\*).

Sostituendo questi valori nelle espressioni (9) delle deformazioni, risultano tre eguaglianze che si possono simbolicamente scrivere così:

$$\left. \begin{aligned} \Delta \phi_1 &= \lambda^0_\phi + \lambda'_\phi X' + \lambda''_\phi X'' + \dots \\ \Delta x_1 &= \lambda^0_x + \lambda'_x X' + \lambda''_x X'' + \dots \\ \Delta y_1 &= \lambda^0_y + \lambda'_y X' + \lambda''_y X'' + \dots \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Infatti ognuna di esse esprime che lo spostamento effettivo di una data sezione è la somma dello spostamento  $\lambda_0$ , che avrebbe luogo nella travatura principale sotto l'azione delle sole forze esterne, e degli spostamenti  $\lambda' \lambda'' \lambda''' \dots$

(\*) Cfr. C. GUIDI, *Lezioni sulla Scienza delle costruzioni*. — Parte seconda, Terza edizione, 1899.

prodotti dalle condizioni parziali di carico  $X' = 1, X'' = 1, X''' = 1 \dots$  e moltiplicati rispettivamente pei valori delle incognite stesse  $X' X'' X''' \dots$ .

È poi facile vedere che alcuni di questi coefficienti  $\lambda$  sono, come si è detto, uguali fra loro; così, ad esempio (cfr. fig. 146), nel tipo di travatura di cui stiamo trattando la rotazione della sezione V prodotta da una forza 1 applicata verticalmente in D è uguale, pel noto principio di reciprocità, allo spostamento verticale della sezione D, prodotto da una coppia 1 applicata in V.

Ciò premesso, è ovvio comprendere il procedimento seguito.

Scelta come travatura principale quella che risulta, liberando le sezioni D e V da ogni vincolo, e conservando solo l'incastro perfetto in A, le quantità X staticamente indeterminate sono i momenti  $M_D$  ed  $M_V$  e le forze  $Q_D, S,$  e  $Q_V$ . Fra queste 5 incognite si scrissero le 5 equazioni risolventi applicando le tre uguaglianze (12) ed esprimendo che:

1° La rotazione della sezione D, considerata come sezione terminale del tronco ABCD, e le due componenti dello spostamento del suo baricentro sono nulle;

2° La rotazione e lo spostamento orizzontale della sezione V sono pure uguali a zero, come è imposto dalla perfetta simmetria della centina e dei carichi.

Il calcolo numerico dei coefficienti  $\lambda$  fu eseguito, decomponendo ogni membratura del sistema in un conveniente numero di tronchi, e valutando gli integrali per mezzo di sommatorie, i cui termini si calcolarono deducendoli dai valori medii che le singole grandezze assumono in ogni tronco.

I valori delle incognite ottenuti risolvendo prima il sistema delle 5 equazioni lineari predette, poi, sostituendo le quantità calcolate nelle 3 uguaglianze fondamentali dell'equilibrio dei sistemi rigidi, sono raccolti nel seguente prospetto:

	M	Q	S
	tonn. m.	tonn.	tonn.
Reazioni dell'incastro A	349,00	32,52	191,54
Reazioni dell'incastro D	51,79	5,72	67,77
Azioni applicate alla sezione V . . . . .	— 78,82	— 38,24	7,70

Allo scopo di rendere sensibile all'occhio il modo di comportarsi dell'incavallatura sotto l'azione dei carichi che la sollecitano, si tracciarono sullo schema della fig. 147 tre poligoni di successive risultanti, uno per ciascuno dei tre tronchi di travatura convergenti nel punto C.

Ognuno di essi dà per una sezione qualsiasi del tronco corrispondente la linea d'azione della risultante delle forze esterne, della quale si può dedurre la grandezza ed il senso dal poligono (a). In particolare il tracciamento grafico permette di riconoscere che i valori delle incognite ricavati per via analitica soddisfano effettivamente alle equazioni della statica; ed in fatti le tre risultanti  $F_A, F_D$  ed  $F$  relative alla sezione c verificano le condizioni di equilibrio, poichè passano per un medesimo punto o, e sono equipollenti ai tre lati di un triangolo.

Dalla figura appare chiaramente quanto restino attenuati i momenti flettenti massimi a cui è soggetto l'arco CV, grazie alla disposizione che assicura l'incastro perfetto nelle sezioni di appoggio, soprattutto in un caso come questo, nel quale le esigenze decorative impongono una forma di centina poco razionale dal punto di vista statico. Il risparmio di materiale occorrente, che si viene così ad ottenere (per

quanto nelle campate normali della navata maggiore si siano impiegati non meno di 150 kg. di ferro per  $m^2$  di area coperta), non si traduce però sempre in una diminuzione della spesa, poichè le disposizioni per assicurare l'incastro sono talvolta costose e difficili a mettersi in atto. Già ne vedemmo un esempio a proposito delle incavallature del Palazzo dell'Elettricità.

Qui poi nel Grande Palazzo per le Belle Arti, quando si cominciò lo studio statico degli archi della grande navata, le murature di fondazione dei piedritti erano già eseguite, e sarebbe stato impossibile collocarvi gli steli di un conveniente numero di chiavarde di fondazione, per incastrarvi la sezione di appoggio delle incavallature. I costruttori diedero una soluzione nuova al problema, ricorrendo ad un contrappeso formato da un prisma di muratura, che due apposite travi in ferro a, b di 1 metro d'altezza rendono solidale alle basi dei piedritti, col sussidio di un robustissimo traverso b g, come indica la fig. 147.

Questo telaio costringe infatti l'intero sistema, rappresentato dal complesso dei due piedritti, a comportarsi come un insieme rigido. Bastò quindi calcolare il peso P del blocco murario aggiunto in modo che la stabilità al rovesciamento fosse verificata, per escludere ogni possibile rotazione nelle sezioni di appoggio.

\*

La struttura metallica del Grande Palazzo è in buona parte opera lodatissima della Ditta Moisant, Laurent, Savey e C., che impiegò 3495 t. di ferro, eseguendo, oltre all'ala sinistra della navata principale descritta, i padiglioni ottagonali e la cupola ellittica dell'edificio posteriore (il Palazzo Thomas), nonchè lo scalone monumentale nella contro-navata, disegno dell'architetto Louvet.

Il grandioso Padiglione sull'asse centrale, nel quale ha luogo l'incontro colla grande navata del braccio ad essa normale, e quest'ultimo braccio, o contronavata, sono usciti invece dalle officine di Creil dei costruttori Daydé e Pillé.

\*

*Il Palazzo dell'Orticoltura.* — Le serre destinate ad accogliere la mostra del giardinaggio, che costituiscono nel loro complesso il Palazzo dell'Orticoltura, sono raggruppate in due edifici: l'uno pei prodotti dell'arte straniera, l'altro per la francese, disposti entrambi sullo stesso asse parallelo alla Senna, separati da un giardino di 70 m. di lunghezza, e identici nella loro struttura e nel loro aspetto.

Il carattere essenzialmente ornamentale di una costruzione di questo genere, nella quale l'indispensabile rivestimento di vetro lascia trasparire in tutti i suoi particolari l'ossatura metallica, impone d'ordinario che questa sia studiata piuttosto dal punto di vista artistico, che da quello costruttivo. Ma d'altra parte le proporzioni insolitamente grandiose per l'indole dell'edificio, costrinsero l'ing. Gautier a preoccuparsi del problema statico, ed a conciliarne le esigenze coll'eleganza delle forme, per mezzo di un'architettura appropriata, ricca ed organica.

A conseguire un tale risultato, occorreva in primo luogo combinare opportunamente una pianta, che preparasse già colla disposizione delle singole sue parti il motivo fondamentale dell'ornamentazione. E il Gautier vi riuscì, frazionando l'area disponibile, in modo da soddisfare ai bisogni di una mostra così multiforme, e di ottenere la necessaria varietà di aspetti, creando al tempo stesso colle parti più basse della costruzione altrettanti contrafforti di ritegno contro la spinta temibile del vento.

Ognuno dei Palazzi risulta infatti, come appare dalla pianta nella fig. 148, di una navata di m. 16,66 di luce, nota col nome di *Serra grande*, fiancheggiata su ogni lato

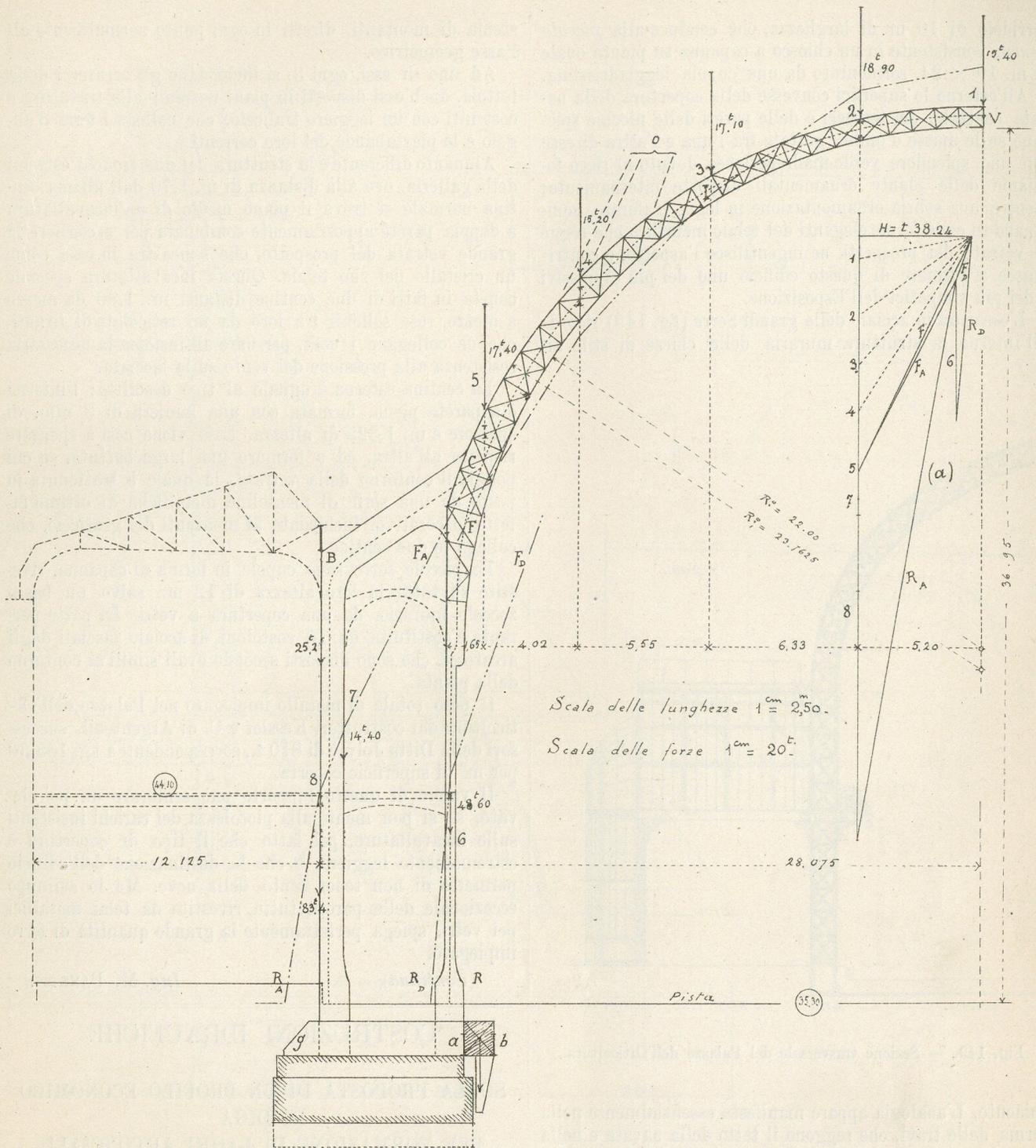


Fig. 147. — Schema della incavallatura della navata principale del Grande Palazzo. — Calcolo grafico relativo.

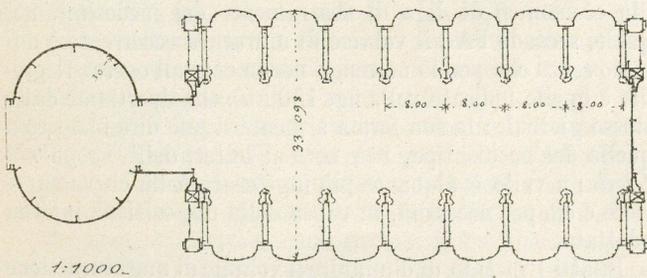


Fig. 148. — Pianta di uno dei Palazzi dell'Orticoltura.

da 7 scomparti a nicchia, profondi m. 7,67, che corrispondono ad altrettante campate di 8 m., nelle quali la galleria centrale è suddivisa dalle incavallature a sesto acuto, che reggono il coperto. Due testate di 3 m. ciascuna compiono la lunghezza totale di questa porzione dell'edificio, che misura 62 m. fra le sue fronti estreme, fiancheggiate entrambe da due eleganti obelischi metallici di 20 m. di altezza. Le due fronti differiscono solo pel fatto che su quella principale, rivolta verso il giardino compreso fra i due Palazzi, si aprono 5 grandi porte in ferro battuto, 3 delle quali permettono l'ingresso alla galleria centrale e 2 agli scomparti che la fiancheggiano; nella fronte posteriore invece le tre parti di mezzo sono sostituite da un breve

corridoio di 10 m. di larghezza, che conduce alla *piccola Serra*, consistente in un chiosco a capanna su pianta ovale di m. 19 × 24, sormontato da una cupola leggiadrissima.

All'esterno le superfici convesse della copertura della navata centrale, dei tettucci e delle pareti delle nicchie spiccano sulle masse d'ombra gettate fra l'una e l'altra di esse con uno splendore verde-madreperlaceo dovuto al ricco fogliame delle piante ornamentali disposte internamente; mentre una sobria ornamentazione in legno traforato, combinandosi colle forme eleganti del telaio metallico che regge le vetrate dei prospetti, ne ingentilisce l'aspetto, e contribuisce a formare di questo edificio uno dei più espressivi e dei più simpatici dell'Esposizione.

L'ossatura in acciaio delle grandi Serre (fig. 149) ricorda all'interno la struttura muraria delle chiese di stile ar-

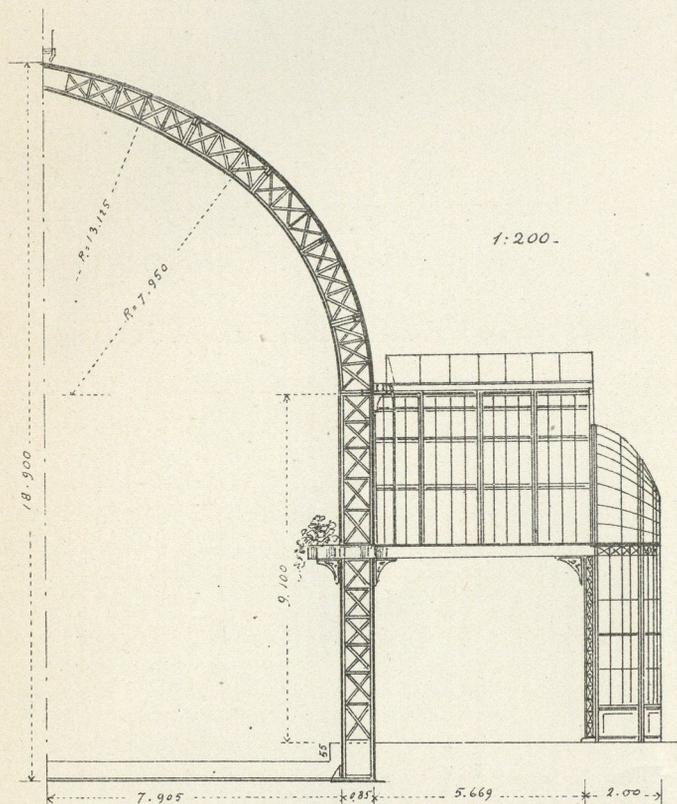


Fig. 149. — Sezione trasversale del Palazzo dell'Orticoltura.

chiacuto. L'analogia appare manifesta essenzialmente nella forma delle travi, che reggono il tetto della navata e nella disposizione degli scomparti a nicchia, che si affacciano da ambi i lati fra piedritto e piedritto come altrettante cappelle. Ma l'imitazione è ancor più evidente nella cornice lobata, che fascia i piedritti all'altezza di 6 m. dal suolo, ove su mensole aggraziate poggiano le travi di imposta dei tettucci; tanto più che eleganti vasi di piante ornamentali incoronano l'artistico gruppo, riproducendo colla inimitabile plastica della natura l'effetto di ricchi capitelli. Ogni incavallatura è costituita da una trave composta a doppio T, che sorge verticalmente dal suolo, ove un conveniente ancoraggio nelle fondazioni le assicura l'incastro. All'altezza di m. 10,15 essa si trasforma negli archi della tettoia, raggiungendo colla linea di comignolo la quota di m. 18,90, mentre l'altezza della sezione va decrescendo da 85 cm. in corrispondenza delle imposte a 65 cm. in chiave.

L'anima della trave è formata con un graticcio doppio di ferri piatti di 7 cm. di larghezza, combinato con un si-

stema di montanti, diretti in ogni punto normalmente all'asse geometrico.

Ad uno di essi, ogni 3, si inchiodano gli arcarecci della tettoia, anch'essi disposti in piani normali alla travatura e costruiti con un leggero traliccio, che collega i ferri d'angolo e le piattabande dei loro correnti.

Alquanto differente è la struttura dei due tronchi estremi della galleria, ove alla distanza di m. 1,70 dall'ultima centina normale si trova il piano medio di un'incavallatura a doppia parete appositamente combinata per accogliere la grande vetrata del prospetto, che s'incasta in essa come un cristallo nel suo telaio. Questa incavallatura speciale consta in fatti di due centine distanti m. 1,80 da mezzo a mezzo, rese solidali fra loro da un reticolato di tiranti, che ne collegano i nodi, per dare all'insieme la necessaria resistenza alla pressione del vento sulla facciata.

La centina esterna è uguale al tipo descritto; l'interna è a parete piena, formata con una lamiera di 3 mm. di spessore e m. 1,325 di altezza. Essa viene così a sporgere rispetto all'altra, ed a formare una larga battuta, su cui poggia il contorno della vetrata, la quale è trattenuta in posto da una serie di mensoline metalliche di ottimo effetto decorativo, inchiodate ai montanti del graticcio, che collega le due centine.

Le piccole serre sono cupole in forma di capanna, rivestite su tutta la loro altezza di 12 m., salvo un basso zoccolo murario, da una copertura a vetri. La parte portante è costituita da 10 costoloni di acciaio fasciati dagli arcarecci, che sono disposti secondo ovali simili al contorno della pianta.

Il peso totale di metallo impiegato nel Palazzo dell'Orticoltura dai costruttori Kessler e C. di Argenteuil, successori della Ditta Joly, è di 810 t., corrispondenti a kg. 165,50 per m<sup>2</sup> di superficie coperta.

Il valore di questo rapporto può sembrare un po' elevato, se si pon mente alla piccolezza dei carichi insistenti sulle incavallature, pel fatto che il tipo di copertura è estremamente leggero, e che la destinazione dell'edificio permette di non tener conto della neve. Ma lo sviluppo eccezionale delle pareti, tutte rivestite da telai metallici pei vetri, spiega perfettamente la grande quantità di ferro impiegato.

(Continua)

Ing. M. PANETTI.

## COSTRUZIONI IDRAULICHE

### SULLA PROPOSTA DI UN PROFILO ECONOMICO DI DIGA PER FORMAZIONE DI LAGHI ARTIFICIALI.

Nel fascicolo di giugno ultimo del *Giornale del Genio Civile* l'ing. Luigi Figari, dopo alcune considerazioni generali sulla formazione dei laghi artificiali, propone un profilo economico di diga di sbarramento dei medesimi, nel quale, secondo l'A., il volume di muratura occorrente è minimo senza che perciò ne venga nocumento all'opera. Il profilo è quello indicato nella fig. 150, (a), che riportiamo dallo stesso giornale; la sua forma a monte si può dire identica a quella del nostro tipo, ben noto ai lettori dell'*Ingegneria Civile*; a valle è alquanto più ingrossata nella curva superiore e ciò per necessità, in causa della disposizione interna adottata.

Infatti l'intento di diminuire il volume di muratura viene ottenuto mediante grandi vani nell'interno della diga, che si ripetono di 10 in 10 metri di lunghezza; vale a dire che per una lunghezza di 10 metri, il tipo proposto presenta

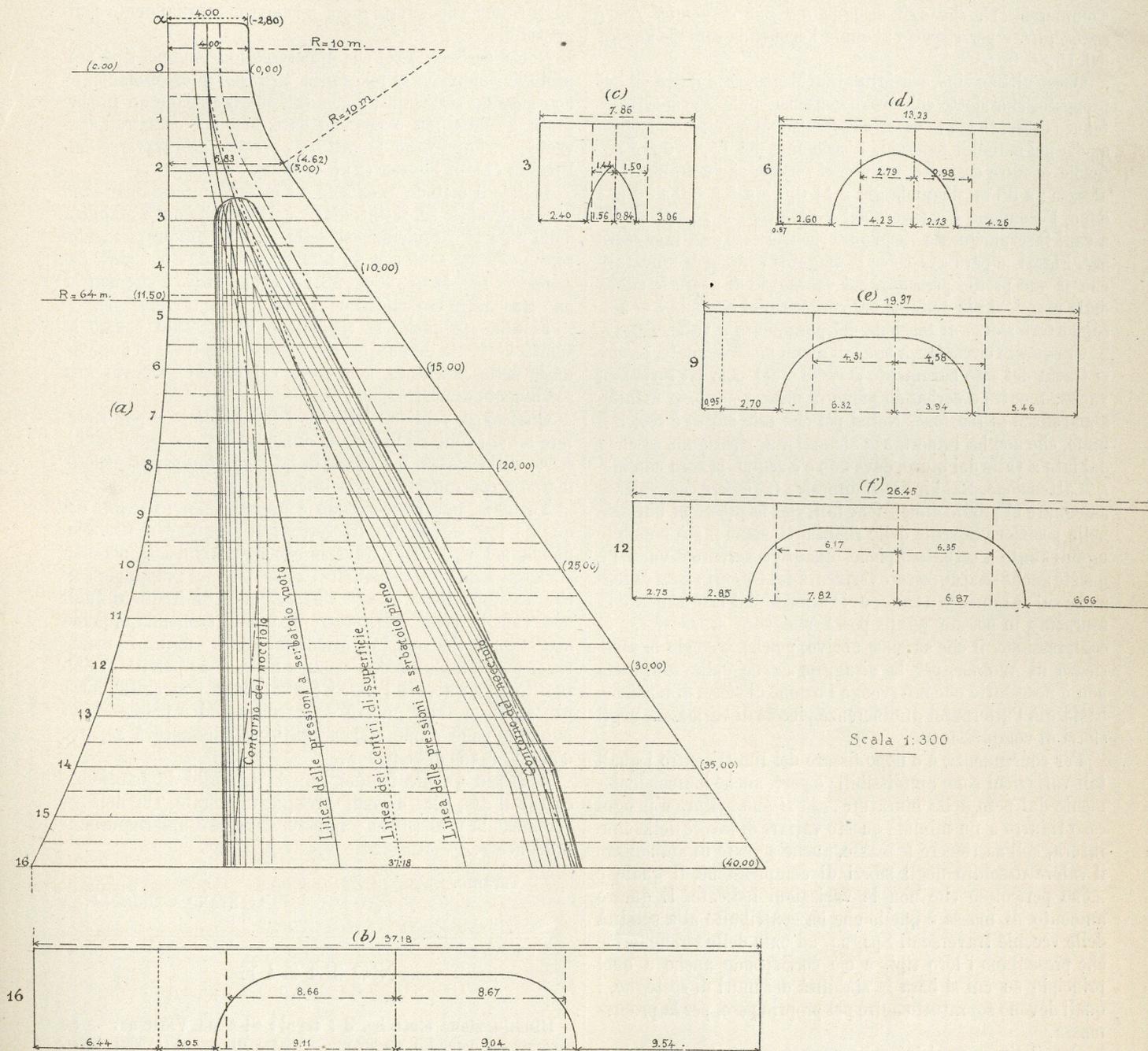


Fig. 150. — Profilo economico di diga per laghi artificiali, dell'Ing. Luigi Figari.

un grandissimo vano indicato nella sezione trasversale dalla figura 150 (a), e nelle sezioni orizzontali b, c, d, e, f, che rappresentano appunto delle semi-sezioni ad altezze variabili e precisamente in corrispondenza dei numeri 3, 6, 9, 12 e 16 indicati sul paramento a monte della fig. 150 (a).

L'ing. Figari determina graficamente col noto procedimento la spinta dell'acqua e traccia la linea delle pressioni tanto a serbatoio pieno, quanto a serbatoio vuoto. Indi, per giudicare della stabilità della diga, determina il contorno del nocciolo centrale; però siccome il suo tipo non presenta una sezione orizzontale piena per la quale il nocciolo, come è noto, viene limitato dal terzo medio, egli si vede obbligato di determinare per le successive sezioni orizzontali, i momenti d'inerzia ed i momenti resistenti, riferiti, questi ul-

timi, l'uno al paramento esterno e l'altro al paramento interno, dopo di che descrive nella sezione trasversale del tipo le due curve che ne rappresentano il contorno.

Ciò fatto riesce facile, confrontando tale contorno colle linee di pressione, di rendersi conto se si verificano soli sforzi di compressione; e siccome nel tipo disegnato questo è il caso, così l'ing. Figari conchiude che il medesimo è perfettamente stabile.

Per dimostrare poi la sua maggiore convenienza in confronto di altri tipi ne fa un paragone con quello della diga della Gileppe, che i lettori già conoscono (1), e trova un'eco-

(1) « L'Ingegneria Civile e le Arti Industriali », anno VIII, fasc. 8.

nomia del 64,67 0/10 a vantaggio del tipo proposto, e con l'altro consigliato dal Ministero d'Agricoltura, Industria e Commercio (1), che egli designa *dei più economici fra i conosciuti*, e per rispetto al quale l'economia sarebbe ancora del 15,36 0/10.

Quest'ultimo tipo, consigliato dal Ministero, è il tipo da noi proposto, riprodotto col nostro consenso nelle *Norme* citate, tenuto presente già in diverse costruzioni eseguite, e adottato anche nei manuali tedeschi. L'economia del 15,36 0/10 è notevole se fosse costante, ma non si verifica che a 40 metri di altezza; a 35 m. discende già a 11 0/10 e a 5,5 0/10 a 30 m.; dopo, l'economia è a favore del nostro tipo e non di quello a vani interni. Questo viene pure riconosciuto dall'ingegnere sig. Figari, e però giustifica il maggior volume di murature che il suo profilo presenta, col vantaggio di avere le curve delle pressioni più distanti dal contorno del nocciolo e di non sopportare sforzo di tensione nel paramento a valle.

Ora questa circostanza non è di alcun inconveniente, poichè si tratta del solo paramento *a valle* e nel caso del serbatoio vuoto; mentre a serbatoio pieno in nessun punto si manifestano sforzi di tensione. Notisi poi che tale sforzo è così minimo, che non ha importanza alcuna; ma, ripetiamo, essendo dal lato a valle del muro, dove non c'è acqua, la cosa non merita attenzione. Rankine anzi dimostra (2) essere conveniente assegnare al profilo dimensioni tali, che le pressioni unitarie nelle posizioni estreme delle risultanti, siano il più possibile uguali tanto a serbatoio pieno, quanto a serbatoio vuoto; e questo anche se si dovessero verificare dei leggeri sforzi di tensione sul paramento a valle; e ciò affinché dal lato a monte la muratura in nessun punto possa rimanere senza sforzi di compressione, il che sarebbe nocivo, poichè, secondo le esperienze di Wöhler, per la disaggregazione della muratura non è necessario che intervenga l'azione di sforzi di tensione, basta già l'alternarsi di differenze piccole di variazione negli sforzi di compressione.

Per conseguenza è d'uopo fissare dei limiti dentro i quali tali variazioni sono ammissibili; e però, anche indipendentemente dal peso della muratura, già si può evitare e in ogni caso ridurre a un minimo questo variare di lavoro della muratura, coll'accrescere le masse, anche a costo di aumentare il valore assoluto degli sforzi di compressione, il quale è meno pericoloso che non le variazioni indicate. E questo aumento di massa è quello che ha contribuito alla solidità delle vecchie traverse di Spagna, ad onta delle strane forme che presentano i loro tipi, e ciò corrisponde anche a quel principio su cui si basa la stabilità dei muri di sostegno, i quali devono soprattutto agire pel proprio peso, per la propria massa.

Ora il tipo a vani interni è perfettamente in opposizione a quanto siamo venuti esponendo; indebolisce considerevolmente la traversa, diminuisce la sua massa senza raggiungere, come abbiamo visto, una economia che ne valga la pena.

L'ipotesi poi su cui si fondano i calcoli per dimostrarne la stabilità non è, secondo noi, ammissibile, inquantochè non si può considerare un solido murario come una costruzione rigida, e quindi per essa il momento d'inerzia e i momenti resistenti ricavati da sezioni vuote nel centro ed a solo contorno, non si verificano in pratica. La solidarietà dei diversi elementi che compongono una costruzione muraria non va tanto lontano, e sotto spinte ineguali in punti diversi come quelle che agiscono contro le traverse dei serbatoi, avvèn-

gono facilmente dislocazioni. Una prova l'abbiamo nelle fenditure che si riscontrano nei muri di grande lunghezza e negli edifici appoggiati sopra un terreno inegualmente compressibile.

Non è necessario poi che dimostriamo, come nel tipo proposto le condizioni di resistenza agli sforzi di cesoiamento non possono verificarsi; e che tali sforzi abbiano un'importanza grandissima e possano dare luogo a catastrofi spaventevoli, lo provano le rotture avvenute alle traverse dell'Habra (1), di Sonzier (2) e di Bouzey (3).

Inoltre il metodo di calcolo e l'ipotesi ammessa non sono più applicabili se si introduce nello studio della stabilità della diga la considerazione delle sezioni oblique; considerazione da noi svolta in un articolo noto ai lettori dell'*Ingegneria* (4), la quale oggidì ha fatto strada, e che non si può trascurare nei calcoli di stabilità delle traverse (5).

Finalmente anche la condizione di stabilità contro la spinta verticale dell'acqua che potesse penetrare in qualche modo nella muratura, non trova col profilo proposto una soddisfacente dimostrazione.

Quando si vogliono ottenere delle economie si può ricorrere a vani limitati di piccole dimensioni e che pure influiscono sulla massa, ma anche in tal caso è sempre preferibile il tipo a contrafforti e archi intermedi (6).

Tuttavia, pur riconoscendo e apprezzando lo studio col quale l'ing. sig. Figari ha cercato di raggiungere una economia nel tipo delle traverse per laghi artificiali, noi non possiamo a meno di richiamare l'attenzione sui grandi pericoli che accompagnano queste costruzioni, e di fronte ai quali non vale la pena di ricercare una lieve economia, quando non si è più che sicuri di ottenerla, senza sacrificare menomamente la stabilità dell'opera « En face de pareilles éventualités, — scriveva l'ing. Krantz (7) — l'ingénieur n'est pas admis à faire preuve de hardiesse, ni à présenter au public le gage d'une responsabilité impuissante à réparer d'aussi grands désastres ».

« Si peu qu'elle incline vers la témérité, la hardiesse, en pareil cas, peut devenir presque immorale. On doit sévèrement la proscrire et s'imposer la règle d'une rigoureuse prudence ».

Teramo.

GAETANO CRUGNOLA.

## NOTIZIE

**Illuminazione elettrica dei treni: Sistema Vicarino.** — Le esigenze del pubblico viaggiante, in fatto di comodità e di lusso, hanno obbligato le compagnie ferroviarie a sostituire in questi ultimi tempi al petrolio ed al *gas ricco*, l'elettricità per l'illuminazione di molti treni.

Diversi furono i sistemi sperimentati; i principali si possono classificare in tre gruppi, secondo che le lampade sono alimentate:

1° con accumulatori, che in determinate stazioni si ricambiano oppure si ricaricano senza toglierli dalle vetture;

(1) « L'Ingegneria, ecc. », vol. VIII, fasc. IV.

(2) « Id. », vol. XV.

(3) « Centralblatt der Bauverwaltung » 1895, pag. 191 e segg.

(4) Anno 1883, vol. IX, pag. 116 e segg.; ed anche nel nostro libro *Sui muri di sostegno delle terre e delle acque* — Negro, Torino, 1883, § 7 e 8.

(5) HÉTIER, *Note sur le calcul du profil des murs-barrages* nelle « Annales des ponts et chaussées », 1886, I, pag. 615 e segg.

(6) HÉTIER, *Sur la résistance des matériaux dans les murs de soutènement.* — « Annales des ponts et chaussées », 1885, I, cap. III, pag. 879 e segg.

(7) *Etude sur les murs de réservoirs.* — Parigi, 1870, pag. 22.

(1) *Norme per gli ingegneri incaricati dell'estensione di progetti preliminari di grandi serbatoi.* — Roma, Eredi Botta, 1886.

(2) *On the design and construction of masonry dams*, nel n. di gennaio, 5, 1872, dell'« Engineer ».

2° con una dinamo, comandata da apposito motore, e disposta sul bagagliaio, la quale per mezzo di una conduttura, corrente lungo il treno, fornisce alle diverse vetture la luce;

3° con una dinamo disposta sul bagagliaio e messa in moto da uno degli assi, ovvero con una dinamo per ciascuna vettura messa a parimenti in movimento da uno degli assi.

I sistemi 2° e 3° richiedono l'impiego di batterie sussidiarie di accumulatori affini di sopperire alle momentanee discontinuità della conduttura lungo il treno nel primo caso ed alla discontinuità dell'azione delle dinamo durante gli avviamenti, i rallentamenti e le fermate del treno, tanto nel primo quanto nel secondo caso.

L'impiego dei soli accumulatori presenta gravi inconvenienti così pel loro peso e fragilità come per le esigenze di manutenzione.

Il 2° sistema, oltre a richiedere un personale apposito per la vigilanza alle macchine, non consente il libero frazionamento dei treni.

Le disposizioni appartenenti al 3° sistema le quali si vanno sperimentando con differenti apparecchi sussidiari, paiono destinate a dare migliori risultati: citiamo i sistemi Dick e Stone, quest'ultimo applicato in questi ultimi anni su vasta scala in Inghilterra, l'uno e l'altro tuttavia costosi e complicati.

Su alcune ferrovie francesi si fanno attualmente esperimenti con un nuovo sistema, immaginato dal sig. Vicarino, amministratore delegato della Compagnia Generale Elettrica, il quale sembra presentare vantaggi rispetto a quelli che lo hanno preceduto.

In questo sistema, ciascuna vettura è munita:

1° di una dinamo di costruzione speciale, ermeticamente chiusa, comandata, col mezzo di una puleggia a frizione o di cinghia, da un asse della vettura, e distaccabile in caso di bisogno;

2° di una batteria di accumulatori di piccola capacità;

3° di un apparecchio ausiliario chiamato *congiuntore-disgiuntore*, destinato a riunire in parallelo la dinamo e la batteria di accumulatori o a disgiungere l'uno dall'altra ed a servire di egualizzatore di tensione.

**Dinamo.** — La dinamo è a due poli con indotto scanalato e carcassa di acciaio della forma di una scatola rettangolare e unita di due coperchi a cerniera apertisi sui lati, i quali permettono di visitare le spazzole ed il collettore.

La velocità di rotazione varia secondo l'andamento del treno. Il senso del movimento cambia secondo quello di marcia della vettura; ma un dispositivo automatico semplicissimo permette di ottenere una corrente sempre di eguale senso malgrado l'inversione di moto della generatrice.

La dinamo è sospesa col mezzo di una cerniera al telaio della vettura: essa è munita di una puleggia di cuoio, che, sotto l'azione combinata dal peso della dinamo e di una molla, si applica su una puleggia di ghisa calettata sull'asse, la quale imprime per frizione il movimento all'indotto.

La corrente fornita dalla dinamo carica la batteria di accumulatori, la quale, oltre che servire di regolatore della corrente alimentatrice delle lampade, basta da sola alla illuminazione durante le fermate.

Il congiuntore-disgiuntore automatico, situato fra la dinamo e la batteria, stabilisce la comunicazione fra questa e quella quando la velocità con la quale gira la dinamo è sufficiente a produrre una corrente di tensione almeno eguale a quella della batteria; ed interrompe la comunicazione nel caso contrario, con che viene evitato che la corrente dagli accumulatori ritorni alla dinamo, ciò che scarcherebbe gli accumulatori e danneggerebbe la dinamo.

Il peso della dinamo è di circa kg. 80, quello della batteria di kg. 120, ossia kg. 200 per l'insieme degli apparecchi.

La dinamo ha gli induttori muniti di due distinti avvolgimenti, l'uno di filo grosso per un'eccitazione in serie, l'altro di filo fino per un'eccitazione in derivazione, ma essi sono percorsi da correnti in direzione inversa, cosicchè i due campi magnetici prodotti si contrariano. Questo modo di eccitazione, che si può chiamare inversamente compound, ha per iscopo di mantenere costante la tensione della corrente prodotta dalla dinamo malgrado le variazioni di velocità.

La corrente che percorre l'avvolgimento di filo sottile è presa in derivazione alle spazzole e costituisce un circuito locale chiuso che eccita la macchina e la rende atta a generare la corrente; l'avvolgimento di filo grosso è percorso dalla corrente dopo che questa ha alimentato le lampade e gli accumulatori.

Questi due avvolgimenti sono calcolati in modo che, quando la velocità della dinamo cresce, la tensione della corrente ai poli non aumenta che di poco, intervenendo allora l'azione demagnetizzante della corrente stessa che fa diminuire l'intensità del campo magnetico.

Quando il treno si mette in moto e la dinamo comincia a girare, questa si eccita dapprima a circuito aperto come una macchina in derivazione: quando essa ha raggiunto una certa velocità (600 giri circa al minuto) e la sua tensione diviene alcun poco superiore a quella degli accumulatori, il congiuntore automatico la mette in parallelo colla batteria. Nello stesso momento il congiuntore inserisce

una piccola resistenza fissa nel circuito delle lampade, in modo da compensare l'eccesso di tensione fornita dalla dinamo e da conservare costante la differenza di potenziale alle lampade.

Coll'aumento della velocità della dinamo, tende ad aumentare la tensione e con essa l'intensità della corrente, ma allora interviene la sopradetta azione regolatrice dell'avvolgimento induttore di filo grosso. Si stabilisce così uno stato di equilibrio che ha per risultato di mantenere costante la tensione alle lampade, qualunque sia la velocità della dinamo. La corrente da questa prodotta si divide su due circuiti paralleli, di cui l'uno, quello delle lampade, è evidentemente di grande resistenza in confronto all'altro, quello cioè degli accumulatori. Conseguentemente per una piccola variazione di tensione della generatrice, la corrente che traversa gli accumulatori varia, mentre rimane sensibilmente costante nel circuito delle lampade.

Per una velocità determinata, la corrente diviene eguale a quella assorbita dalle lampade; allora gli accumulatori non forniscono più corrente. Se la velocità della dinamo aumenta ancora, la corrente da essa fornita diviene superiore a quella consumata dalle lampade, gli accumulatori si caricano, ma l'intensità della corrente di carica non aumenta che di poco, trovando un limite nell'azione combinata dei due avvolgimenti differenziali induttori, dai quali dipende l'intensità del flusso di induzione.

L'autoregolazione si assicura essere perfetta, cioè tale da ottenere, senza artifici, un'illuminazione di intensità rigorosamente costante e indipendente dall'andamento del treno.

L'illuminazione di una vettura da ferrovia richiede in generale da 8 a 10 lampade di 8 a 10 candele ciascuna. Queste lampade, del tipo ad elevato rendimento, consumano in media 2,5 watt per candela; il consumo per ogni vettura è così di circa 200 watt.

La tensione di funzionamento normale essendo di 30 volt circa, la corrente assorbita risulta di circa 6,6 ampère.

Ciascuna batteria di accumulatori è costituita da 16 elementi della capacità di 40 o 60 ampère-ora, secondo la durata dell'illuminazione richiesta durante le fermate. Con essa si ottiene l'illuminazione per 6 a 9 ore durante i rallentamenti e le fermate nelle stazioni.

In Francia, ove, come già si è detto, si stanno eseguendo esperimenti con questo sistema di illuminazione, la velocità dei treni direttissimi è di km. 80 a 85 all'ora, quella dei diretti di 60 a 70 e quella degli omnibus di 40 a 50.

Alla velocità di km. 50 la corrente prodotta dalla dinamo è tale che, non solo provvede all'illuminazione, ma una parte di essa, il 30 0/0 di quella assorbita dalle lampade, va a caricare gli accumulatori ed è in questo stesso rapporto approssimativamente che si calcola il consumo di corrente durante le fermate e i rallentamenti rispetto a quello che si verifica durante la corsa.

Si fecero esperimenti spingendo la velocità della dinamo fino a 4000 giri al minuto senza causare variazioni sensibili di tensione alle lampade.

Questi risultati, dal punto di vista pratico, si possono considerare perfetti; la sola condizione da adempiere consiste nella scelta di un rapporto tra i diametri delle puleggie di trasmissione della velocità dall'asse della vettura alla dinamo, che sia in armonia colla velocità media del treno e col consumo di energia delle lampade.

La regolazione degli apparecchi per una velocità determinata si fa una volta per sempre col sussidio di un reostato inserito nel circuito di eccitazione.

Un interruttore, situato in testa alla vettura, serve nello stesso tempo a spegnere le lampade e ad interrompere il circuito di eccitazione della dinamo, la quale gira per conseguenza a vuoto.

**Invertitore.** — Si è detto che la corrente fornita dalla dinamo si mantiene nello stesso senso qualunque sia quello nel quale si muove la vettura; ciò si ottiene mediante uno spostamento delle spazzole di 180 gradi rispetto al collettore, che si verifica automaticamente quando il senso di rotazione dell'indotto viene invertito. A questo scopo le spazzole, di carbone, sono fissate col mezzo di appropriate appendici e porta-spazzole ad un disco di bronzo che gira folle sul prolungamento dell'asse della dinamo. Questo disco perfettamente equilibrato è trascinato, per l'attrito di esso sull'albero e per quello delle spazzole sul collettore, nel senso della rotazione dell'indotto. Ma la corsa di questo disco, che deve rimanere fisso durante il funzionamento normale, è limitata da due appendici formanti arresto, che permettono al disco di spostarsi, quando occorre, di 180 gradi, ma lo mantengono fisso nell'una o nell'altra delle due posizioni estreme fintantochè la macchina continua a girare nello stesso senso. Due dischi di rame isolati conducono la corrente dai porta-spazzole ai poli della dinamo col mezzo di contatti striscianti.

**Congiuntore-disgiuntore automatico.** — Giova ripetere che lo scopo di questo apparecchio è quello di mettere in comunicazione la batteria colla dinamo quando la tensione fornita da quest'ultima è alcun poco superiore a quella degli accumulatori, pur inserendo una piccola resistenza fissa nel circuito delle lampade per evitare un aumento di tensione nel circuito medesimo, e di interrompere questa comunicazione allora quando la differenza di potenziale ai poli della

dinamo discende, per effetto di diminuita velocità o di arresto, al di sotto di quella degli accumulatori, togliendo nello stesso tempo la resistenza del circuito delle lampade.

Quest'apparecchio è costituito di un solenoide munito di due avvolgimenti, i quali, analogamente agli induttori della generatrice, sono uno di filo sottile, l'altro di filo grosso; il primo è in derivazione ai poli della dinamo, il secondo è percorso dalla corrente principale. La corrente che percorre il primo di questi avvolgimenti, ha evidentemente sempre lo stesso senso; quella che percorre l'altro avvolgimento, agisce nello stesso senso che la prima fino a che la corrente va dalla dinamo agli accumulatori, ma agirebbe in senso opposto se accidentalmente la corrente dagli accumulatori facesse ritorno alla macchina.

L'avvolgimento di filo fino è calcolato in modo che il solenoide aspira un nucleo di ferro dolce, quando la dinamo fornisce 33 a 34 volt, mentre se la tensione discende a 32 volt questo nucleo ricade per l'azione del suo proprio peso.

Il nucleo di ferro dolce ha la forma di tubo; esso porta nella parte superiore un bicchiere di 50 millimetri di profondità contenente del mercurio, nel quale si immerge un'asta quando il nucleo è aspirato; alla sua parte inferiore il nucleo termina con un gambo immergibile in un altro bicchiere fisso che contiene pure del mercurio.

Appena il nucleo è aspirato, la corrente passa nel filo grosso, e la sua azione, aggiungendosi a quella dell'altro avvolgimento del congiuntore, mantiene il nucleo a contatto colla sua asta immersa nel mercurio, cosicchè mantiene il passaggio della corrente malgrado le oscillazioni e le scosse cui va soggetto l'apparecchio.

Uno dei poli della dinamo è collegato permanentemente ad uno dei poli della batteria; la corrente della dinamo parte dall'altro polo, attraversa l'avvolgimento in serie degli induttori, il grosso filo del congiuntore-disgiuntore, perviene all'asta di immersione e, attraversato il nucleo di ferro, si divide in due circuiti, l'uno dei quali passa attraverso gli accumulatori, l'altro attraversa una piccola resistenza e di là va alle lampade.

Quando la tensione della dinamo è inferiore a 32 volt, cioè alla tensione degli accumulatori e questi tendono perciò a scaricarsi sulla dinamo, l'azione della corrente nel grosso filo del congiuntore-disgiuntore si oppone all'attrazione del solenoide a filo sottile sul suo nucleo, l'azione del peso di questo prevale ed esso ricade interrompendo la comunicazione colla generatrice; il gambo inferiore del nucleo stesso si immerge nel bicchiere e mette in corto circuito la resistenza. La batteria di accumulatori alimenta allora da sola le lampade, alle quali fornisce la tensione normale di 32 volt.

La dinamo non fornisce corrente che quando le lampade sono accese: è questa una condizione essenziale affinché gli accumulatori non abbiano a ricevere una corrente di carica eccessiva, ciò che si verificherebbe se, le lampade essendo spente, gli accumulatori fossero essi soli inseriti nel circuito e assoggettati ad una carica continua.

Siccome può essere utile, in certi casi, di abbassare la luce delle lampade, abbassando la tensione della corrente che le alimenta, un commutatore speciale a tre direzioni, situato sul di dietro o nell'interno della vettura, permette le tre combinazioni seguenti:

1° accendere tutte le lampade chiudendo contemporaneamente il circuito di eccitazione della dinamo;

2° intercalare una resistenza sulle lampade e inserire, contemporaneamente, una resistenza nel circuito dell'eccitazione in derivazione per diminuire il carico della dinamo proporzionatamente alla diminuzione di consumo delle lampade;

3° spegnere le lampade, interrompendo l'eccitazione della macchina affinché essa non carichi inutilmente gli accumulatori.

Questo commutatore è a contatti circolari.

Le resistenze dei reostati, costituite da fili di mailerhort avvolti su una colonna di porcellana, sono regolate una volta per sempre.

**Accumulatori.** — Essi possono essere di qualsiasi tipo, purchè il numero di elementi sia in relazione colla tensione occorrente alle lampade e la capacità sia sufficiente ad assicurare l'illuminazione durante i rallentamenti e le fermate; la batteria è situata sotto la vettura in una apposita cassa portata dal telaio, ed in una scatola posta al disopra della batteria è collocato il congiuntore-disgiuntore.

Gli accumulatori impiegati negli esperimenti sopra indicati sono di tipo robusto; essi sono contenuti in vasi di ebonite, muniti di due coperchi sovrapposti per impedire le proiezioni di acido all'esterno. Questi accumulatori, essendo sottoposti ad un regime di carica e di scarica normale e regolare, come vuole il sistema, non richiedono che una piccola manutenzione; basta visitarli due volte al mese per verificare il livello del liquido e la sua densità, che deve variare da 1,18 a 1,21 dallo stato di scarica a quello di carica.

Sembra che questo sistema di illuminazione presenti una grande economia rispetto a tutti gli altri finora sperimentati.

La spesa di illuminazione si calcola approssimativamente come segue per ogni lampada ora e per il caso di una vettura munita di otto lampade:

Sostituzione delle lampade (una lampada costa 80 centesimi e dura 800 ore in media)	Centes. 0,10
Manutenzione accumulatori (sostituzione delle lastre)	» 0,20
Lubrificazione, acido solforico (2,5 centesimi per ora e per vettura)	» 0,03
Forza motrice (400 watt per vettura, ossia 1 kg. di carbone per ora a L. 40 la tonn.)	» 0,50

Totale per lampada-ora . . . Centes. 0,83

La dinamo richiede 300 watt circa a funzionamento normale; ma ciò avviene evidentemente solo quando il treno è dotato della velocità ordinaria di corsa, mentre durante gli avviamenti la dinamo, girando a vuoto, non consuma forza motrice che per gli attriti, affatto trascurabili. La potenza motrice consumata per l'illuminazione completa dei treni è in ogni modo sempre inferiore ad un centesimo di quella della locomotiva.

Per vetture di grandi dimensioni a due carrelli, come le vetture a letto e le vetture *restaurants*, si impiegherebbero due dinamo, ciascuna mossa da un asse, e due batterie di accumulatori, o una sola dinamo di maggiore potenza ed una batteria di doppia capacità.

Il sistema descritto può pure applicarsi all'illuminazione completa di un treno col mezzo di una sola dinamo ricevente il movimento da uno degli assi del bagagliaio e col mezzo di una o più batterie di accumulatori, pure servendosi dello stesso mezzo di regolazione della illuminazione; disposizione evidentemente opportuna per treni celeri conservanti la stessa composizione e percorrenti la stessa linea.

L'arredamento completo di una vettura col sistema Vicarino viene a costare circa L. 1250, non compresa la disposizione delle lampade.

Il sistema ora descritto, che permette di ottenere, col mezzo di una generatrice a velocità variabili, una corrente di tensione praticamente costante, può essere applicabile non solo per l'illuminazione, ma anche per il riscaldamento elettrico e per la ventilazione delle carrozze di strada ferrata, senza parlare di altre applicazioni industriali dell'elettricità, per le quali non si può disporre che di forze motrici variabili.

(Giornale del Genio Civile).

## BIBLIOGRAFIA

*Prof. N. JADANZA. — Tavole tacheometriche sessagesimali. — Op. in 4°, di pag. XVI-62. — Torino, 1900. — Prezzo L. 4.*

Una delle cause per cui il metodo conosciuto sotto il nome di Celerimensura, non è ancora adoperato da tutti quelli che si occupano di rilevamenti, è la credenza in molti invalsa che il metodo esiga l'impiego di strumenti speciali, e che questi debbano avere i circoli colla divisione centesimale.

Fin dal 1875 il prof. Giuseppe Erede, a distruggere tale credenza e divulgare i vantaggi del sistema, pubblicava un ottimo libro, intitolato: *La Celerimensura cogli strumenti comuni* con un corredo di tavole tacheometriche. Ed altre tavole tacheometriche furono in seguito pubblicate dal Bassi nel 1879 e dall'ing. Giustiniani nel 1887.

Le tavole tacheometriche sessagesimali del chiarissimo prof. N. Jadanza sono assai più estese delle precedenti, pure occupando pochissimo volume (60 pagine in tutto di buona carta a mano), onde costano meno di qualunque altra raccolta, sono facili a sfogliare e durature e possono servire anche per rilevamenti di precisione.

Ma il vantaggio più caratteristico è di prestarsi con tutta semplicità di uso e brevità di tempo, a tutti coloro che, possedendo anche solo uno squadro graduato a cannocchiale, un grafometro a cannocchiale, una bussola a cannocchiale od un teodolite per quanto modesto esso sia, intendono di usufruire dei vantaggi di precisione e di economia di tempo, così nei rilievi di campagna, che nei lavori al tavolo, che il metodo della celerimensura permette di conseguire.

Ogni grado occupa due pagine le quali si rispecchiano, ed ogni pagina ha 60 linee, quanti sono cioè i minuti primi nel grado, e tante colonne verticali quanti sono i numeri dall'1 al 9.

Così nella pagina di sinistra si trovano registrati i prodotti di  $\cos^2 \alpha$  per i numeri 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9; in quella di destra i prodotti di  $\sin \alpha$  per gli stessi numeri; epperò colla prima si possono avere, con semplici spostamenti di virgola e con una somma la distanza orizzontale fra il punto di stazione e la stadia, e colla seconda pagina l'altezza del punto della stadia, cui si è collimato col filo centrale del rettilineo, sul piano che passa per il centro del circolo verticale dello strumento.

Le tavole non vanno al di là di 30°, e, non già per economia di pagine, soggiunge nella prefazione il prof. Jadanza, ma perchè non conviene rilevare dei punti sui quali l'asse ottico del cannocchiale sia inclinato all'orizzonte di angolo maggiore di 30°; essendochè per poco che l'angolo  $\alpha$  sia maggiore di 20°, l'errore medio della misura di un'altezza cresce notevolmente e, se la stadia non è perfettamente verticale, il cumulo degli errori, tanto nelle distanze quanto nelle altezze, diventa intollerabile.

G. SACHERI.