

# 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.

#### IDRAULICA PRATICA

##### L'UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE NELLE ALPI.

###### I.

##### Condizioni in cui si presentano le vallate delle Alpi.

Il libro del prof. Holz (1), dal quale abbiamo ricavato le notizie del nostro precedente articolo sull'utilizzazione delle acque in Scandinavia (2), contiene anche uno studio sulle condizioni delle forze idrauliche nelle Alpi, studio di cui ci proponiamo di fare ora conoscere ai lettori dell'*Ingegneria* le parti che possono più particolarmente interessarli.

Da questo punto di vista le Alpi si presentano in condizioni alquanto diverse da quelle che abbiamo riconosciute in Scandinavia: la fig. 88 indica schematicamente un profilo ideale

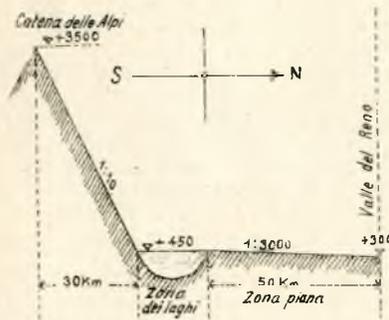


Fig. 88. — Sezione schematica al nord delle Alpi.

nella direzione sud-nord di tutta la regione a settentrione della catena nel mezzo della Svizzera; le altitudini indicate sono quote medie; si hanno tre zone diverse: prima quella dei monti, che da 3500 metri discende fino ai laghi, e non ha che una larghezza media di 30 km. circa, è la zona ripida. Poi segue una striscia che si estende da sud-ovest a nord-est, nella quale si trovano i laghi, che nella Svizzera è chiaramente marcata; la sua altitudine media è di 450 m. e va dal lago di Ginevra (372 m.) a quello di Costanza (395 m.). Viene in seguito la regione piana con un'estensione di 50 km. circa fino al Reno, sopraccorrente a Basilea; la pendenza non è che di 1:3000.

Le valli hanno d'ordinario direzione verso nord, e sebbene la loro conformazione attuale sia diversa da quella delle valli in Scandinavia, tuttavia non è difficile riconoscere che in origine dovettero essere pure delle valli a gradoni, tanto nella zona montana, quanto in quella sottostante ai laghi; e qua e là sono rimaste ancora delle soglie, avanzi dei gradoni primitivi. Queste soglie sono le località più opportune per fare degli impianti di forza motrice, poichè ivi la pendenza è più forte che altrove, e sulla soglia riesce facile elevarvi la traversa di sbar-

(1) Prof. HOLZ, *Ueber Wasserkraftverhältnisse in Skandinavien und im Alpengebiet*. Un volume in-foglio di pag. 48, con 79 figure nel testo e 8 tavole. — Berlino, Wilhelm Ernst und Sohn, 1901. — È stato pubblicato anche nelle *Zeitschrift für Bauwesen*, organo ufficiale del Ministero prussiano dei lavori pubblici, edito dagli stessi Wilhelm Ernst und Sohn, 1900 e 1901.

(2) Veggasi a pag. 193 del presente Periodico.

ramento. Esempi ben marcati sono quelli di Rheinfelden, dove la soglia trattiene il lago di Beugg, nella regione piana; e in quella montuosa il lago di Bockhardt nella valle dell'Aache di Gastein, e la cascata di Lend.

Analoghe condizioni si hanno anche al sud della catena delle Alpi, sebbene non così distintamente marcate; la zona dei laghi poi è ad un'altitudine assai più bassa (Lago Maggiore 197 m.; di Como 199 m.; di Lugano 271 m.).

Gli impianti idraulici, che già utilizzano la forza delle acque, permettono di giudicare sulla loro natura in genere; quelli che si possono installare nella zona montuosa sono ad alta pressione; al contrario, sono a bassa pressione quelli della regione piana; così si hanno già, fra i primi, cadute utilizzate da 50 a 550 m.; fra i secondi, da 2 a 12 m. Più rare sono le cadute da 20 a 40 m, le quali abbiamo visto invece prevalere nella Scandinavia.

Bisogna inoltre considerare che vi è una differenza notevole fra i corsi d'acqua delle due zone: quelli della parte montuosa hanno portate piccole e pendenze fortissime, cosicchè gli impianti difettano nella continuità di alimentazione, cioè a dire che l'acqua che utilizzano non è sempre disponibile, a meno che non vi si rimedii con opportune riserve artificiali.

Nelle Alpi sono rari questi esempi di grandi serbatoi; ve ne sono nella vallata della Sihl presso il lago di Zurigo e nei Vosgi in Alsazia; i piccoli stagni invece, sono più numerosi dove si raccoglie nella notte l'acqua, che deve poi servire per il giorno successivo; così in Bellinzona, in Davos, in Val de Travers ed in altri luoghi ancora.

Non così nella zona piana, dove, oltre che le pendenze dei corsi d'acqua sono più dolci e le portate notevoli, vi è anche il grande vantaggio dei laghi a monte dei medesimi, che servono di serbatoio regolatore naturale. Qui vi le condizioni sono quindi assai più favorevoli.

Negli ultimi anni gli impianti nella regione in esame si sono moltiplicati rapidamente, e l'esperienza acquistata è grandissima, per cui gli impianti sono andati sempre più perfezionandosi, e gli ultimi si possono dire ottimi nelle condizioni attuali della scienza. Anche l'importanza di tali impianti è considerevole; quello, per esempio, di Lyon sul Rodano è per 20 000 cavalli; per 16 000 quello di Rheinfelden sul Reno; e di cavalli 12 000 l'impianto di Chèvres sul Rodano presso Ginevra. Sono tutti e tre nella zona sottostante ai laghi.

Siccome gli impianti dal più al meno si rassomigliano, così premettiamo dei cenni generali su quelle disposizioni che sono comuni, dopo di che basteranno poche parole per far rilevare le particolarità delle singole installazioni.

###### II.

##### Condizioni tecniche per l'utilizzazione delle acque.

L'utilizzazione della forza che possono fornire i corsi d'acqua, si fa tanto sul sito, quanto a distanza; nella maggior parte degli impianti, specie nei più recenti, la si trasporta a distanza e quasi esclusivamente col mezzo dell'elettricità. Si hanno condutture fino a 40 e più chilometri. Le condutture principali sono in generale aeree, con tensioni da 4000 a 5000 volt e talune fino a 14 e 15 mila volt. Pochissimi invece sono gli impianti elettrici dove la forza non venga fornita dall'acqua, cosicchè gli impianti idroelettrici danno alla Svizzera un carattere tecnico tutto particolare. Essi vengono per lo più eseguiti da Comuni o da Società private, come anche da noi, e servono generalmente a fornire d'acqua potabile e di luce una città, o per l'industria.

La trasmissione della forza in altre forme, abbiamo detto che è rarissima; due esempi di trasmissione ad acqua compressa sono quelli di Ginevra e di Horgen. Un'altra forma di utilizzazione della forza dell'acqua è quella di approfittare

della sua gravità riempiendo con essa un veicolo, il quale discende sopra un piano inclinato e trascina in alto altri veicoli; di questo genere sono alcune ferrovie funicolari, a Zurigo quella per salire dalla città al Politecnico, a Gütsch in Lucerna, e da noi a Brunate presso Como.

Nelle costruzioni si impiega generalmente la muratura di pietrame, e nelle fondazioni il calcestruzzo quasi in modo esclusivo; perciò l'industria del calcestruzzo si è sviluppata e perfezionata assai.

Anche qui, come in Scandinavia, la stagione più propizia per i lavori nei fiumi è l'inverno, quando i corsi d'acqua sono in magra; per evitare le nocive conseguenze del gelo si usano varie precauzioni: il più sovente si aggiunge del sale al calcestruzzo. Per tubi e chiuse mobili si usa esclusivamente il ferro.

La diga di sbarramento si costruisce d'ordinario all'origine della caduta, nel punto superiore; perciò si possono costruire opportuni sfioratori in vicinanza, cosicchè non occorrono chiuse con stramazzo, come è generale l'uso in Scandinavia. La chiusa non è tanto alta, anzi è assai bassa, non avendo che l'altezza per ottenere la profondità d'acqua necessaria nel canale di carico; quindi non c'è bisogno di applicarvi una chiusa mobile: il che invece è indispensabile negli impianti della zona sottostante ai laghi, dove la maggior altezza della caduta viene appunto ottenuta dalla sopraelevazione dell'acqua con chiusa mobile, e, in causa della grandiosità degli impianti, queste opere danno luogo a costruzioni interessantissime.

L'ubicazione dell'edificio delle macchine non è dappertutto uguale; fra la chiusa di sbarramento ed il punto di restituzione delle acque si trova, secondo il luogo, una grande varietà di disposizioni.

Il canale di derivazione si fa tanto a pelo libero, aperto o sotterraneo, quanto in conduttura forzata. Le condutture a pelo libero, sotterranee, hanno una grande estensione e importanza, specie in montagna, dove i cunicoli presentano maggiore garanzia. Quando i canali non sono troppo grandi, da 4 a 6 metri, vengono rivestiti nel fondo e nelle pareti con calcestruzzo. Uno dei canali più grandi è quello di adduzione di Rheinfelden, che ha una larghezza di 50 metri e una lunghezza di un chilometro circa. La sua portata massima è di 540 mc. per minuto secondo.

Le dimensioni delle tubolature non sono così grandiose come quelle che abbiamo visto in Scandinavia; il diametro non supera l'ordinario i 2,50 metri; questo diametro è quello di Neuhausen, ed è forse il maggiore. La velocità massima dell'acqua in queste tubolature è di 2,3 metri per minuto secondo.

Di un'attenzione tutta particolare sono oggetto le varie disposizioni che corrodano i canali di derivazione e di carico, allo scopo di assicurare la continuità dell'impianto una volta in azione. Innanzi tutto si provvede all'incile perchè non s'introducano nel canale galleggianti, pezzi di ghiaccio e materie trascinate dalle acque, il che si ottiene con delle griglie grossolane; queste si collocano talvolta anche in qualche altro punto intermedio del canale, sempre poi là dove dalla vasca di carico l'acqua s'immette nella tubolatura di carico, poichè nell'intervallo possono introdursi altri corpi estranei, specie se il canale ha una certa lunghezza.

Le griglie all'immissione nei tubi si fanno assai più fine che non all'origine, avvicinando le bacchette.

Lo sfioratore si eseguisce all'origine, ed anche nella vasca di carico o vicino ad essa, per evitare che nei tubi e nelle turbine si producano delle pressioni straordinarie, ed anche per smaltire le acque, quando per necessità di servizio occorre diminuire la quantità che entra nei tubi, o escluderla per intero.

La lunghezza delle soglie degli sfioratori deve essere, per quanto è possibile, estesa, affinché il pelo d'acqua nel canale non si elevi facilmente e le variazioni riescano poco sensibili. La cosa è facile negli impianti a bassa pressione; non così invece in quelli ad alta pressione, specie se la tubolatura è lunga; quivi, se le turbine vengono chiuse tutte od anche solo parzialmente, ha luogo un aumento di pressione nella tubolatura, pericoloso tanto per la tubazione, quanto per le stesse macchine. Vi si cerca di rimediare con regolatori di pressione automatici a paratoia. Quando la tubolatura di carico è corta, allora non vi è pericolo alcuno, o per lo meno è assai minore, poichè la vasca di calma non si trova tanto lontana e la pressione non può crescere in modo pericoloso.

Le disposizioni di chiusura all'incile ed altrove, dove occorrono, si fanno in modo da aprirsi a tutte le altezze, sia sul

fondo, sia al livello del pelo d'acqua ed anche nei vari punti intermediari; oltre che ciò riesce assai comodo, serve anche a tener lontano i corpi estranei. Pei depositi che scorrono sul fondo, si dispongono dei pozzetti di raccolta dove essi vanno a finire e da dove s'allontanano con opportune bocche di scarico o altrimenti.

Le macchine idrauliche più comuni nella Svizzera, anzi quelle di uso quasi esclusivo, sono le turbine; le ruote d'acqua si possono dire non conosciute. La disposizione adottata varia secondo che l'impianto è a bassa o ad alta pressione.

Nel primo caso l'acqua della vasca di calma penetra a pelo libero in ciascuna camera, dove trovasi la turbina, che sono costruite in calcestruzzo e formano il basamento dell'edificio motori; in ciascuna di esse si trova una turbina coll'asse verticale. Ad onta della piccola pressione, si cerca d'ordinario di avere una forza notevole; perciò bisogna introdurre una grande quantità d'acqua al minuto secondo. Così, per esempio, nell'impianto di Chèvres presso Ginevra, con una caduta di m. 4,50 a 8,50, si produce una forza di 800 a 1200 cavalli; però l'acqua necessaria che attraversa la turbina è di 18 mc. per minuto secondo. Si comprende che in tali casi anche le costruzioni diventano complicate e difficili.

Negli impianti ad alta pressione le disposizioni nell'edificio motori sono assai più semplici, ed è naturale: la quantità di acqua è già molto minore; al massimo, negli impianti che esamineremo più innanzi, è di 8 a 9 mc. per minuto secondo. Essa, dal bacino di ripartizione, si introduce mediante tubi speciali in ciascuna turbina; queste hanno forme più piccole e meno complicate; d'ordinario si trovano sollevate nella loro camera, chiuse in uno speciale involucro, facilmente accessibile e coll'asse appoggiato orizzontalmente. Un'eccezione notevole sono le piccole turbine di 50 cavalli di Bellinzona, che ricevono una pressione di 550 metri. L'unità maggiore d'energia di queste turbine ad alta pressione può considerarsi quella degli impianti di Lend e Méran che hanno cadute utili di 90 m. rispettivamente di 66 m., e producono ciascuna 1200 cavalli.

Le variazioni di livello dell'acqua costituiscono un inconveniente negli impianti a bassa pressione, poichè possono avvenire dentro limiti considerevoli; non così invece in quelli ad alta pressione. La differenza di livello fra il pelo superiore e l'inferiore nelle epoche di piena diminuisce assai; è vero che in compenso cresce la quantità d'acqua disponibile, ma però la massima produzione corrisponde alla portata media; per evitare o diminuire le conseguenze di tale inconveniente si fa in modo di utilizzare tutta la caduta possibile fino al pelo inferiore, e perciò le turbine preferite sono le Jonval o Francis con aspirazione.

Negli impianti ad alta pressione la caduta è così grande che le variazioni di livello sono quasi insensibili; per la qual cosa le turbine si trovano d'ordinario al disopra del pelo inferiore, e così si fa uso di turbine Girard, i cui vantaggi sono ben noti, e il più sovente di ruote del genere Pelton.

I regolatori richiedono un'attenzione tutta particolare, e le officine fanno a gara a fornire i migliori sistemi. Si preferiscono quelli automatici, specie negli impianti idro-elettrici. Il movimento viene effettuato o col mezzo dell'elettricità, od anche idraulicamente. In ogni caso è necessaria una disposizione che regoli l'accesso dell'acqua alla turbina; siccome però si richiede d'ordinario una forza considerevole per azionarla, che non possono di solito fornire la maggior parte dei regolatori centrifughi, così questi comunicano il movimento dapprima a un servo-motore, il quale a sua volta fornisce la forza occorrente.

La tendenza a usare delle turbine di grande potenza per gli impianti a bassa pressione, obbliga a costruirle con pesi enormi e ad assegnare disposizioni grandiose all'installazione. La difficoltà viene ancora accresciuta, negli impianti per energia elettrica, dalla necessità di ottenere un numero di giri considerevole; il che, in causa della piccola caduta e della grande quantità d'acqua, si può solo raggiungere assegnando alle turbine un piccolo diametro e facendole molto alte. Ora, più il peso è grande, maggiori sono le difficoltà per metterle a posto sugli appoggi, tanto che in alcuni casi si sono adottate disposizioni per alleviare il peso. Così, per es., a Rheinfelden la parte mobile, compresa la dinamo, pesa 70 tonnellate.

La diminuzione di peso si è fatta alla Goule (nel Giura) idraulicamente, e in Neuhausen mediante magneti.

Tutte queste difficoltà invece, non esistono negli impianti ad alta pressione; quivi si può ottenere facilmente un numero di giri molto grande: il numero maggiore ottenutosi nella Svizzera negli impianti esistenti è di 300 e di 400 giri per minuto; per eccezione le turbine di Bellinzona fanno fino a 1000 giri al minuto.

Le dinamo nelle turbine a bassa pressione si trovano ordinariamente al disopra e sono collegate con esse in modo ri-

gido; la turbina al disotto del pavimento, la dinamo al disopra: per ottenere una grande velocità di rivoluzione nelle dinamo. non basta che le turbine facciano un gran numero di giri, bisogna pure che le ruote delle dinamo abbiano un diametro proporzionalmente grande, il che richiede un'area vasta anche nell'edificio. E vero che in cambio si ha il vantaggio che la dinamo si trova direttamente sull'albero della turbina senza che vi siano organi intermediari, vantaggio al quale raramente si rinuncia.

Nelle turbine ad alta pressione ad asse orizzontale la dinamo è calettata sullo stesso albero di rotazione della turbina. D'ordinario, per cautelare la dinamo dagli urti, si interpone un manicotto elastico (sistema Raffard) consistente in due dischi paralleli, dei quali l'uno mette in movimento l'altro, mediante forti nodi di caoutchouc.

III.

Cenni su alcuni impianti esistenti.

A

IMPIANTI A BASSA PRESSIONE.

Non daremo che alcune notizie sugli impianti principali senza arrestarci su quelli minori e cominceremo dagli impianti a bassa pressione. Fra questi abbiamo:

1) *L'impianto della città di Zurigo in Letten* sulla Linmat, sottocorrente al lago; in origine (1892) non serviva che ad elevare l'acqua potabile per l'alimentazione della città ad un serbatoio di distribuzione; più tardi si utilizzò anche a fornire energia elettrica: produce da 600 a 1200 cavalli. La caduta utilizzabile varia da 1,50 a 3 metri; però per la trasformazione in energia elettrica si aggiunsero 2 turbine ad alta pressione ed asse orizzontale, le quali lavorano ad una pressione di 150 m. ottenuta coll'elevare l'acqua ad esse necessaria, all'altezza di 150 metri, col mezzo delle altre turbine, in dati momenti.

2) *L'impianto idro-elettrico di Rathausen* sulla Reuss presso Lucerna, a 5 km. a valle del lago, costruito nel 1896; 5 turbine di una produzione complessiva da 1200 a 1500 cavalli-vapore, che vengono trasformati in energia elettrica e trasportati a Lucerna e in altri luoghi. Caduta utile da 4,12 a 4,82 m. Le macchine d'ordinario ricevono l'acqua senza bisogno di rialzarne il pelo con traversa di sbarramento od altra chiusa.

3) *L'impianto idro-elettrico di Zufikon-Bremgarten*, pure sulla Reuss, a 40 km. sottocorrente al precedente e a 15 km. circa da Zurigo in linea retta. Il fiume descrive in questo punto un ferro da cavallo; l'incile, la derivazione e l'edificio motori si trovano sulla corda di questo ferro da cavallo; con ciò si è guadagnato una caduta utile di 5,15 a 5,33 m.; la chiusa dell'incile è mobile e non funziona che nella magra. Le turbine sono 4 e la totalità della forza prodotta 1300 cavalli-vapore, di cui 500 vengono trasportati a Zurigo fin dal 1894 per forza motrice e illuminazione dell'officina Escher, Wyss e C. a cui appartiene l'impianto. Il rimanente viene distribuito, per 350 cavalli in Zurigo, il resto nelle vicinanze di Zufikon-Bremgarten. La derivazione è un cunicolo lungo m. 350 e con la sezione libera di mq. 13,62. Vi passano 25 mc. per minuto secondo con una velocità di m. 1,85 al secondo. Nelle piene il cunicolo lavora sotto pressione. La pendenza è di 1,2 0/100.

4) *L'impianto La Colouvrenière di Ginevra* venne messo in esercizio fin dal 1888 e descritto in una serie di pubblicazioni, perciò è abbastanza noto; non daremo quindi che pochi cenni. A tutto rigore è un trasformatore; poichè con una caduta variabile da m. 1,7 a 3,7, 18 turbine a bassa pressione producono una forza complessiva di 3800 cavalli, la quale serve per azionare una stazione grandiosa di trombe idrauliche nell'edificio motori; queste, alla loro volta, aspirano mediante un tubo di ferro del diametro di m. 1,20 acqua dal lago e la elevano in due serbatoi situati, l'uno a 60 m., l'altro a m. 140, sul livello del lago. Da questi partono i tubi di distribuzione per la città e dintorni, e si hanno così due reti, l'una ad alta pressione e l'altra a bassa pressione, le quali forniscono l'acqua potabile per la popolazione, e la forza idraulica per la piccola industria, che viene utilizzata nelle case e nelle piccole officine, nei laboratori e simili col mezzo di turbine ad alta pressione, semplicissime e comode. Nello stesso edificio motori, La Colouvrenière, vi sono due grosse turbine di 225 cavalli ciascuna, che lavorano pure sotto la pressione dell'acqua proveniente dai serbatoi e la loro forza viene trasformata, con delle dinamo, in elettricità per la trazione delle tramvie della città.

Il Rodano si divide qui in due bracci per un breve tratto: il sinistro è stato trasformato in un canale di m. 40, la cui lunghezza è di 600 m. ed all'estremità del quale trovasi appunto l'edificio motori; l'altro è munito di una chiusa mobile lunga m. 45,4, di grande interesse tecnico e assai nota, che si manovra da un ponte e serve a regolare il pelo d'acqua del lago.

La forza che il Municipio vende in città per la piccola industria, si paga 400 lire per anno e per cavallo-vapore; per 100 cavalli il prezzo viene ridotto a lire 140 per anno e per cavallo.

5) *L'impianto idro-elettrico di Wynau* è di recente costruzione, essendo stato aperto all'esercizio nel 1896. Si trova nelle vicinanze della stazione ferroviaria di Langenthal a 20 km. circa da Olten, ed utilizza le acque dell'Aare.

Produce 3000 cavalli che, trasformati in energia elettrica, vengono trasportati nelle vicinanze alla tensione di 8000 volt. Appartiene alla Ditta Siemens e Halske di Berlino. La portata del fiume in questo punto è di 83 mc. s in magra e di 1800 mc. s nelle massime piene; la derivazione prende 75 mc. per m. s; gli altri 8 mc. sono riserbati a un passaggio di pesci (fig. 89)

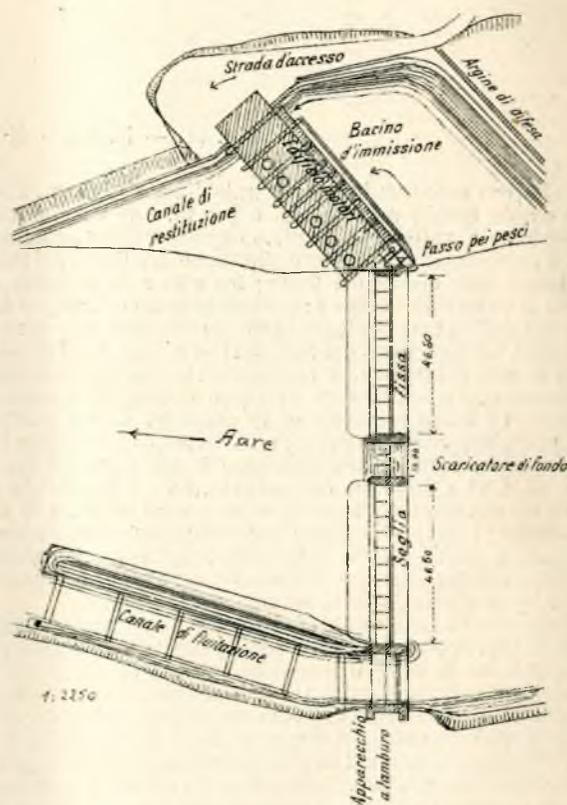


Fig. 89. — Impianto di Wynau. — Planimetria.

La caduta è di m. 4 in magra e allora si hanno i 3000 cavalli; nelle grandi piene discende a 3 m., ma la forza si mantiene, perchè è maggiore la quantità d'acqua. Fu ottenuta in parte colla costruzione di una soglia fissa (figure 89 e 90) at

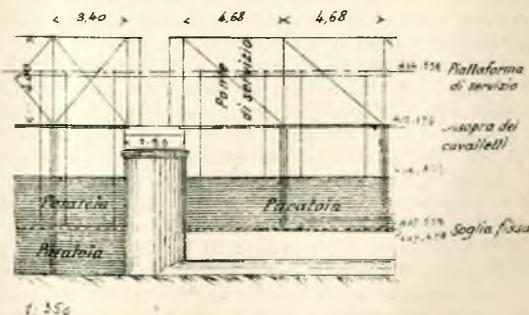


Fig. 90. — Impianto di Wynau. — Prospetto a monte della soglia.

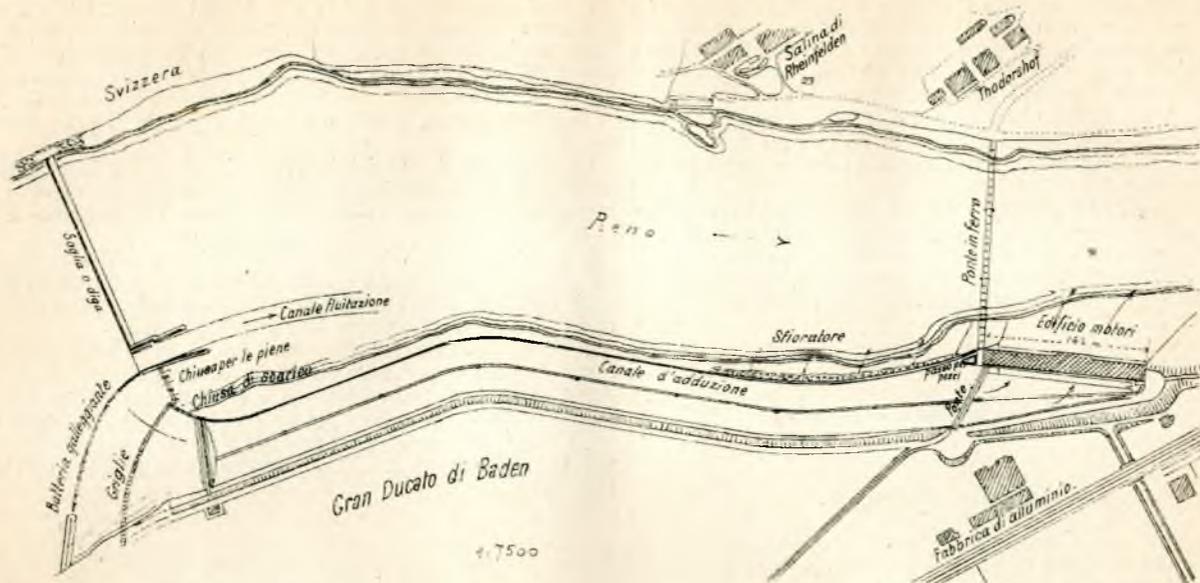


Fig. 91. — Impianto di Rheinfelden. — Planimetria.

traverso l'alveo sopra un banco naturale di roccia, per m. 2,30 con una chiusa mobile sovrapposta e per m. 0,40 coll'escavazione del letto a valle della soglia. In questo modo l'impianto non ha avuto bisogno di canale d'adduzione. L'edificio dei motori si trova sulla destra del fiume; fra esso e la traversa è praticato il passaggio dei pesci; sulla sinistra un canale per la fluitazione; questo fu collocato dal lato opposto dell'edificio motori affinché, nel passaggio dei legnami che si fluitano, l'abbassamento di pelo nel fiume non influisse sul bacino d'immissione nelle macchine. Lo scaricatore di fondo è situato nel mezzo della soglia ed ha la larghezza di 10 metri fra le due pile su cui appoggia il ponte di servizio; esso divide così la soglia in due parti di m. 46,60 di luce ciascuna; le pile hanno la grossezza di m. 2,80 e sono in calcestruzzo. La chiusa mobile è separata da cavalletti di ferro in tanti quadri di m. 4,68 di luce ciascuno; i cavalletti sono rilegati superiormente da una intelaiatura e quindi affatto indipendenti dal ponte. I quadri si chiudono con saracinesche di ferro di m. 4,60 di larghezza per m. 2,36 di altezza, che si manovrano dal ponte.

Il canale per la fluitazione viene chiuso da un apparecchio a tamburo (fig. 89), assai interessante, perché ha una luce di 15 m. che lo rende forse il maggiore esistente.

L'edificio motori contiene 5 turbine di 750 cavalli ciascuna e due minori di 120 cavalli che servono da eccitatrici. Le camere delle turbine maggiori hanno 6 metri di larghezza e i pilastri di separazione m. 1,30 e possono chiudersi con opportune saracinesche di ferro. Noto è il rotismo fra la turbina e la dinamo, con denti di legno destinati a produrre sull'albero orizzontale della dinamo 150 giri al minuto.

Un secondo impianto si sta ora costruendo superiormente a quello descritto; in esso, mediante un canale di 8 km., si ottiene una caduta sufficiente per produrre 9000 cavalli-vapore.

6) *L'impianto idro-elettrico di Rheinfelden.* — Il Reno dalla confluenza dell'Aare fino a Basilea, per una lunghezza di 60 km. circa, ha una differenza di livello di 65 m. e presenta in vari punti delle rapide, cosicché è favorevole alla creazione d'impianti di forza motrice.

La sua portata minima di magra è di 290 mc. s. e la massima di piena 3700 mc. Infatti si sono fatti progetti per diversi impianti di una complessiva forza di 40000 cavalli. Ad altri si pensa ancora, ed uno per 16000 cavalli è stato già costruito nel 1898 a Rheinfelden (a km. 1,5 circa sopra corrente al ponte qui esistente) a 20 km. a monte di Basilea. Da questo impianto si derivano 240 mc. dovendosene lasciar 50 in servizio della fluitazione.

Le disposizioni speciali si rilevano facilmente dalla fig. 91 che rappresenta una pianta della località; siccome nel tratto dalla chiusa superiore all'edificio motori, che è di 1 km., il fiume ha varie rapide, così non è stato necessario di sollevare di molto il pelo d'acqua, bastando riunire i due punti, e all'uopo una semplice soglia attraverso il fiume, in calcestruzzo

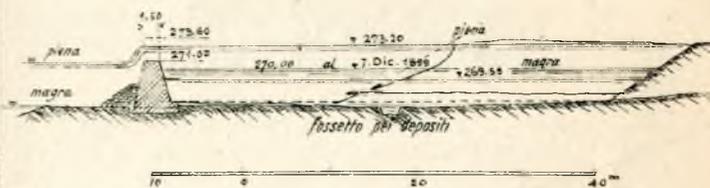


Fig. 92. — Impianto di Rheinfelden. Sezione trasversale del canale di adduzione.

e della sezione indicata dalla fig. 92 fu sufficiente; essa solleva l'acqua di m. 0,60 portandola alla quota di m. 269,76; questa arriva all'entrata delle turbine alla quota di m. 269,46 e vi esce a m. 264,60 con una caduta utile, in magra di m. 4,86, che si mantiene anche a portata media (m. 4,80). Nelle piene discende a m. 2,81.

All'incile scorgesi ancora (fig. 91): un passaggio per la fluitazione; poi tre chiuse successive per le grandi fiumane; finalmente una chiusa per scaricare, quando si vuol mettere all'asciutto il canale; una fila di griglie che dalla sponda vanno alla prima pila delle chiuse per le fiumane e una batteria galleggiante non costruita ancora, ma prevista per l'avvenire. La sezione del canale (fig. 92) ha 50 m. di luce, una scarpata rivestita di muratura dal lato di destra e un muro di sostegno verso il fiume. Uno sfioratore di 250 m. di lunghezza precede l'edificio dei motori, e fra esso e questo vi è un passaggio per i pesci. Nel mezzo del canale è praticato un leggero fossetto per i depositi. Nell'immediata vicinanza dell'edificio vi è un ponte di servizio sostenuto da cavalletti di ferro distanti l'uno dall'altro di m. 3,50; una tela metallica contro di essi trattiene i pesci impedendo che vadino a perire nelle turbine.

L'edificio motori è rappresentato in pianta dalla fig. 93. La luce libera dell'edificio è di m. 162. Le turbine sono in numero di 20 di 240 cavalli ciascuna. La forza che si produce è di 16000 cavalli, il di più serve per eccitare le dinamo. Le camere delle turbine hanno m. 5,50 da pilastro a pilastro; questi sono grossi m. 1,25 ciascuno; le camere possono chiudersi dalla parte delle piene, e una griglia su tutta la lunghezza dell'edificio impedisce l'entrata ai corpi estranei. Le turbine sono a due a due sovrapposte, cosicché l'altezza dell'albero è considerevole, 15 m. circa, e ciò allo scopo di avere un piccolo diametro e un numero di giri tanto più maggiore. Sull'albero e al disopra del pavimento trovansi le dinamo con un diametro di m. 6.

Delle chiusure di difesa in ferro dal lato a valle sono appoggiate in ogni seconda camera, esse possono aprirsi quando

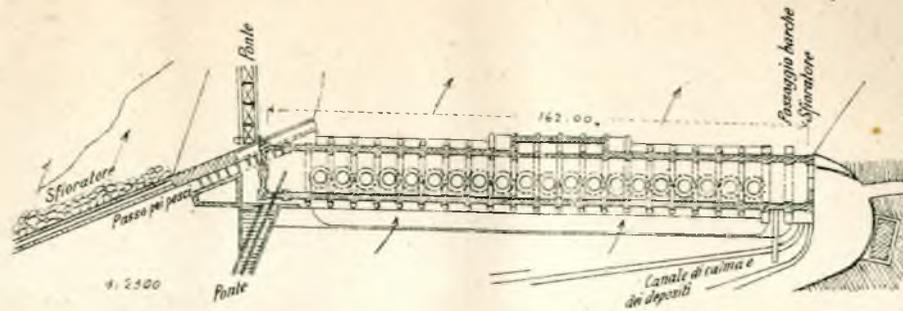


Fig. 93. — Impianto di Rheinfelden. — Pianta dell'edificio dei motori.

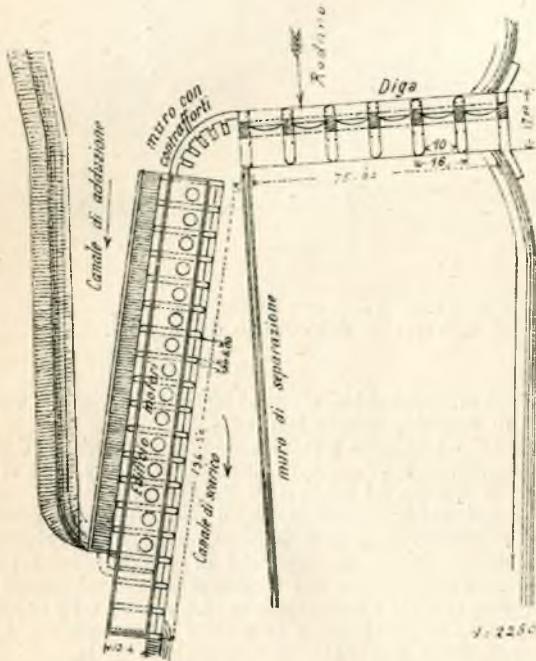


Fig. 94. — Impianto di Chèvres. — Planimetria.

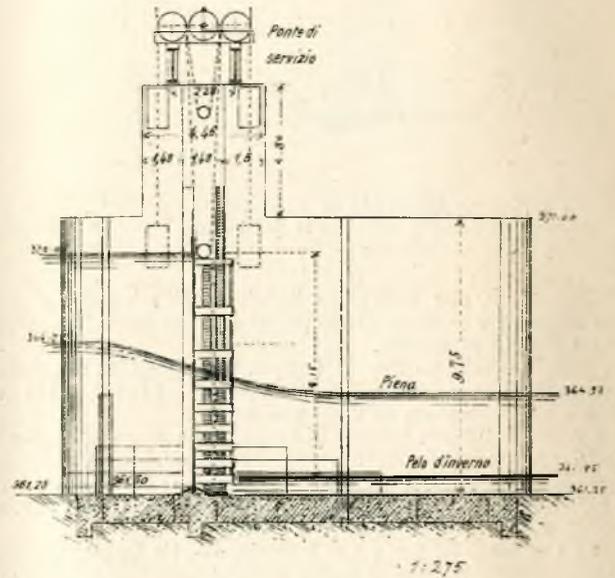


Fig. 95. — Impianto di Chèvres. — Sezione della diga.

il bisogno lo richiede, cosicchè nelle piene, le acque si smaltiscono senza pericolo attraverso le camere sopra le turbine. Le altre camere sono chiuse con una parete massiccia di calcstruzzo.

La maggior parte dell'energia prodotta viene utilizzata sopra luogo per industrie elettro-chimiche, fra le altre dalla fabbrica di alluminio in Neuhausen. La rimanente viene trasportata nei dintorni ad uso forza motrice e per illuminazione. Prevedendosi un maggior bisogno di energia, si è già progettato un secondo impianto, affatto simile, e in continuazione di quello esistente. Si costruirebbe un nuovo canale di km. 1,50 a partire dall'edificio motori, e si otterrebbe una caduta di metri 3.

7) *Impianto idro-elettrico di Chèvres presso Ginevra.* — Appartiene alla città e si trova sul Rodano, a circa 6 km. a valle del lago di Ginevra. La portata disponibile è di 120 mc. per minuto secondo nelle magre (in inverno) e di 900 mc. nelle piene estive; la prima si utilizza completamente; della seconda solo da 280 a 300 mc. La caduta disponibile è di m. 8,50 in magra e di m. 4,50 in estate; la forza effettiva normale è di 12000 cavalli, la quale solo nelle magre assolute non viene raggiunta.

L'installazione è semplice, come si vede dalla figura 94; consiste solamente in una diga attraverso l'alveo del Rodano e nell'edificio motori; manca affatto un canale speciale di adduzione, quello che ne fa le veci è un breve canale di carico laterale, che è piuttosto il bacino di calma. La parte più interessante è la diga (fig. 94 e 95) (1) lunga 80 metri circa e per-

pendicolare all'asse del fiume; consta di 6 luci di 10 m. ciascuna, separate da pile di 3 m. di spessore, e di 17 m. di lunghezza; l'altezza massima di esse sul fondo dell'alveo è di m. 14,55. Le luci sono chiuse da paratoie di un solo pezzo per ciascuna, in ferro, alte m. 8,50 e larghe m. 11,5. Nella magra si tengono chiuse, e allora il pelo d'acqua arriva al margine superiore (m. 370). L'apertura delle luci si fa alzando e calando le paratoie, le quali sono pesantissime per essere tutte di un pezzo; nei gargami delle pile sono delle guide fisse, alle quali corrispondono delle guide mobili colla paratoia; fra le due guide vi è un sistema di rotelle che aiuta la paratoia nella sua posizione verticale (fig. 96); in questo modo, sotto la pressione dell'acqua, che è di 360 tonnellate per ogni paratoia, nel movimento questa non trova che la resistenza dell'attrito rotante. Il peso poi della paratoia (50 tonnellate) viene equilibrato a mezzo di contrappesi e doppie funi di 33 mm. di diametro, che afferrano la paratoia in due punti e si avvolgono sopra rotelle corrispondenti fissate sul ponte. Finalmente anche il sistema di rotelle a carrello di scorrimento è equilibrato mediante sospensione, come si scorge pure dalla fig. 96, in modo che esso percorre metà cammino come la paratoia. Perciò, ad onta della grandiosità di queste paratoie, forse le più grandi esistenti, bastano due uomini per aprirle e chiuderle, col mezzo di arganelli. L'impermeabilità nel gargame si ottiene col mezzo di una rotella di caoutchouc.

Nell'edificio motori vi sono 15 turbine verticali di 800 a 1200 cav., che consumano da 9 a 18 mc. d'acqua per minuto secondo; sono turbine doppie (fig. 97) che, anche con una piccola caduta, fanno un buon numero di giri (80 al minuto). La dinamo è situata sull'albero della turbina al disopra del pavimento ed ha un diametro di m. 4,50, ed è notevole per avere la parte girevole all'esterno. La chiusura delle camere dal lato

(1) Una descrizione particolareggiata della diga e delle camere delle turbine il lettore la troverà nella *Schweizerische Bauzeitung*, 1890, vol. 35, pag. 100.

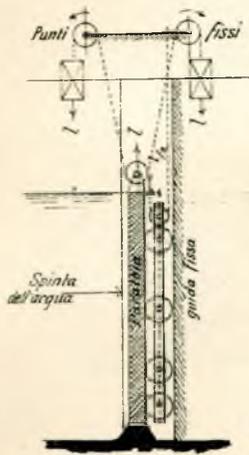


Fig. 96. — Impianto di Chèvres.  
Sistema di scorrimento delle paratoie.

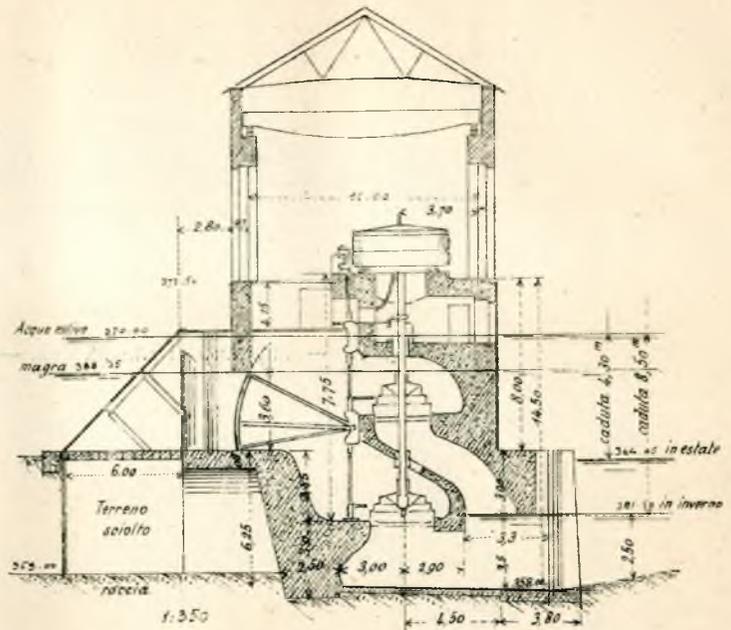


Fig. 97. — Impianto di Chèvres.  
Sezione trasversale dell'edificio dei motori.

dell'acqua si fa con paratoie cilindriche. All'estremità si trovano varie altre camere, alcune per le turbine eccitatrici, altre per un canale di spurgo.

A valle dell'edificio motori l'acqua viene guidata nel fiume da un muro di separazione in calcestruzzo (fig. 94), lungo 130 m., alto 4 e dello spessore di 2 m. alla base.

La città di Ginevra intende di costruire un secondo impianto affatto analogo a quello descritto, sottocorrente a Chèvres presso il confine francese, pure sul Rodano; la caduta è di m. 11,2 e la forza motrice che si otterrebbe è di 13 440 cav. la minima, e può crescere fino a 24 000 cav.

8) *Impianto di Lyon sul Rodano.* — Un impianto idro-elettrico affatto analogo a quello descritto trovasi sul Rodano presso Lyon. La caduta è di 10 a 12 m.; la forza motrice ottenuta di 20 000 cav., mediante 16 turbine verticali di 1250 cav. ciascuna. Altre 3 servono come eccitatrici. Ognuna di esse porta una dinamo. La forza viene trasformata in energia elettrica ed utilizzata per illuminazione e per l'industria.

## B

### IMPIANTI AD ALTA PRESSIONE.

1) *L'impianto di Horgen* a 13 km. circa da Zurigo, lungo la sponda sinistra del lago è originale. Consiste in un lago artificiale all'altezza di m. 110 dall'abitato, ottenuto mediante una diga di sbarramento in terra, e alimentato da sorgenti; le acque immettono in una rete di tubi che si distribuiscono nelle case dove è richiesta la forza motrice; una turbina all'estremità di ciascun tubo vien messa in moto alla pressione variabile da 90 a 124 metri, secondo i punti, e produce da 2 a 40 cav., secondo le grandezze.

La Società concessionaria vende la forza a 500 lire per cavallo e per anno, utilizzabile notte e giorno. Le turbine di 11 a 12 cav. costano 830 lire compreso il regolatore, ma escluse le spese di montatura. L'impianto sussiste dal 1884 e fornisce parecchie centinaia di cavalli-vapore.

2) *Impianto di Etzel a Enthal.* — Si è progettato un altro impianto lungo la Sihl, sul monte Etzel presso Enthal, che per la sua grandiosità merita di essere accennato. Il progetto trovavasi all'Esposizione Universale di Parigi del 1900; si tratta di creare un lago artificiale della capacità di 85 milioni di metri cubi e con uno specchio d'acqua di 11 kmq., all'altitudine di 890 m. Con esso si sistemerebbe la Sihl, regolarizzandone il regime, perché ora le piene sono di 300 volte maggiori delle portate di magra. L'acqua del lago si guiderebbe per mezzo di un cunicolo lungo 4500 m. circa, a Pfäffikon, vicinissimo al lago di Zurigo, dove si avrebbe una caduta

utile di 480 m. ottenendosi circa 55 000 cav. La Società Oerlikon intende di eseguire questo impianto.

Un secondo impianto affatto analogo, con lago artificiale e caduta simile, si è progettato, trattenendo l'Aa che si getta nel lago di Zurigo, ad oriente di Pfäffikon.

3) *Impianto idro-elettrico della Sihl.* — Non è necessario che noi entriamo in grandi particolari nella descrizione dei vari impianti, poiché in massima si rassomigliano tutti; ci limiteremo quindi, come già abbiamo detto, ad alcuni cenni ed alle disposizioni caratteristiche. Le fig. 98 e 99 rappresentano il profilo longitudinale e la pianta della località. La Sihl scorre con forte pendenza parallelamente al lago di Zurigo sulla sponda sinistra, e va a sfociare nella Limmat, che esce dal lago al nord della città. L'impianto si trova a circa tre miglia a sud di Zurigo ed è costituito da una derivazione ottenuta con una soglia (fig. 100) attraverso il fiume, e da un cunicolo di m. 2,48 di area, lungo 2200 m., che conduce l'acqua in un serbatoio artificiale ottenuto con la costruzione di una diga di terra (fig. 101 e 102) alta 15 m. Il cunicolo è interamente rivestito di muratura, e fu difficile a costruirsi, perché attraverso una morena. Ha una portata normale di mc. 1,80 per minuto secondo e massima di metri cubi 3, con una velocità massima di metri 1,21 per minuto secondo e con pendenza di 1 0/100. Costò 220 lire al metro lineare. Il serbatoio ha una capacità di 250 000 mc. di riserva per l'inverno. La scarpata della diga dal lato dell'acqua si è resa impermeabile bagnandola con latte di calce durante la costruzione fino a 3 metri di profondità. Il risultato è stato ottimo. Dal serbatoio si stacca una condotta forzata di ferro, con diametro di m. 1,40, nella quale 3 mc. d'acqua per minuto secondo corrono alla velocità di m. 2. Per 635 m. è quasi orizzontale: poi attraversa una collinetta ed è murato; in questo tratto un pozzo verticale d'aerazione stabilisce l'interruzione e permette di applicare un regolatore, cosicché gli inconvenienti che si possono verificare alla chiusura subitanea delle turbine, restano limitati all'ultimo tratto, che è di 157 m., dopo il quale si trova l'edificio motori. La caduta totale è di m. 77, e la forza prodotta di soli 1600 cav., che fino dal 1895 viene utilizzata nei dintorni e fino presso la città di Zurigo.

Si è progettata la costruzione di un secondo serbatoio della capacità di 7 milioni di mc., riunito col primo da un canale aperto lungo 1500 m.; e dal quale si stacca una condotta della lunghezza di m. 1500 circa; essa guida le acque ad un nuovo edificio motori da costruirsi in Kohlgrub, a cinque o sei km. circa a valle dell'attuale, ottenendosi così una caduta utile di 140 m. circa.

4) *Impianti idro-elettrici di Valde Travers presso Neuchâtel.* — La Reuse sfocia a circa un miglio e mezzo a sud-ovest da Neuchâtel, nel lago omonimo; non ha che una

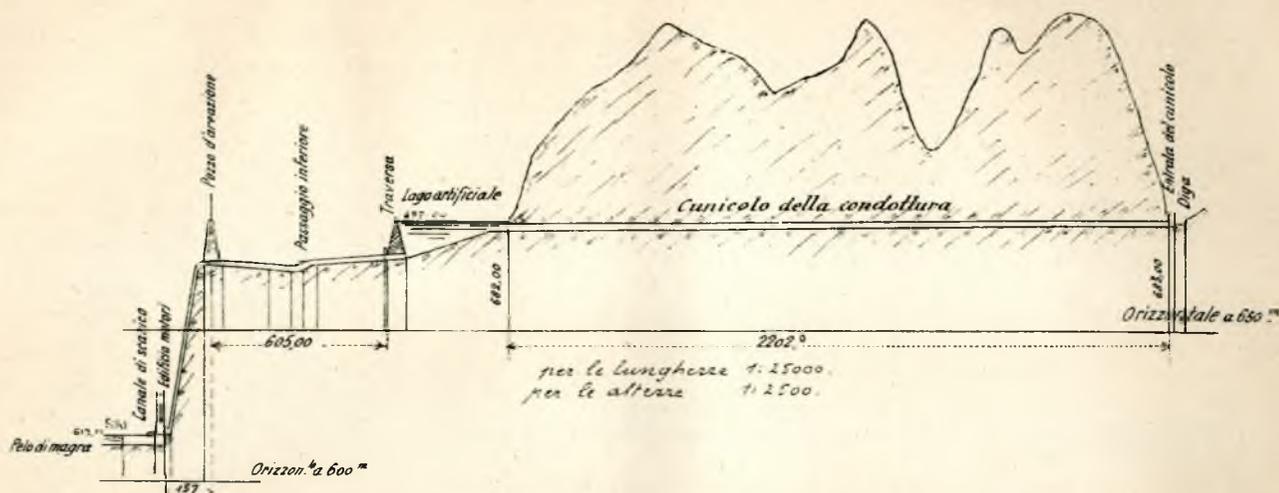


Fig. 98. — Impianto della Sihl. — Profilo longitudinale.

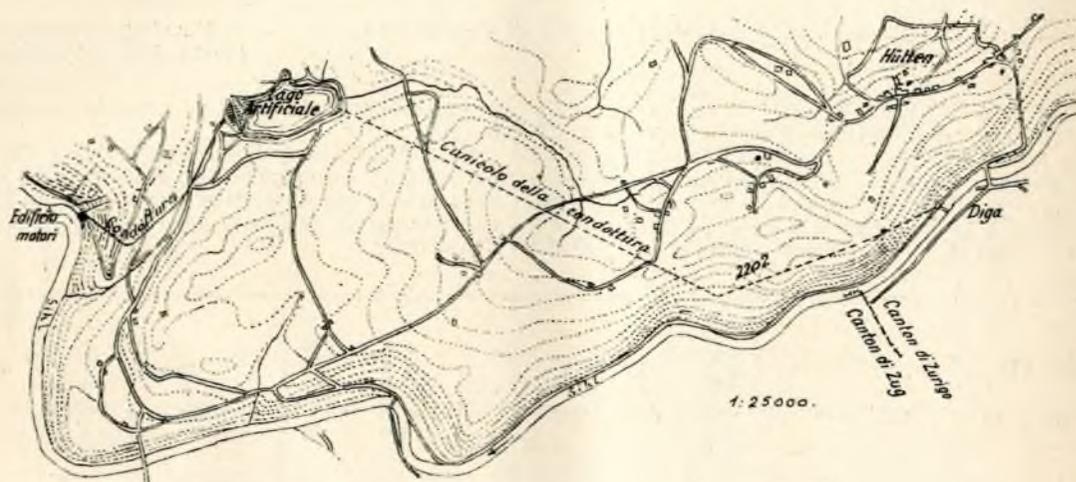


Fig. 99. — Impianto della Sihl. — Planimetria.

lunghezza di 40 km. e un bacino imbrifero di 350 kmq. A 10 km. sopracorrente della foce s'incontra il Val de Travers, che in tempi preistorici dovette essere un lago; all'estremità di esso vi è il paese di Noiraigue, e subito dopo una stretta di 6 km.

detta le Gorges de la Reuse. In questa tratta il fiume ha una caduta di 270 m., dei quali 230 m. vengono utilizzati da quattro impianti, i cui dati principali sono indicati nello specchio qui appresso.

N. d'ordine	Designazione degli impianti	Bacino imbrifero	Portata in magra	Lunghezza approssimativa del canale di adduzione	Pendenza del canale	Caduta utilizzabile	Utilizzazione della forza		
							kmq.	litri per min. sec.	m.
1	Plan de l'Eau . . . . .	260	2000	700	—	29	cav. a vap.	750	1 250
2	Champ du Moulin . . . . .	270	3500	1000	1:500	52 1/2	cav. a vap.	1400	2 400
3	Combe Garrot . . . . .	280	—	—	—	91	cav. a vap.	1600	3 600
4	Usine des Clées . . . . .	290	1150	1600	1:1000	56	cav. a vap.	1500	2 700
						230 circa		5250	9 950

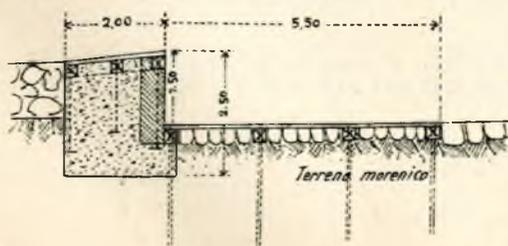


Fig. 100. — Impianto della Sihl. — Sezione della soglia.

I quattro impianti si seguono l'un l'altro così da vicino, che l'acqua di restituzione dell'uno viene subito raccolta dal canale di adduzione dell'altro, col semplice sussidio di una soglia o traversa fissa non troppo alta. Gli impianti 1, 3 e 4 sono stati costruiti di recente, il 2° invece data già dal 1887. Nel 1° e nel 3° si è applicato per trasporto dell'energia il sistema Thury, con uguale intensità di corrente e tensione diminuente gradatamente nella condotta principale, dove la tensione originaria dell'ultima è uguale alla somma delle tensioni dei generatori.

5) *Impianto idro-elettrico di Davos.* — Serve per l'illuminazione elettrica; fu costruito nel 1894; utilizza un torrentello che esce dal ghiacciaio Scaletta, e con una condotta di ferro di 700 mm. di diametro e 2000 m. di lunghezza si ot-



## PRIMA ESPOSIZIONE INTERNAZIONALE

## D'ARTE DECORATIVA MODERNA

da tenersi in Torino nel 1902

## III.

## Calcolo grafico

per la stabilità di una centina della Rotonda d'onore.

(Veggasi la Tavola XVII)

La Cupola, su pianta circolare, è sostenuta da cinque centine, aventi la corda di m. 29,30 e la monta di m. 13,60, disposte secondo le cinque diagonali di un decagono regolare. La loro forma reticolare, quale è schematicamente indicata dalla figura 1 della Tavola XVII, venne studiata dall'ingegnere Bonelli in modo da assecondare la superficie di intradosso e di estradosso della Cupola, quale risulta dalla sezione meridiana rappresentata nella fig. 3 della Tav. XIII. La preferenza data al legno per certe parti che, come la 19, la 14 e la 24, facendo l'ufficio di tiranti, avrebbero potuto anche farsi in ferro, fu determinata dalla maggiore comodità per raccomandare ad esse dimode ed altri tiranti di sostegno della superficie a vòlta sottostante.

Per lo studio della stabilità di queste centine si è supposto un carico totale di kg. 160 per metro quadrato di proiezione orizzontale, così risultante:

Sovraccarico per la neve . . . . .	kg.	60
Copertura di piombo o di vetro . . . . .	»	14
Peso proprio delle centine, traversoni per l'attacco degli arcarecci, arcarecci, listelli e tavolati per la superficie d'estradosso, listelli e soffittatura per la superficie d'intradosso, invetrate . . . . .	»	86
Totale . . . . .	kg.	160

Si suppose inoltre che la centina si trovasse nella condizione più sfavorevole, cioè che essa avesse un solo appoggio (quello B di destra) fisso, e quello diametralmente opposto A fosse scorrevole, e che dalla parte dell'appoggio

fisso la copertura fosse investita dal vento con pressione di kg. 50 per mq. e con inclinazione di 10° sull'orizzontale, che è pure il caso più sfavorevole.

Proporzionalmente alla superficie orizzontale del settore compreso fra due centine contigue (vedi figura 1 della Tavola XIII) ed alle zone rispettive si calcolarono i pesi da applicarsi ai diversi nodi, tanto per la parte che si riferisce al carico quanto per quella dovuta all'azione del vento.

Nell'intento poi di rendere non troppo rilevante lo sforzo e quindi la sezione del tirante orizzontale n. 19, si è pensato di collegare i dieci nodi, come *a* e *b*, con un anello orizzontale in ferro, della forma di un poligono di dieci lati, il quale, oltre ad opporsi all'allargamento delle centine, ha pure l'ufficio di collegare le diverse centine fra di loro in prossimità dei loro appoggi. La reazione prodotta da questo anello trovata rappresentata, sul diagramma, dalle forze uguali e contrarie 1 e 9, le quali sono la risultante, secondo il raggio delle tensioni dei due lati contigui della cerchiatura poligonale. La sezione trasversale di questa, essendo stata assunta circolare, con diametro di 30 mm., può offrire con sufficiente grado di stabilità una resistenza alla trazione di kg. 7100, per cui si è fatto assegnamento sopra della risultante secondo il raggio delle due tensioni anzidette, la quale risultante è di 4500 kg.

Per tal modo si tracciò (fig. 3, Tav. XVII) il poligono delle forze 0 1 2 3 . . . . . 10, il cui lato di chiusura (0,10) rappresenta la risultante  $R_t$  in intensità e direzione.

La posizione di questa risultante  $R_t$  per rispetto alla centina si ottiene, come è noto (fig. 1, Tav. XVII), conducendo una parallela alla (0,10) per il punto d'incontro della risultante  $R_v$  dei carichi verticali colla risultante  $R_h$  delle azioni del vento applicate ai nodi *e*, *f*, *g*, *b* e *B*. La determinazione grafica di quest'ultima risultante  $R_h$  appare dal poligono delle forze tracciato colla figura 2 e dal poligono funicolare disegnato sulla figura 1.

Rimangono a trovarsi le reazioni degli appoggi  $R_1$  e  $R_2$ . In quanto alla prima, essendo l'appoggio A scorrevole, essa è evidentemente verticale; per cui, scelto ad arbitrio un polo P, condotta la verticale per O, i due raggi polari P O e P, 10 e le parallele rispettive B M e M N nel poligono

Indicazione della membratura	Sforzo al quale è soggetta		Lunghezza della membratura in metri	Sezione in millimetri	
	Tensione	Compressione			
n° 8	—	kg. 60	m. 6,80	100 × 260	in legno
» 9	—	» 11500	» 4,40	100 × 230	»
» 10	kg. 5000	—	» 3,80	100 × 240	»
» 11	—	» 13600	» 5,40	100 × 285	»
» 12	—	» 2000	» 3,00	150 × 100 × n° 2	»
» 13	» 5200	—	» 6,10	110 × 295	»
» 14	» 5800	—	» 5,25	diam. 25	in ferro
» 15	—	» 17000	» 5,40	100 × 315	in legno
» 16	» 600	—	» 2,20	150 × 100 × n° 2	»
» 17	—	» 15400	» 7,00	100 × 260	»
» 18	» 5600	—	» 7,40	120 × 295	»
» 19	» 5600	—	» 12,00	diam. 25	in ferro
» 20	» 12500	—	» 7,40	120 × 295	in legno
» 21	—	» 21100	» 7,00	100 × 260	»
» 22	» 1800	—	» 2,20	150 × 100 × n° 2	»
» 23	—	» 22100	» 5,40	100 × 315	»
» 24	» 3300	—	» 5,25	diam. 25	in ferro
» 25	» 14700	—	» 6,10	110 × 295	in legno
» 26	» 60	—	» 3,00	150 × 100 × n° 2	»
» 27	—	» 24700	» 5,40	100 × 285	»
» 28	» 7800	—	» 3,80	100 × 240	»
» 29	—	» 17000	» 4,40	100 × 230	»
» 30	» 8000	—	» 6,80	100 × 260	»

funicolare, dal lato NB di chiusura di questo e dal raggio polare ad esso parallelo PQ riescono determinate in OQ la intensità di  $R_1$  ed in (Q, 10) la direzione e l'intensità di  $R_2$ .

Determinate così tutte le forze esterne sollecitanti la centina, riesci facile ottenere per mezzo del diagramma reciproco (figura 3) gli sforzi sollecitanti ciascun lato del sistema reticolare, ed in base a questi sforzi si determinarono le sezioni dei vari pezzi componenti l'armatura, facendo lavorare il legno a sforzi non superiori a kg. 90 per cmq., ed il ferro a sforzi non superiori a 10 kg. per mmq.

Nel quadro che precede, gentilmente comunicatoci dall'ingegnere cav. Bonelli, direttore dei lavori, sono registrati gli sforzi in chilogrammi di ogni pezzo della centina, quali risultarono dalla costruzione grafica suaccennata, con le relative dimensioni, avvertendo che per molti pezzi le dimensioni adottate sono maggiori del necessario, e ciò per considerazioni costruttive indipendenti dallo sforzo a cui essi devono resistere.

G. SACHERI.

### CINEMATICA APPLICATA

#### SULLA TRASFORMAZIONE DEL MOVIMENTO CIRCOLARE IN MOVIMENTI RETTILINEI.

1. — La guida rettilinea di Scott-Russel ci può condurre ad un meccanismo atto a trasformare il movimento rotatorio in tre movimenti rettilinei, di cui uno perpendicolare alla direzione degli altri due.

La guida di Scott si compone della manovella OC (figura 103) mobile intorno al punto O e della biella CB di

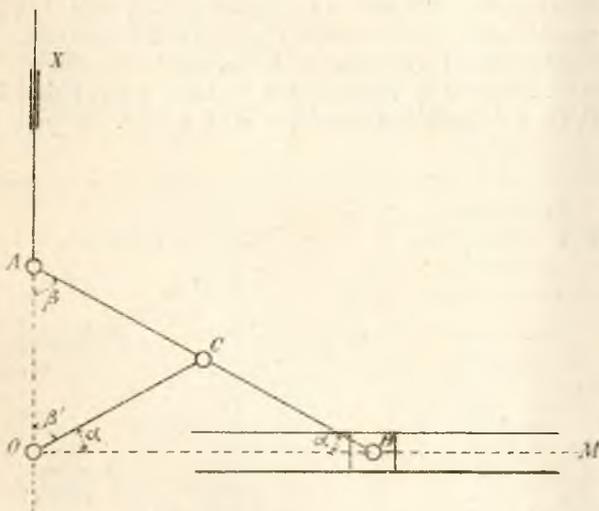


Fig. 103.

lunghezza uguale a quella della manovella. L'estremo B della biella è munito di pattino scorrevole in apposita scanalatura BM; il punto B muovesi in linea retta, mentre C è dotato di moto alternativo circolare attorno al punto O.

Si prolunghi CB fino all'incontro in A colla perpendicolare innalzata da O alla retta OM. Indicando con  $\alpha$  gli angoli uguali  $\hat{C}OB$ ,  $\hat{C}BO$ , e con  $\beta$  e  $\beta'$  gli angoli  $\hat{CA}O$ ,  $\hat{COA}$ , si ha:

$$\beta + \alpha = 90^\circ = \beta' + \alpha,$$

da cui si ricava  $\beta = \beta'$  e perciò  $CA = OC = CB$ .

Se adunque si prende un'asta AB articolata in C alla OC e tale che  $AC = CB$ , il punto A percorre la retta OX per verso opposto e di angoli uguali, il punto B ed i punti A ed A', presi sopra i prolungamenti di BC e B C', rispetti-

2. — Consideriamo ora un rombo OCB C' (fig. 104) articolato. Facendo ruotare i lati OC ed OC' attorno ad O per verso opposto e di angoli uguali, il punto B ed i punti A ed A', presi sopra i prolungamenti di BC e B C', rispetti-

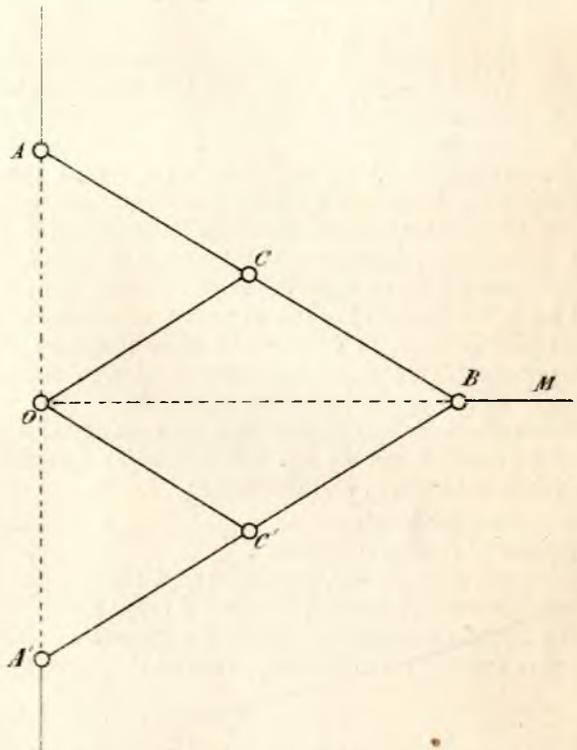


Fig. 104.

vamente per modo che  $CB = CA$  e  $B C' = C' A'$ , descriveranno linee rette. Vediamo come si possa produrre la rotazione di OC e di OC' per versi opposti attorno ad O e di angoli uguali (fig. 105).

Sia OCB C' una posizione qualunque del rombo e la diagonale OB sia situata sopra la retta orizzontale OM; si prolunghi il lato OC' di una quantità  $OD = OC'$  e si congiunga D con C; risulta evidentemente la retta DC parallela ad OM.

Se OC ed OC' ruotano d'angoli uguali attorno ad O e per versi opposti, il punto D sempre si mantiene sopra una retta parallela alla OM. Immaginiamo un parallelogrammo articolato EFCO avente il lato fisso EO sulla retta OM e di lunghezza non minore del doppio di OC. Il tirante FC sia munito di scanalatura nella quale si impegna un pattino articolato in D coll'asta C'D. Facendo ruotare OC attorno ad O, l'estremo D di C'D si mantiene sempre sopra una parallela ad OM e perciò OC' ruota attorno ad O per verso opposto e di angoli uguali.

I punti B, A, A' descrivono linee rette; ed un punto qualunque dei lati CB e B C' o dei loro prolungamenti descrive una ellisse i cui assi sono situati sopra le rette OM ed OA. Se il punto è preso nell'interno di AB o di A'B la somma dei due semiassi della ellisse è uguale ad AB; se è preso all'esterno sui prolungamenti di AB o di A'B la differenza dei due semiassi è uguale allo stesso segmento AB.

3. — Se invece di un rombo si avesse un quadrilatero articolato (fig. 106) in cui  $OA = OC$  ed  $AB = CB$ , facendo ruotare OA ed OC attorno ad O e per versi contrari colla disposizione sopra descritta, il vertice B descrive una retta.

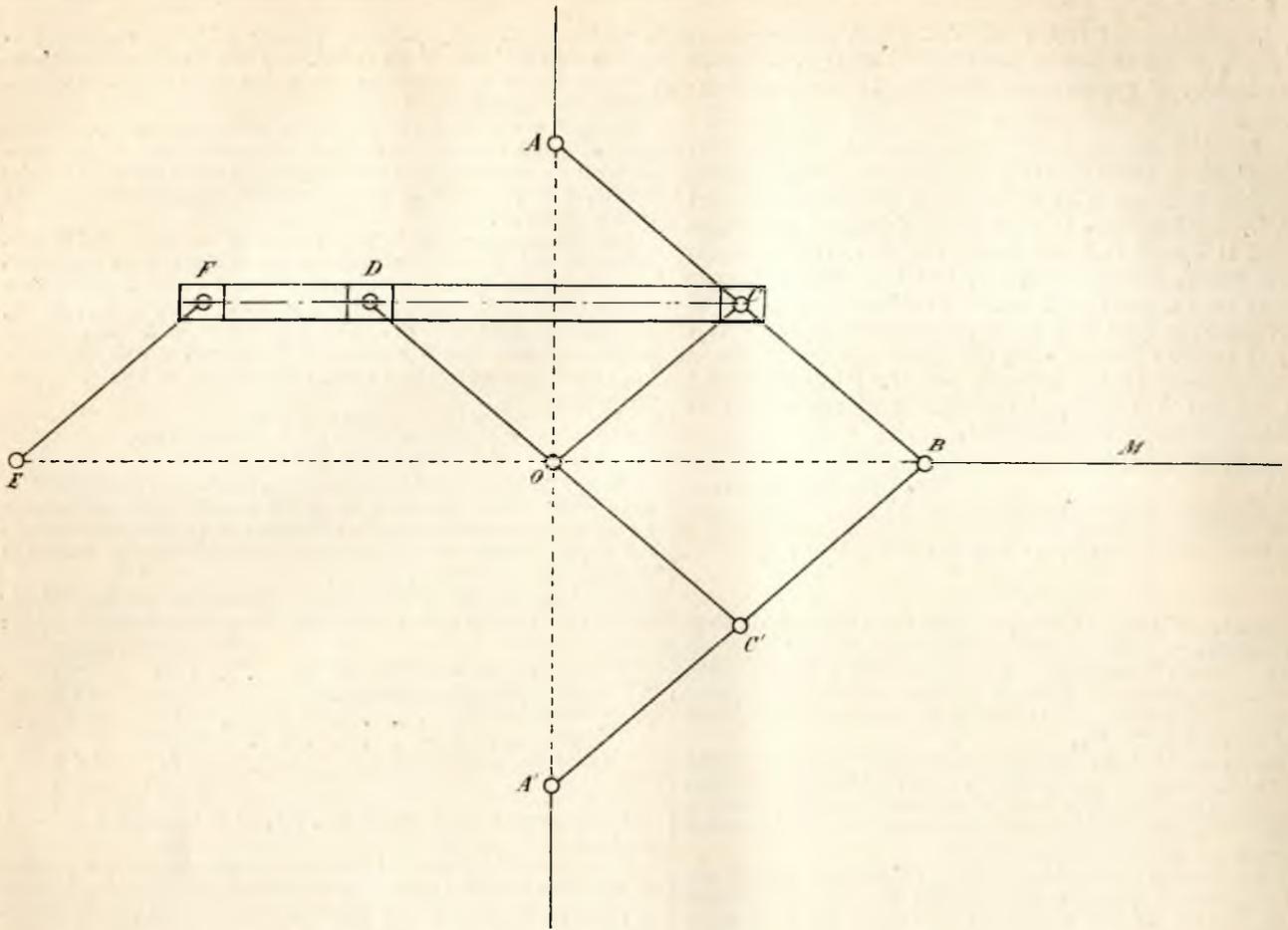


Fig. 105.

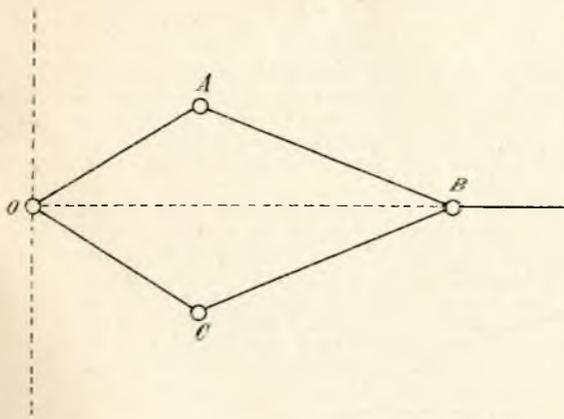


Fig. 106.

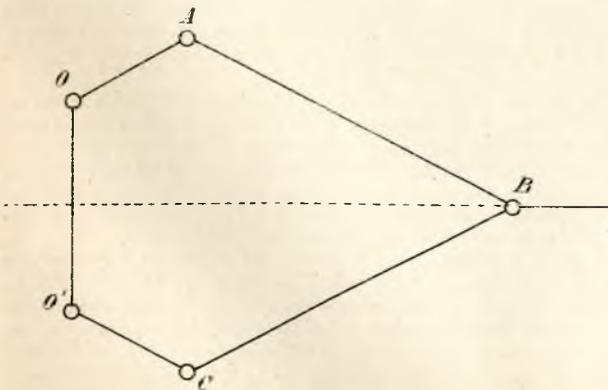


Fig. 107.

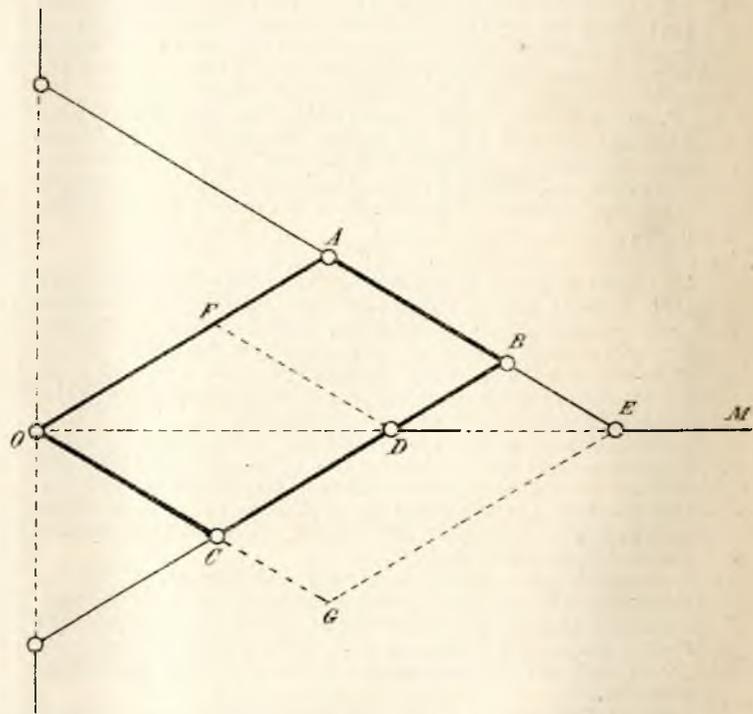


Fig. 108.

Invece di un quadrilatero si può considerare un pentagono  $O A B C O'$  (fig. 107), in cui  $O A$  ed  $O' C$ , ugualmente inclinati sopra  $O O'$ , sono uguali ed  $A B = C B$ . Facendo ruotare  $O A$  ed  $O' C$  attorno ad  $O$  ed  $O'$ , rispettivamente per versi contrari e di angoli uguali, il punto  $B$  descrive una

retta. La rotazione di O A e di O' C si può ottenere montando sopra gli alberi delle manovelle O A ed O' C due ruote dentate uguali. E' appunto così costituita la *guida di Cartwright*.

4. — Consideriamo un parallelogrammo O A B C (fig. 108) e conduciamo la bisettrice O M dell'angolo A O C, la quale incontra in D il lato C B ed in E il prolungamento del lato A B. Conducasi da D e da E la parallela rispettivamente ad O C e ad O A. Le figure O F D C, O A E G sono rombi; quindi, facendo ruotare i lati O A ed O C attorno ad O per versi opposti e di angoli uguali, i punti D ed E descriveranno la retta O M e sui prolungamenti dei lati A B e B C si possono trovare altri due punti che descrivono la retta normale ad O M e passante per O. Il punto B ed i punti dei lati A B e B C del parallelogramma opposti ai lati rotanti descrivono delle ellissi.

Novara, giugno 1901.

Inq. GIOVANNI POZZI.

NOTIZIE

**Esperimenti di trazione elettrica sulla linea ferroviaria Berlino-Potsdam.** — La ferrovia secondaria che congiunge Berlino con Potsdam, toccando Wannsee, più comunemente detta la Wannseebahn, trasporta, specialmente nei pressi di Berlino, un numero di passeggeri tanto considerevole, che i treni vi si debbono succedere a brevissimi intervalli di tempo.

La frequenza dei treni, essendo la base precipua su cui si fonda l'esercizio economico di una ferrovia a mezzo dell'energia elettrica, l'Amministrazione ferroviaria decise di sostituire la trazione elettrica a quella con locomotive a vapore e d'iniziare a tal uopo opportuni esperimenti con un treno elettrico di prova.

La Casa Siemens ed Halske di Berlino, fu incaricata dello studio e dell'esecuzione di questa esperienza, e fino dal principio dell'agosto 1900 fu messo a disposizione del pubblico il treno elettrico di prova, che fa regolare servizio fra Berlino (stazione della Wannseebahn) e la stazione di Zehlendorf, al posto dei treni ordinari a vapore.

Fu quindi necessità l'adattare il nuovo al vecchio impianto, in guisa che le due forme diverse di trazione potessero coesistere e di più utilizzare il materiale mobile della trazione a vapore in causa della limitata somma disponibile per l'esperimento, che non permetteva di costruire espressamente delle locomotive elettriche.

Tale esperimento non permette di stabilire un parallelo fra le spese d'esercizio occorrenti per i due sistemi diversi, ma solo fra i corrispondenti consumi d'energia; esso dimostra poi a sufficienza come senza inconvenienti si possa porre in esercizio un treno elettrico avente la stessa composizione e peso dei treni a vapore, e intercalarlo fra questi.

\*

*Il treno di prova.* — L'Amministrazione ferroviaria stabilì che il treno di prova dovesse, come gli ordinari, constare di 10 vetture. Ne risulta un peso proprio di 193 tonn., mentre un treno con locomotiva pesa circa 25 tonn. in più; si ha quindi una diminuzione di peso ed un corrispondente risparmio di energia; tuttavia la capacità è parzialmente diminuita, in quanto quattro scompartimenti furono destinati alle due cabine di manovra pel conduttore.

La trazione di un treno del tonnellaggio sopra indicato, può effettuarsi per mezzo di una locomotiva o di più vetture motrici. Come partito più semplice ed economico, furono trasformate due delle vetture del treno, rispettivamente quella di testa e di coda, in vetture motrici, ognuna delle quali contiene una cabina pel conduttore coi necessari apparecchi di manovra.

L'esperienza dimostrò infondato ogni timore relativo al buon funzionamento della disposizione adottata; malgrado la considerevole lunghezza del treno, le due vetture motrici prendono parte eguale allo sforzo necessario per la trazione, nè si verificano urti e strappi; le segnalazioni stesse degli amperometri delle due cabine sono quasi sempre identiche.

Degno d'attenzione è il fatto che tale ordinamento evita qualsiasi manovra alle stazioni estreme della linea.

Per terminare adunque sulla composizione del treno, rimane a dirsi che esso comprende quattro vetture di seconda classe, ciascuna del peso di circa 17 a 17,5 tonn.; tre vetture di terza. da 16,5 tonnell. ciascuna, ed una pure di terza, da 10,5 tonn.; infine, le due vetture motrici di terza classe, che pesano complessivamente 63 tonnell. A queste due vetture ordinarie furono cambiati gli assi e praticati i necessari rinforzi al telaio; dal punto di vista tecnico, questo adattamento lascia un po' a desiderare, perchè così non fu possibile una razionale disposizione dei motori e relativi apparecchi. Delle vetture

motrici, pesa 33 tonn. quella che porta la caldaia a vapore pel riscaldamento del treno, e 30 l'altra. I sei assi delle due vetture sono tutti provvisti di corrispondente motore, cosicchè si dispone di 63 tonnellate di peso aderente.

Tal peso per il treno con locomotiva a vapore, raggiunge al massimo 32 tonn., ripartite su due assi accoppiati e non su assi indipendenti come per il treno elettrico; talchè anche per unità di tonnellata, si dispone di una forza di trazione maggiore nel caso della trazione elettrica.

La potenza dei motori capaci di azionare un treno di 193 tonnellate di peso proprio e 210 almeno col carico, è, come ben si può immaginare, considerevole. Ammesso che fra due stazioni consecutive il treno debba poter raggiungere una velocità di circa 55 km. all'ora, ammesso un coefficiente di resistenza alla trazione di 6 kg. per tonnellata, indicando con S lo sforzo di trazione e con v la velocità in km.-ora. si ha che, in piena corsa, i motori devono poter sviluppare una potenza:

$$\frac{S \times v}{3,6 \times 75} = \frac{210 \times 6 \times 55}{270} = 250 \text{ cav.}$$

Ma per la determinazione dei motori, lo sforzo da esercitarsi in piena corsa non avrebbe dato un giusto criterio, perchè la distanza fra le stazioni essendo piccola e la velocità da raggiungersi alquanto elevata, si richiedevano valori elevati per l'accelerazione durante la messa in movimento del treno.

Dalla seguente tabella sono date le distanze in chilometri fra le stazioni ed i tempi in cui debbono essere percorse in minuti primi:

	Km.	Minuti
Berlin-Grossgörschen Strasse . . . . .	1,90	3 1/2
Grossgörschen Strasse-Fridenau . . . . .	2,78	4 1/2
Fridenau-Steglitz . . . . .	2,17	4
Steglitz-Lichterfelde . . . . .	2,39	4
Lichterfelde-Zehlendorf . . . . .	2,74	4 1/2
	11,98	20 1/2

La distanza media è cioè di km. 2,4, ed il tempo di percorso di 4 minuti.

In riguardo al consumo complessivo d'energia richiesto per la messa in moto del treno, si addimòstrò conveniente, per la durata di detto periodo, di assumere un'accelerazione di m. 0,18 al 1°, da mantenersi uniforme fino a raggiungere la velocità di 40 km. all'ora. Ciò che dà una potenza per i motori di:

$$\frac{210\,000 \times 0,18 \times 40}{9,81 \times 270} = 570 \text{ cav.}$$

Ed aggiungendo a questi ancora 130 cavalli per vincere la resistenza propria del treno al rotolamento, si ottiene la potenzialità massima di cui debbono essere capaci i motori in 700 cavalli, che corrisponde circa al triplo di quella richiesta in piena corsa.

Soltanto le locomotive elettriche del tunnel di Baltimora, nello Stato d'Ohio, superano questa potenza.

L'energia elettrica occorrente viene somministrata ai motori sotto forma di corrente continua, avente una tensione di 750 volt. Specialmente per l'esercizio di prova, l'impiego della corrente continua era il solo ammissibile, come quello che dava possibilità di somministrare, coll'aiuto di batterie d'accumulatori, la richiesta d'energia, variante ogni quattro minuti, sulla linea da zero a 700 cavalli.

Le due vetture motrici del treno sono, per quanto riguarda il materiale elettrico, perfettamente uguali, e le manovre possono essere eseguite da una sola delle cabine, cioè da quella, naturalmente, che si trova ad essere in testa al treno.

I tre motori di ciascuna vettura formano un gruppo, che può essere accoppiato, sia in serie, che in parallelo, col gruppo corrispondente, precisamente come i due motori di un'ordinaria vettura tranviaria; questa disposizione in gruppi (i tre motori di un gruppo sono permanentemente accoppiati in parallelo) evita una soverchia complicazione del regolatore della marcia e permette di avere una sola condotta che colleghi le due vetture motrici.

Certo occorre, all'atto della chiusura del circuito per la messa in moto, introdurre delle resistenze d'avviamento maggiori che se tutti i motori fossero in serie; ma l'inconveniente in realtà si riduce a ben poca cosa, giacchè abbastanza forti resistenze si richiedono per diminuire le scintille che si producono all'apertura del circuito, e le prime sono di poco superiori a queste ultime. Dopo mezzo minuto dalla partenza, le resistenze sono messe interamente fuori circuito.

Il modo di collegamento e comando dei regolatori o *controllers* delle vetture motrici, adottato dalla Casa Siemens e Halske, era certo il più indicato nel caso presente, in cui il treno mantiene stabilmente la sua composizione. Il sistema, più complicato, dello Sprague, in funzione sulla ferrovia sopraelevata di Chicago, trova più conveniente applicazione laddove la composizione dei treni è variabile e le piccole unità del traffico normale vengono frequentemente accoppiate a formare unità maggiori, nel qual caso riesce conveniente di potere da una qualsiasi vettura motrice comandare, per via di condotte elet-

triche o pneumatiche, i *controllers* di un numero qualunque di vetture ugualmente motrici. Dipenderà dunque dalle condizioni del traffico il decidere quale sistema sia più opportuno a scegliere.

La costruzione del *controller* è del tipo generale adottato per tramvie. Un piccolo cilindro, mobile intorno al suo asse, porta i contatti necessari all'inversione della marcia, ed un cilindro maggiore serve alla introduzione della corrente ed a regolare la velocità.

Per quanto, avanti dell'apertura del circuito, l'intensità della corrente, per mezzo dell'inserzione di una resistenza, venga ridotta a

$$150 \text{ amp.}, \text{ tuttavia l'interruzione istantanea di } \frac{150 \times 750}{736} = 153 \text{ ca-}$$

valli, come ben s'immagina, non avviene senza forte produzione di scintille, ed è necessario un campo magnetico straordinariamente intenso per lo spegnimento di esse.

Si capisce, d'altronde, che a qualsiasi fase della marcia il regolare intensità di corrente così forti non è scevro di difficoltà; l'intensità corrispondente al momento della messa in moto fu fissata a 1200 ampère, sotto una tensione di almeno 600 volt.

Al diverso modo di raggruppamento dei motori durante la corsa nelle sue fasi principali, corrispondono nel *controller* 14 diverse posizioni della manovella del cilindro maggiore, delle quali la posizione prima è di riposo, e per essa non viene portata corrente ai motori.

Dalla posizione prima alla posizione quinta, i due gruppi di motori sono accoppiati in serie, e le resistenze d'inserzione vengono gradualmente chiuse in corto circuito su loro stesse. Le posizioni comprese fra la quinta e l'undecima sono di passaggio; infine, alla posizione undecima i due gruppi di motori vengono accoppiati in parallelo e le resistenze gradualmente escluse fino alla posizione quattordicesima.

I motori hanno avvolgimento in serie e l'indotto calettato direttamente sull'asse della vettura.

La cassa del motore portante le espansioni polari, è montata pure sull'asse senza alcun organo intermediario; tuttavia in una delle vetture motrici le casse dei motori furono sospese a quella della vettura per mezzo di molle così fortemente tese, che quasi nessuna pressione si esercita sull'asse. Si attende di vedere dall'esercizio di prova quale delle due disposizioni è la migliore.

La Casa Siemens ed Halske ha già praticato in Budapest e sulla ferrovia Düsseldorf-Krefeld la sospensione diretta all'asse, con soddisfacente risultato; ma occorre non dimenticare che i motori della Wannseebahn hanno un peso eccezionale di circa 3 tonn. e sono di grande potenzialità. Mentre normalmente il motore per una tensione di 600 volt ed una velocità di 260 giri al minuto deve sviluppare 70 cavalli di forza, esso fu costruito così potente a causa del grande movimento di rotazione che si richiede all'atto della messa in moto, che può far girare a vuoto il proprio asse, su cui gravita un peso di 11 tonnellate, senza incendiarsi; ciò che equivale al poter dare per qualche momento uno sforzo molte volte più grande del normale.

Nella prima corsa di prova si raggiunse col treno una velocità, in linea retta, di 60 km. all'ora.

Prima di arrivare ai motori, la corrente attraversa, oltre che il regolatore, l'interruttore principale e gli automatici, le valvole di sicurezza e le resistenze; i quali apparecchi sono tutti a portata del conduttore. Gli apparecchi automatici interrompono la corrente per un'intensità della medesima di 1600 ampère, ed ogni valvola fonde a 300 ampère. Gli interruttori automatici e le valvole di sicurezza sono provvisti di un potente soffiatore elettro magnetico per le scintille. Le valvole di sicurezza sono rispettivamente introdotte nel circuito di ogni singolo motore, onde proteggerlo dai sopraccarichi. In caso di necessità, ove il regolatore non funzioni, si può, per interrompere la corrente, utilizzare sia gli automatici che le valvole; ma l'interruttore principale verrà soltanto fatto agire quando tutt'altro apparecchio non risponda al suo impiego.

Le resistenze d'avviamento, che debbono convogliare fino a 1200 ampère, sono costituite da larghe piastre di reotano ondulate, dello spessore di 0,5 mm. I due gruppi di resistenza vengono collegati in serie od in parallelo tra di loro, a seconda che i gruppi dei motori sono pure in serie od in parallelo. La corrente nelle lamine è di 9 amp. per mmq., ed avrebbe potuto essere anche maggiore, perchè il tirante d'aria durante la corsa agisce così energicamente sopra e sotto le vetture ove sono le resistenze, che nessun notevole riscaldamento si manifesta.

L'unica condotta di distribuzione che attraversa il treno, è, tra vettura e vettura, costituita da una fune molto pieghevole, munita ai due capi di spine dentate, sicchè non possa sciogliersi da sè stessa la comunicazione.

Parallelamente a questa, ed ugualmente per tutta la lunghezza del treno, corre la conduttura cui sono collegati in parallelo tutti gli apparecchi di presa delle vetture.

Il passaggio della corrente si effettua quindi anche negli scambi ed incroci, dove la rotaia conduttrice dovè per brevi tratti essere interrotta, essendo i contatti di almeno una vettura sempre in comunicazione colla terza rotaia.

Le vetture motrici sono provviste di tutti gli apparecchi necessari alla misura dell'energia assorbita, e cioè amperometri, voltometri, contatori e misuratori di velocità.

Fin d'ora è lecito dire che il consumo d'energia, riferito alla tonnellata-chilometro, è di molto più piccolo del corrispondente per tramvie elettriche; esso non raggiunge i 25 watt-ora per tonnellata-chilometro, misurati sulla vettura, fra le condutture positiva e negativa.

Il treno è munito di freno Westinghouse; l'aria compressa da introdursi nelle condotte apposite, viene fornita da due compressori elettrici collocati nelle vetture motrici. Un motore elettrico montato in derivazione sulla linea, aziona coll'intermediario di un ingranaggio conico immerso nell'olio, un'ordinaria pompa a stantuffo con due cilindri a semplice effetto e colla velocità di 170 giri al minuto. Nel circuito del motore sono inseriti un interruttore a mano, una valvola di sicurezza ed un interruttore automatico. Una volta chiuso l'interruttore a mano, l'automatico provvede da sè all'inserzione o disinserzione della pompa, a seconda delle pressioni che si hanno nel serbatoio. Sul treno della Wannseebahn l'apparecchio è regolato in modo che la pompa viene inserita quando la pressione nel serbatoio è di 6 atmosfere e mezza, e disinserita quando essa raggiunge 8 atmosfere.

L'illuminazione del treno è fatta con lampade ad incandescenza, direttamente collegate alla linea di presa di corrente del treno medesimo. Ogni vettura è montata con due circuiti di sei lampade ciascuno, da 16 candele.

*La linea.* — Il sistema adottato per la presa di corrente è quello della così detta terza rotaia, con ritorno della corrente per mezzo dei binari di corsa, il quale, in questo caso, è sembrato il più conveniente.

Il conduttore stesso non è che una vecchia rotaia di corsa, alta 115 mm., fissata su isolatori ed avente la testa rivolta all'insù. L'isolazione è costituita da uno spesso involucri di gomma indurita, avvolgente il gambo in ferro dell'isolatore. Le rotaie furono collocate fra i due binari di corsa, perchè gli operai che si trovano sulla linea possano, all'avvicinarsi di un treno, ritirarsi dalle parti sollecitamente senza dover passare sul conduttore ad alta tensione.

Gl'isolatori stanno ad una distanza di 4,5 m. l'uno dall'altro; sono fissati su sostegni di legno, avvitati alla loro volta alle traversine dei binari, in guisa che è assicurata una posizione fissa della terza rotaia rispetto a quelle di corsa. Ma fra le rispettive rotaie conduttrici dei due binari non fu praticata alcuna connessione rigida, per riguardo agli spostamenti laterali cagionati dal muoversi dei binari.

La terza rotaia dista dal centro del binario di 1570 mm. ed è sopraelevata da 300 a 320 mm. sulla testa delle rotaie di corsa; per cui è ben difficile che un diretto contatto fra il conduttore positivo ed il negativo venga accidentalmente a stabilirsi. Di più ad impedire incidenti fortuiti di persone, la terza rotaia fu d'ambo le parti protetta da pareti in legno, di cui le tavole sono per mezzo di sostegni in ferro fissate alle traversine stesse, su cui poggiano gli isolatori, e di 100 in 100 metri di distanza furono collocati dei gradini su cui potere più comodamente passare sopra al conduttore ad alta tensione.

Negli scambi ad incroci, dove per brevi tratti si dovette interrompere la terza rotaia, la corrente è condotta attraverso un cavo isolato ed affondato nel terreno, e la rotaia estrema fu posata con l'inclinazione di 1/20 onde facilitare l'aderenza su di essa all'apparecchio di presa delle vetture: con tal disposizione è evitato ogni urto.

Le rotaie costituenti il conduttore positivo, oltrechè dalle ordinarie stecche, sono collegate ai giunti da due corde in rame della sezione complessiva di 300 mm<sup>2</sup> fissate a forza nei gambi delle rotaie per mezzo di tappi in rame e spine d'acciaio. Oltre a questo modo usuale di collegamento, ne fu praticato pure un secondo, consistente nell'inchiudere e saldare agli estremi di ogni rotaia e propriamente nel piede, una lamina di rame pella sezione di 3 × 100 mm. e nel saldare tra di loro queste lamine dopo che le rotaie sono state posate; con che si ottiene un ottimo contatto... e si eccita meno l'avidità dei ladri di rame: però queste giunzioni si rompono facilmente.

I giunti elettrici delle rotaie di corsa, che servono per ritorno della corrente, presentarono maggiori difficoltà: perchè essendo dapprima stati praticati in filo di rame di 8 mm. di diametro con tappi di acciaio, sistema che ha già dato altrove buona prova, qui, a causa del movimento continuo che i giunti subiscono al passaggio delle pesanti locomotive a vapore, si produssero nei fili così frequenti rotture, che fu necessario di sostituirli con funi di rame; la qual maniera di collegamento è naturalmente più costosa di quella adottata in precedenza, ma più comoda per altro, del ricambio delle stecche a causa della maggiore pieghevolezza della fune.

Per contro i giunti trasversali che collegano ogni 100 m. circa le quattro rotaie di corsa, fatti pure in filo di rame, si mantengono senza inconveniente alcuno.

La corrente viene presa dalla terza rotaia per mezzo di un certo numero di pattini, che scrono sulla testa della medesima. Fu a causa dell'elevata intensità della corrente che si dovettero multipli-

care i punti di contatto: e mentre da principio solo quattro assi delle vetture motrici erano provvisti di apparecchi di presa, in appresso lo furono tutti e sei e d'ambo le parti, perchè negli scambi ed incroci onde rendere più brevi i tratti mancanti della terza rotaia, essa fu posta parte alla destra e parte alla sinistra dei binari.

I pattini sono, coll'intermediario di robuste travi di legno imbevute di Linoleum, fissati alle boccole degli assi, sicchè non prendono parte al molleggio della cassa della vettura.

Quest'apparecchio di presa è del tipo americano, ma di più v'è introdotta una forte molla piatta, che spinge in basso il pattino propriamente detto. L'Amministrazione delle Ferrovie ha costruito per proprio conto un apparecchio di presa in cui il pattino viene premuto verso il basso da molle a spirale e si muove lungo una guida verticale: dall'esercizio di prova si giudicherà quale sia l'apparecchio migliore, ma certo con nessuno si può impedire la produzione di scintille, atteso le considerevoli intensità di corrente e la velocità che raggiunge i 50 km. all'ora.

La rotaia conduttrice è collegata per mezzo di una linea aerea lunga 1,5 km. all'Officina generatrice delle tramvie di Lichterfelde, appartenenti ugualmente alla Casa Siemens und Halske. Il collegamento è fatto presso la stazione di Steglitz, km. 7,3 della linea, ed il raccordo fra la linea aerea e la terza rotaia è effettuato con un cavo isolato sotterraneo.

Ugualmente sono congiunte alla terza rotaia due potenti batterie d'accumulatori, di cui l'una in Berlino e l'altra a Zehlendorf.

Come fu già esposto, l'energia è fornita sotto forma di corrente continua con una tensione di 750 volt. Per la produzione della medesima fu dalla Ditta A. Borsig di Tegel presso Berlino, installata una macchina a vapore nell'Officina di Lichterfelde e direttamente accoppiata ad una dinamo della Siemens und Halske. La potenza massima del motore è di 650 cavalli.

Il vapore è fornito da due caldaie a tubi d'acqua del tipo Heine coe 200 mq. di superficie di riscaldamento, a una pressione di 10 atmosfere. La dinamo, modello I 9941 della Siemens und Halske, è del noto tipo a poli interni ed indotto esterno ad anello, tuttavia con commutatore a parte; le spazzole sono di carbone.

Sotto una tensione di 718 volt dà 450 ampère, ma allo scopo di caricare le batterie, diminuendo l'intensità della corrente, si può elevare la tensione fino a 900 volt.

Crescendo eccessivamente l'intensità della corrente, o producendosi sulla linea un corto circuito, entra in azione un interruttore automatico, che mette la dinamo fuori circuito.

Le batterie d'accumulatori di Berlino e Zehlendorf destinate, come già detto, a compensare l'irregolarità di richiesta d'energia, furono gentilmente prestate per l'esperimento dalla fabbrica d'accumulatori di Berlino.

La batteria di Berlino consta di 311 elementi tipo ES 44 per un'intensità massima di carica di 500 A, ed una capacità di 814 ampère-ora se l'elemento viene scaricato in un'ora e di 1138 ampère-ora se la scarica avviene in tre ore. La batteria di Zehlendorf consta di 318 elementi dello stesso tipo. Per ciascuna delle batterie si ha un corrispondente quadro di distribuzione coi necessari apparecchi di misura ed interruttori.

Le tre sorgenti d'energia prendono parte alla produzione di corrente in guisa che fra Berlino e Steglitz è la batteria di Berlino che concorre in maggior parte a fornire la corrente necessaria alla messa in moto del treno, mentre la dinamo dà il rimanente e la batteria di Zehlendorf si carica più o meno secondo la posizione del treno. Marciando il treno fra Steglitz e Zehlendorf le batterie invertano il loro compito. Durante la corsa normale del treno la dinamo fornisce quasi tutta l'energia che gli è necessaria. Finalmente se il treno non prende corrente, le batterie si vengono caricando.

Per quanto le batterie rispondano completamente al compito cui furono destinate, non possono però impedire che la tensione si abbassi da 750 volt fino a 550 al momento della messa in moto del treno: ma questo valore minimo si verifica solo per un'intensità di 1200 ampère ed è istantaneo.

I dati esposti in questa Memoria sulla Wannseebahn sono stati prelevati dall'ing. Manlio Primavera, per gentile concessione della Casa Siemens und Halske, dalla Relazione che l'ing. Richard Rinkel, incaricato della condotta dei lavori, compilò su questo interessante esperimento.

(L'Elettricista).

**I grandissimi laghi artificiali di Staines.** — Tre Società di Londra per distribuzione d'acqua — la New River Co., la West Middlesex Co., e la West Junction Co. — stanno facendo eseguire un'opera da giganti. Trattasi della creazione di due serbatoi della superficie totale di 170 ettari, e della capacità di 15 milioni di metri cubi. Non sono che bacini semplicemente scavati nel terreno, i cui margini variano in altezza da m. 6,40 a m. 12, colla scarpa interna inclinata del 3 per 1 ed esterna di 2 per 1. La larghezza di queste sponde che è di m. 4,20 al ciglio, arriva fino a 70 metri al piede. Nel centro di ciascuna di esse elevasi un diaframma in muratura di calcestruzzo dello spessore di m. 1,80 in sommità e di m. 2,40 al livello del fondo del

serbatoio. Questo muro scende ancora nel terreno per una profondità di m. 1,20, per incontrare il terreno argilloso sul quale è fondato.

La scarpa interna del serbatoio è rivestita di uno strato di calcestruzzo dello spessore di 12 a 13 cm. per un'altezza verticale di m. 4,50, perchè opponga resistenza all'azione delle onde possibili a prodursi in uno specchio d'acqua così grande. I due serbatoi sono oramai pronti ad entrare in esercizio, l'uno in quest'anno, e l'altro nell'anno venturo. La spesa totale di quest'impianto, compresi i canali e tubi di presa, di scarica e di distribuzione tra Staines ed i serbatoi antichi, i fabbricati e le pompe a vapore, è stata prevista in 33 milioni di lire, e pare che la cifra non abbia ad essere oltrepassata. Ad ogni modo, anche facendovi l'aumento del 20 per cento, secondo l'usanza, e portandola a 40 milioni, essa corrisponderebbe a L. 2,70 per metro cubo d'acqua immagazzinata. (*Revue industrielle*).

## BIBLIOGRAFIA

**Zeitschrift für Bauwesen.** — Pubblicazione mensile del Ministero dei Lavori Pubblici prussiano. — Testo formato in-4°, ricco di incisioni, con 648 colonne, più 78 pagine, e Atlante in-folio, con 69 tavole incise in rame. — Berlino, W. 66, Wilhelm Ernst und Sohn, 1901. — Dispense dalla 7ª alla 12ª.

In uno dei precedenti numeri di questo periodico (a pagina 127), abbiamo dato un breve resoconto degli articoli contenuti nelle prime sei dispense del giornale prussiano sopra annunciato; ora, essendo state pubblicate le altre sei dispense del secondo semestre 1901, ci affrettiamo di farne conoscere il contenuto ai lettori dell'*Ingegneria*. È un periodico di grandissima importanza per gli ingegneri, e sebbene sia una pubblicazione ufficiale del Governo Prussiano, pure la redazione e scelta degli argomenti è fatta in modo, che il giornale riesce di grande interesse per gli ingegneri di tutte le nazioni; ha, per così dire, un carattere internazionale.

Le dispense in esame contengono le *Memorie* seguenti:

*La chiesa di San Giovanni in Lipsia*, del prof. Hugo Licht. — È la prima Memoria, in otto colonne, con tre bellissime figure prospettiche nel testo e tre grandi tavole nell'Atlante. Si tratta della quarta ricostruzione di una vecchia chiesa, che fu già riedificata prima sopra una cappella esistente; l'attuale costruzione venne iniziata nel 1894 e terminata al principio del 1897, rispettando unicamente il campanile, opera di Giorgio Werner (1746-1749), di un bellissimo effetto artistico.

La pianta della chiesa ha la disposizione centrica; la superficie occupata è di mq. 1275, di cui mq. 573 per la nave, 108 pel coro, 82 pel vestibolo e mq. 51 per ciascuna delle cappelle: L'altezza fino al cornicione misura m. 13,70; il volume racchiuso dalla costruzione mc. 15 370. La chiave della più alta volta a crociera trovasi a m. 17 sul piano del pavimento. Vi sono 728 posti fissi nella nave, 294 nelle tribune, e così in complesso 1022. Resta però ancora molto spazio libero per altri posti con sedie volanti. Il costo sali a lire 593 750, tutto compreso, decorazione interna, banchi, lavori in marmo nel coro, e ristauo di alcune opere artistiche del campanile; quindi, per metro quadrato di area fabbricata 467 lire, e 39 lire per ogni metro cubo di spazio. Il materiale di rivestimento all'esterno è laterizio. L'architetto è stato Paolo Schwartz, il direttore dei lavori Gustavo Pflaume.

*Il cupolone pel gran refrattore dell'Osservatorio astro-fisico sul Telegraphenberg presso Potsdam*, dell'architetto Saal, con 14 figure nel testo e tre tavole nell'Atlante. — Questa Memoria, in vista della sua importanza, è stata pubblicata anche separatamente, e ne parleremo in apposito articolo, perciò possiamo fare a meno di occuparcene ora.

*Il nuovo macello e relativo cortile per gli animali in Düsseldorf*, dell'architetto C. Peiffhoven. — È una lunga Memoria che s'estende a due dispense e che tratta un argomento di grande attualità e interesse per lo sviluppo della vita nelle città moderne. Il bisogno d'un macello pubblico è sentito, non solo dalle grandi agglomerazioni, ma anche dalle piccole città, cui le norme più elementari dell'igiene ne impongono la costruzione. Nella Memoria dell'architetto Peiffhoven si descrive un macello moderno nel vero significato della parola, pel quale si ebbero ad osservare tutti i precetti dell'igiene e si seguirono in modo rigoroso le migliori regole d'arte; per cui esso può considerarsi come un macello-tipo, al quale gli architetti ed ingegneri potranno dedicare i loro studi, certi di trovarvi una miniera per i vari casi che loro potranno presentarsi in costruzioni di questa natura.

Notisi che Düsseldorf ha avuto già quattro macelli, l'ultimo dei quali, costruito negli anni 1874-76, funzionò fino al 2 maggio 1899; per cui nella costruzione del nuovo si è avuto campo di trarre partito della propria esperienza, oltre che da quella degli altri, e da

questo punto di vista le notizie che l'Autore fornisce nella sua Memoria sono preziosissime. Evidentemente non possiamo qui, nemmeno per sommi capi, riassumerla; il nostro sunto riuscirebbe monco ed inefficace; i lettori, cui l'argomento interessa, troveranno nella *Zeitschrift für Bauwesen* tutto ciò di cui possono avere bisogno. Il concetto fondamentale è stato quello di assegnare per 1000 abitanti, almeno 300 mq. pel cortile degli animali e 250 mq. pel macello; e sebbene la città non contasse allora che 175 000 abitanti, la costruzione venne fatta in modo da poter servire fino a 250 000 abitanti, aumento presumibile della popolazione; è inoltre suscettibile di essere ingrandito in avvenire del 75 0/0. Per ora l'impianto è fatto in rapporto ai bisogni attuali della città, per macellare 250 pezzi al giorno di grosso bestiame, 480 vitelli, 500 pecore e 550 maiali. I relativi fabbricati sono divisi in cinque gruppi: pel mercato degli animali; pel macello propriamente detto; pel macello dei cavalli; per quello delle bestie malate; e finalmente per l'amministrazione, abitazioni, ecc. Una delle condizioni importanti è la riunione del macello ad una stazione ferroviaria mediante opportuni binari e coi relativi fabbricati per la disinfezione dei carri; e a questa condizione si è potuto soddisfare largamente. Inutile dire che il macello è arredato di tutte le disposizioni e attrezzi più moderni pel servizio e manipolazione, e fornito di conduttura, fognatura, concimaie, illuminazione elettrica, mezzi di riscaldamento, macchine a vapore, ecc.

Il preventivo di tutto il progetto, compresa l'espropriazione del terreno occupato, ascendeva a lire 4 497 500, di cui 1 000 000 per l'acquisto dei terreni.

I lavori vennero iniziati nell'estate 1895 e ultimati nel 1899; le liquidazioni non sono ancora terminate, ma sembra che il preventivo non verrà superato. La disposizione generale del progetto deve al celebre architetto Giorgio Osthoff, ma poi lo sviluppo di tutto il progetto definitivo è stato fatto dall'Ufficio tecnico municipale, sotto la direzione dell'architetto C. Peiffhoven, col sussidio di vari altri architetti.

*Peripezie della difesa riparia davanti l'argine dell'Elba presso Scheelenkuhlen nella Wilstermarsch, del consigliere edilizio Sommermeier.* — È una lunga esposizione storico-tecnica delle vicende cui andò incontro la difesa di un punto della sponda destra dell'Elba, nelle vicinanze della città di Wilster sulla costa occidentale dell'Holstein. La sua posizione è nella parte concava di un gomito del fiume, e al primo sguardo sulla planimetria è facile immaginare che la conservazione del medesimo dovette richiedere una lotta continua e ostinata contro la corrente, la cui forza andava sempre più crescendo coll'aumentare dell'alluvione sulla sponda opposta. I primi lavori di difesa si perdono nell'oscurità dei tempi, e l'Autore ne fa una particolareggiata esposizione a partire dal 1614, seguendone tutte le peripezie e facendoci assistere a questa lotta titanica dell'uomo contro le

acque. La profondità di esse, nel punto in esame, oltrepassò spesso i 25 metri; e dal 1872 al 1874 salì a metri 30,20, 33,20 e 36 metri. Fino al 1866 non si seppe riconoscere quali opere fossero veramente convenienti; si lavorava all'oscuro. Il merito di aver dato ad esse un nuovo e giusto indirizzo spetta all'ispettore idraulico Fulscher. Questa parte della Memoria è per noi la più interessante e più istruttiva, e la sua lettura è da raccomandarsi caldamente, poichè, dopo l'esecuzione di essi lavori, che consistettero in gettate e in fascinaggi alternati con strati di pietre, come indicano le figure 109-111, la difesa riescì così efficace, che non lascia più a temere per il paese retrostante, e richiederà solo in avvenire una lieve manutenzione.

I lavori definitivi, secondo i progetti dell'ispettore Fulscher, si eseguirono dal 1873 al 1900, e costarono 1 897 500 lire. Da questa somma si giudichi della grandiosità e importanza di essi e delle enormi spese fatte in precedenza senza ottenere un risultato definitivo.

\*

*Il ponte per strada ordinaria sulla Süderelbe presso Amburgo, degli ingegneri G. Narten e prof. S. Müller.* — Una prima parte di questa Memoria colle relative tavole era stata già pubblicata nelle dispense 4<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup>. Nelle dispense in esame trovasi la fine della Memoria. Si tratta della costruzione di un ponte che collega la città di Arburgo coll'isola Wilhelmsburg attraverso il braccio meridionale dell'Elba; dall'altra parte dell'isola esiste già un ponte che la riunisce ad Amburgo, la più importante città commerciale tedesca. Gli Autori premettono alla loro Memoria dei cenni generali sulle condizioni del traffico, sui lavori preliminari tecnici ed amministrativi, sul concorso per il progetto e le condizioni di contratto, e da ultimo danno le dimensioni principali del manufatto. Nel secondo capitolo fanno la storia particolareggiata della costruzione delle spalle e pile e loro fondazioni; dei due grandi portoni e dei rilevati di accesso. Il terzo capitolo è dedicato alla parte metallica che costituisce il ponte propriamente detto. Delle osservazioni generali a guisa di conclusione chiudono la Memoria, accompagnata da 19 figure nel testo e due grandi tavole nell'Atlante.

Il ponte ha una lunghezza totale di 1188,40 m., di cui m. 559,50 pel ponte, il rimanente per rilevati di accesso; il ponte ha quattro campate sul fiume, di m. 102 da asse ad asse delle pile, e sei campate sull'alveo d'inondazione con luci di m. 29,35 ciascuna e m. 31,15 da asse ad asse delle pile. L'altezza libera pel passaggio dei battelli è di m. 5,22 e di m. 4 nei momenti di piena. Le pile sono fondate sopra pali di 30 cent. di diametro medio, spinti a profondità di — 10 a — 12 metri, e quindi con lunghezze di 42 a 44 m.; le loro teste penetrano di cm. 30 nel masso di calcestruzzo di 4 a 6 m. d'altezza secondo i casi, che costituisce una base generale di ciascuna pila. Ogni palo, supponendo tutto il peso gravitante sopra la palificata, sopporta 52 tonn., ma in realtà molto meno, perchè il masso di calcestruzzo

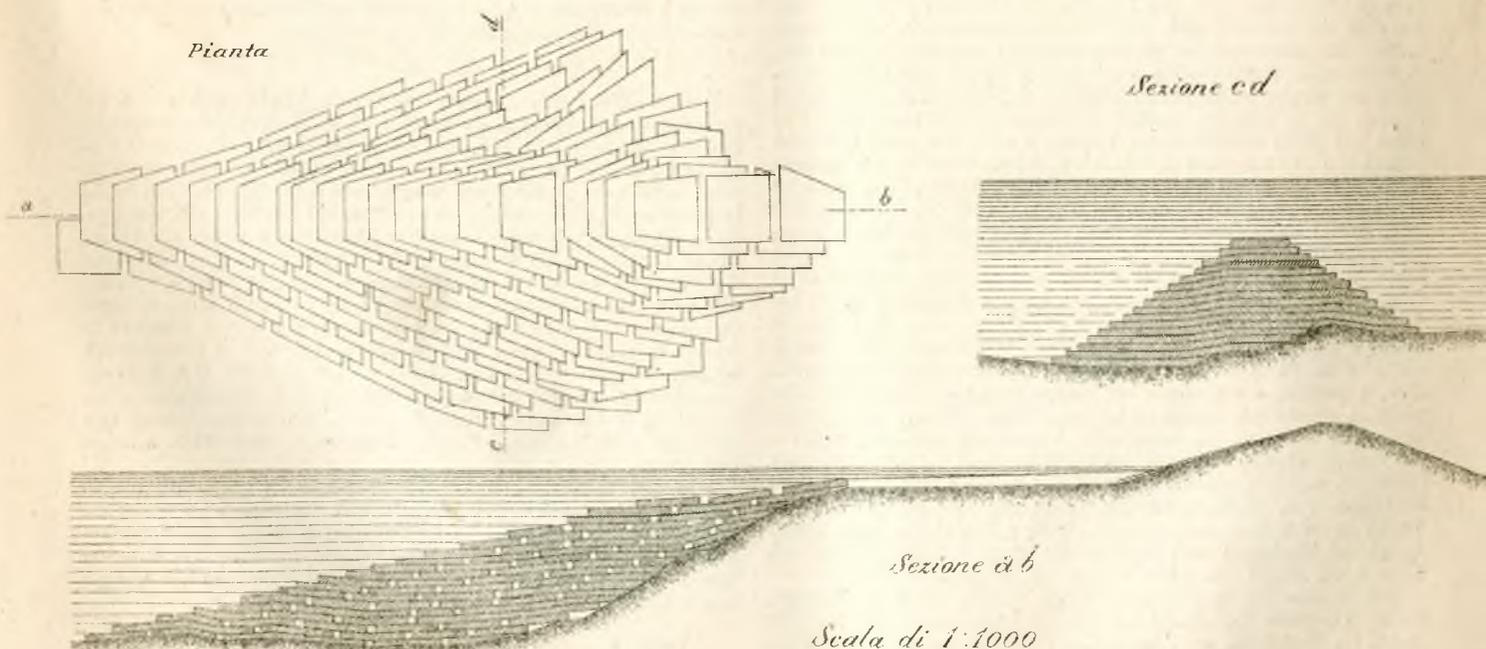


Fig. 109-111. — Opere di difesa alla riva destra dell'Elba.

ripartisce il carico su tutta la base; il fondo viene così cimentato con 2.2 a 3.25 kg. per cmq. La spesa totale delle pile ammontò a lire 508 750. I prezzi elementari sono stati di lire 84,40 per ogni palo delle pile nel fiume e di lire 70 per quelli delle altre pile. Un metro cubo di calcestruzzo valeva sott'acqua (1 : 3 : 5) lire 32,50; fuori acqua (1 : 7 : 7) lire 26,90; muratura di rivestimento lire 146,25 per mc. I due portoni costarono lire 57 500.

La strada ha la larghezza di m. 7 per la carreggiata e di m. 1,50 per ciascuno dei marciapiedi. Le quattro campate centrali sono archi in ferro reticolati che sostengono il ponte mediante tiranti verticali. La distanza fra i punti di appoggio è di m. 100,96 = 1.; l'altezza massima nel mezzo m. 17, ossia circa  $1/6 = 1.$ ; l'altezza delle due tavole nel mezzo m. 3,2 (circa  $1/30 = 1.$ ); sulle pile m. 8,65. Il peso totale di una delle quattro campate centrali è di 1103 tonn., ossia tonn. 10,854 per metro corrente e tonn. 4,2 quello dovuto al sovraccarico. Pel vento si è ammesso il carico con direzione orizzontale di 250 kg. per mq. a ponte vuoto e di kg. 150 per mq. a ponte carico. La differenza di lunghezza per effetto delle variazioni di temperatura sugli appoggi mobili 72 millimetri (limiti fra  $+ 35^\circ$  e  $- 25^\circ$ ). La tavola tesa sopporta un allungamento di 51 mill. pel peso proprio e sovraccarico insieme.

Le campate sull'alveo d'inondazione sono coperte da travate reticolari; il peso di ciascuna di esse è di 260,4 tonn. I lavori incominciarono nel maggio 1897 e avrebbero dovuto ultimarsi il 1° aprile 1900. L'Impresa, però, col consenso della Direzione anticipò il termine e il 1° ottobre 1899 il ponte veniva inaugurato. La spesa totale è stata di L. 2 250 000; per  $2/3$  a carico di Arburgo e per  $1/3$  del comune di Wilhelmsburg, con sussidi del Governo per L. 1 875 000 e della provincia per L. 125 000. Nella spesa suddetta non sono comprese le somme per concorsi, direzione, ecc. Per la manutenzione del ponte e la creazione di un fondo di ammortamento si accordò il pedaggio, e le tasse stabilite sono: centesimi 31 per un veicolo a un cavallo e cent. 50 a due cavalli; gli animali pagano cent. 12  $1/2$  per pezzo il grosso bestiame, e la metà il piccolo; un velocipede cent. 6,25. I pedoni non pagano pedaggio.

La Memoria successiva è la continuazione di quella già annunciata nelle dispense precedenti sulla *Costruzione del canale Dortmund-Ems*, e che, sebbene continui anche nelle dispense X-XII, non è ancora ultimata e si protrarrà nell'annata 1902. Avendo noi, come già si disse, trattato lo stesso argomento in una Memoria a parte, non crediamo necessario di esporne il contenuto.

*Sul vero stato del tempo durante le piene della fine luglio 1897, in Slesia e Austria*, del dott. C. Kassner, con 24 cartine in due tavole dell'Atlante, rappresentanti la distribuzione della pressione atmosferica e della temperatura, nei giorni 27, 28, 29 e 30 luglio, a diverse ore della giornata.

*Aumento delle portate dei ponti nel secolo XIX*, del professore dott. J. Weyrauch. — È una Memoria in due parti, l'una per l'universalità dei lettori, l'altra, nelle dispense successive X-XII, contiene notizie complementari per gli ingegneri, le quali sono, per così dire, la conferma e dimostrazione di quanto l'A. espone nella prima parte. Premesse alcune considerazioni storiche sull'argomento, dalle quali rilevasi che le maggiori portate dell'antichità arrivarono a 34 e 36 metri nei ponti costruiti sotto Traiano, a 44 m. nel ponte di Verona (1354), a m. 72 nel ponte di Trezzo sull'Adda (1370-77), l'A. accenna ai ponti in legno sul Reno, presso Sciaffusa, con luci di m. 52 e 59 (1757), e sulla Limmat, presso Wetztingen (1779), con luci di m. 119 (non ancora oltrepassata). Poi passa a quelli metallici, dei quali appunto studia l'evoluzione delle portate nel secolo XIX. Già alcuni lustri in precedenza (1773-79) era stato costruito in Inghilterra il primo ponte metallico del mondo, con un arco di ghisa di m. 31, sul Severn, mantenutosi fino ad oggi. Ma il ponte da cui l'A. prende le mosse è quello sulla Wear (1796), presso Wearmouth, con archi di ghisa di m. 72 di corda. Egli classifica i ponti in tre categorie: ad arco, a travate, e sospesi; e per ciascuna di esse disegna un diagramma avente per ascissa gli anni dal 1800 al 1900, e per ordinate le portate dei ponti più importanti in corrispondenza degli anni in cui furono costruiti. Si hanno così tre diagrammi, nel primo dei quali (ponti ad arco), la portata comincia con m. 72 e fino al 1856 non oltrepassa i m. 73,50 (ponte Southwark sul Tamigi); poi passa a 79,60, 98,08 e, dieci anni appresso (1874) a 158,90 col ponte di San Luigi sul Mississippi; indi, rapidamente arriva a 172,5 (1885) e nel 1898 a m. 256,03 nel ponte Clifton sul Niagara.

Nel secondo dei diagrammi (travate), invece, troviamo il primo ponte di qualche importanza solo nel 1833, con una portata di 18,96 metri (in Ungheria) sul Chuka; nel 1848 già si sale a m. 125,58 (ponte di Conway, in Inghilterra), e successivamente a m. 154,40, 156,97 e 167,61 (nel Canada, presso Galt) nel 1879, la massima portata raggiunta; ma a questa si aggiunge quella dei ponti a mensola, il primo dei quali fu costruito nel 1867, con portate di metri

451,10, e l'ultimo, nel 1890, sul Firth of Forth (1), con portate di m. 521,20, non ancora superate.

Il terzo dei diagrammi è pei ponti sospesi; il secolo apre (1796) con una portata di metri 21,34, la quale arriva presto a m. 93,27 (1811); m. 124,36 (1815); m. 176,74 (1826) e a m. 272,25 (1834) nel ponte di Friburgo; l'accrescimento non si arresta e la scalinata aumenta fino al 1883, in cui si costruisce il ponte di Brooklyn, con una portata di m. 486,30.

L'A. sovrappone i tre diagrammi in uno solo, e discute le particolarità che essi presentano, facendo delle considerazioni importantissime e dando le ragioni teoriche e pratiche del perchè in determinati periodi l'una categoria ha sorpassato l'altra. Alla fine del secolo la massima portata è stata raggiunta dai ponti a travate con m. 521; ma l'eredità che il secolo morto ha lasciato al nuovo, è il progetto di un ponte sospeso sull'Hudson, in New-York, con una portata di m. 945. L'A. continua nella sua Memoria ricercando la portata massima a cui si potrebbe arrivare, in base alle cognizioni teoriche che si possiedono ed allo stato attuale dell'industria del ferro e dell'acciaio; supponendo che il ponte non debba sopportare che il proprio peso e nessun altro carico, nemmeno la pressione del vento, arriva alla portata di m. 3730. Il Ministro della guerra degli Stati Uniti d'America ha fatto ricercare la massima portata *praticamente* possibile, non solo dal punto di vista teorico e costruttivo, ma anche economico, e il risultato è stato di m. 975. Lasciando da parte il lato economico, si potrebbe arrivare fino a m. 1320.

La Memoria del prof. Weyrauch contiene altre interessanti notizie sul costo dei maggiori ponti. La seconda parte di essa è veramente, per gl'ingegneri la più interessante, ma aggiungiamo che lo è in quanto si riferisce alla prima, poichè essa contiene i calcoli e le dimostrazioni teoriche di quanto l'A. espone nella medesima; e un quadro contenente 64 dei maggiori ponti del mondo, classificati nelle categorie suddette e con tutte le indicazioni relative alla discussione fatta, nonchè la lista per ciascun ponte dei giornali che ne danno la descrizione.

\*

*Le quattro chiese circolari di Bornholm (Danimarca) e le loro pitture medioevali*, del prof. F. Laske. — Interessantissima Memoria storico-artistico-architettonica, di pag. 45, con 30 bellissime figure nel testo e 4 tavole nell'Atlante.

*Circostanze della vita e dell'attività di Architetti della Turingia nel XVI secolo*, del dott. Julius Groeschel, 20 pagine con una figura nel testo e una Tavola nell'Atlante. — Studio storico biografico intorno agli architetti Kunz Krebs (1492-1540), Ilgen Zeyler, Nikolaus Gromann e Paulus Weissmann.

*Il nuovo Palazzo municipale di Tarnowitz*, con 5 figure nel testo e due tavole.

*Il nuovo battello da palombiro dell'Amministrazione tecnica del fiume Elba*. — Breve notizia, con una tavola.

*Sopra un genere notevole di curve, loro applicazione agli archi di ponti rinfancati e loro importanza nell'idrostatica*. — Studio teorico-pratico del consigliere edilizio Gnuscke.

\*

*Spinta delle terre*, del consigliere edilizio Adolf Francke. — È un contributo al problema della spinta delle terre, che aspetta ancora la sua soluzione definitiva. L'A. dice che la spinta delle terre contro una parete è per sè stessa indeterminata, anche quando si voglia assumere come tale il valore corrispondente al momento in cui il terreno perde l'equilibrio e la parete cede; e ciò perchè la sua intensità e la sua direzione dipendono dal modo come il cedimento della parete si verifica. Invece il valore diventa determinato, quando si assegna alla linea d'azione della spinta una direzione determinata, per cui esso è dipendente da questa direzione; e potrà così determinarsi il valore minimo in relazione alla medesima; dopo di che diventerà pure possibile di trovare la pressione della minima spinta passiva, o la pressione del minimo momento di rotazione riferito a un dato punto. L'A. sviluppa appunto teoricamente le ricerche suddette. Non aggiungiamo altro, perchè oltrepasseremmo i limiti di questa bibliografia e l'esame critico della breve Memoria del signor Francke ci condurrebbe a lunga discussione.

I fascicoli si completano con 78 pagine in 4°, contenenti notizie statistiche sulle costruzioni eseguite alla dipendenza od anche col concorso del Ministero dei Lavori Pubblici, in tutti i rami dell'ingegneria. Le notizie sono spesso accompagnate da schizzi e contengono una quantità di dati relativi alle dimensioni delle opere, e specialmente al costo, ciò che li rende assai importanti.

Teramo.

Ing. GAETANO CRUGNOLA.

(1) V. le due nostre Memorie nell'*Ingegneria Civile*, 1883, pag. 93 e 1890, pag. 81 e 112.

Fig. 1.

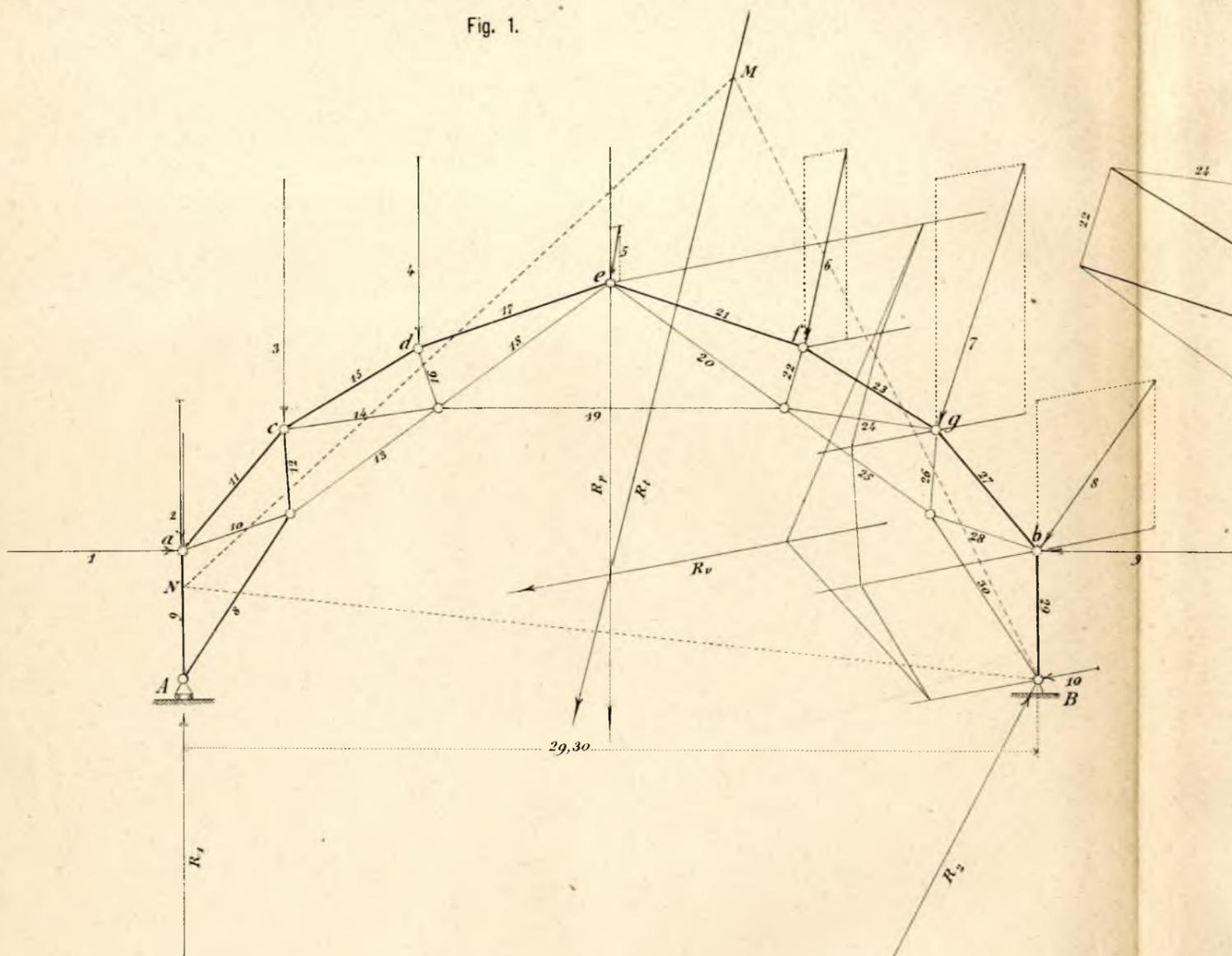
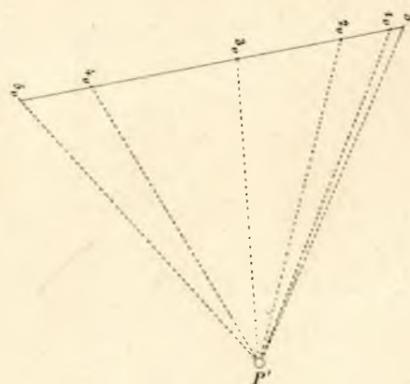
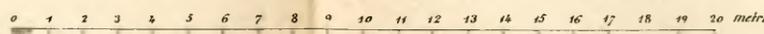


Fig. 2.

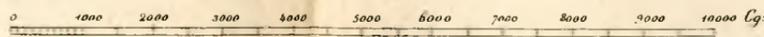


Scale: \_\_\_\_\_

per le lunghezze:



per le forze:



(1 mm = 20 cm = 100 Cg.)

Fig. 3.

