

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 NELLA SCANDINAVIA**

CENNI PRELIMINARI.

1. — Fino dal 1888 in questo stesso periodico (1) abbiamo segnalata l'attività e l'energia del nostro Ministro d'Agricoltura, Industria e Commercio per rendere utili le acque dei fiumi e torrenti in beneficio dell'agricoltura, ed anche a vantaggio dell'igiene e dell'industria. In una seconda Memoria (2) esaminammo i vari aspetti sotto i quali deve considerarsi la questione dell'utilizzazione dei corsi d'acqua, ed indicavamo i mezzi proposti e gli studi che allora si andavano facendo in Germania a questo intento. Da quell'epoca è trascorso appena poco più di un decennio, eppure questa questione ha fatto già dei passi giganteschi; la facilità con cui la forza contenuta nei corsi d'acqua può trasportarsi a distanza, ha permesso di utilizzarla in siti e condizioni così svariate, che anche il modo di produrla lungo i fiumi e torrenti ha assunto uno sviluppo, del quale allora non si poteva prevedere l'estensione e l'importanza. Fortunati i paesi che hanno fiumi e torrenti suscettibili di essere messi a profitto, e l'Italia può dirsi anche più fortunata di vari altri, perchè oltre che le sue condizioni idrografiche ed idrauliche le assegnano uno dei primi posti fra essi, gli italiani hanno subito compreso il valore di tali condizioni e primi fra tutti hanno dato a questa branca dell'ingegneria un impulso corrispondente alla sua importanza.

In una Rivista bibliografica (3), a proposito del libro di René Tavernier, accennammo alle forze idrauliche delle Alpi in Francia, in Italia ed in Svizzera, ed al modo di utilizzarle; ora ci proponiamo di fare una rapida esposizione delle condizioni favorevoli che presenta la Scandinavia da questo stesso punto di vista, sulla guida delle notizie raccolte dal prof. Holz in un viaggio di missione, compiuto dal luglio all'ottobre 1896 (4). Premettiamo alcune considerazioni d'ordine generale.

*

È noto che l'utilizzazione delle acque che scorrono, si può fare principalmente in due modi: o utilizzando la caduta, o la quantità d'acqua che il corso porta; ed in ambedue i casi si raggiunge sovente un altro scopo, quello cioè di rimediare a vari inconvenienti, che bene spesso sono causa di gravi danni.

Infatti, un fiume o un torrente non hanno bisogno, per smaltire le loro acque, che di una data pendenza sufficiente a vincere le resistenze di attrito che a queste si oppongono; se tale pendenza è assai maggiore, anche la forza viva sarà superiore al bisogno, e per conseguenza si consumerà in pura perdita, in erosioni delle ripe, del fondo, in trasporto di materiali, ecc.; insomma contribuirà a rendere il regime del corso d'acqua irregolare, selvaggio, donde la necessità di una sistemazione. È quindi naturale l'idea di sottrarre questa maggior forza al corso

(1) « L'Ingegneria Civile », anno XIV, n. 12, pag. 181.

(2) « L'Ingegneria Civile », anno XV, pag. 121 e 129.

(3) « Bollettino della Società degli Ingegneri e degli Architetti italiani », 1900, anno VII, n. 46, pag. 775.

(4) La Relazione del prof. Holz di Aquisgrana fu pubblicata nella « Zeitschrift für Bauwesen », annate 1900-1901, splendida pubblicazione periodica, che ha festeggiato quest'anno il suo giubileo cinquantennale, e che contiene tutto ciò che di più importante per l'ingegneria e l'architettura si va facendo in Germania e all'estero. Gli stessi editori WILHELM ERNST UND SOHN, in Berlino, per rendere accessibile ad un maggior numero di persone la Relazione del prof. Holz, ne hanno pubblicata un'edizione in volume a parte, col titolo: *Ueber Wasser- verhältnisse in Skandinavien und im Alpengebiet.* — Vol. in fogl. gr. form., di pag. 48 a due colonne, con 8 grandi tavole e 79 figure nel testo.

d'acqua, lasciandogli solo quella che gli occorre; siccome essa dipende dalla pendenza, così si può concentrare questa in un salto, conducendovi l'acqua a cadere, e in tal modo utilizzarla per produrre della forza, che poi si impiegherà come tornerà più opportuno e conveniente.

Ma un corso d'acqua non ha d'ordinario portata costante; essa varia, anzi generalmente dentro limiti molto distanti; e mentre nella magra diminuisce così da nuocere agli opifici situati lungo il suo percorso ed al proprio regime, diventa invece considerevole nelle epoche delle grandi piogge e del disgelo delle nevi; allora il fiume o torrente gonfia e porta tanta acqua, che non solo va perduta nel suo recipiente, ma bene spesso devia o sormonta le sponde del proprio alveo, straripa ed è causa di danni grandissimi. Anche in questo caso l'idea si presenta naturalmente allo spirito, di trattenere questa maggiore quantità di acqua che si smaltisce senza profitto, di immagazzinarla e tenerla in serbo, per poi restituirla al fiume quando esso più ne difetta, od anche per servirsene in tutto o in parte a profitto di qualche industria, nell'agricoltura od in altro modo. A ciò si provvede coi laghi artificiali.

Ecco quindi i due modi principali per utilizzare le acque di un fiume o torrente; e siccome in queste condizioni si trova la maggior parte dei corsi d'acqua montani di tutti i paesi, così è chiaro che una forza immensa annualmente si perde senza profitto; e che sta nei fiumi e torrenti, e che, raccolta e utilizzata, può essere fonte di grandi ricchezze; trasformata in energia elettrica, si conduce facilmente là dove occorre, e così può venire impiegata negli stabilimenti, nelle strade ferrate, nei canali, nell'illuminazione, ecc.; in numerose altre applicazioni sostituisce completamente i combustibili ordinari, e l'Italia, che questa forza possiede in abbondanza, e che invece manca affatto di carbon fossile e simili, se continuerà a trarne vantaggio, come già ha cominciato, non dovrà più in avvenire, per buona parte del combustibile, andare tributaria di altre nazioni.

Per lo passato l'utilizzazione di questa forza veniva limitata dalla necessità di doverne approfittare in vicinanza ai corsi d'acqua, dove generalmente non è possibile di trarne quel profitto che se ne ricaverebbe trasportandola altrove. Oggidi questa necessità, questa restrizione più non esiste, perciò la sola ricerca può limitarsi a trovare la località opportuna per avere la maggior forza possibile, che poi, trasformata in energia elettrica, si trasporterà dove meglio potrà utilizzarsi.

Non sempre torna conveniente di concentrare tutta la maggiore pendenza disponibile di un corso d'acqua in un solo punto, e non sarebbe nemmeno sempre possibile; donde la necessità e convenienza di ripartirla in vari tronchi, e così si viene a sostituire al profilo ordinario naturale del corso d'acqua, un profilo longitudinale a salti. Talvolta questo profilo a salti esiste già naturalmente, e la mano dell'uomo, intervenendo, non fa che contribuire a rendere la soluzione ancora più vantaggiosa.

In Scandinavia si verifica precisamente questo secondo caso; le condizioni orografiche e idrografiche sono diverse da quelle delle nostre Alpi; là si hanno delle vallate che si possono ritenere ancora in formazione, vale a dire che non sono scavate interamente e definitivamente; esse presentano delle tratte pochissimo inclinate, quasi orizzontali, separate da salti naturali notevoli, dove il fiume forma delle cascate, e fra due successive si ha un lago naturale.

Nelle Alpi invece è il contrario; le vallate hanno subito una erosione quasi definitiva nel letto, sicché presentano una forte pendenza nel corso superiore ed una minima nell'inferiore, prima dell'immissione nei laghi; il profilo si dispone più o meno secondo una parabola.

È ovvio che nel primo caso le condizioni sono più favorevoli per la creazione di salti utilizzabili atti a produrre energia, e perciò da questo punto di vista la Scandinavia, o almeno quella parte di essa che ci faremo a considerare (Norvegia meridionale), è stata favorita dalla natura. La cascata maggiore

che vi si incontra ha 260 metri di altezza, e il lago più vasto fra quelli nelle condizioni sopra accennate, è il lago di Werner, con uno specchio d'acqua di 6000 kmq. di superficie.

La Scandinavia è favorita anche in altro modo dalla natura; cioè le perdite che nel bacino imbrifero hanno luogo naturalmente per evaporazione e filtrazione, si riducono ad una quantità minima, tanto che delle precipitazioni meteoriche si può ritenere, che solo il 10 0/0 vada perduto; il resto scola visibilmente nei corsi d'acqua, e quindi può venire utilizzato. Ciò dipende: 1° dall'essere brevissima la stagione calda, nella quale avviene la massima evaporazione; 2° dal trovarsi gran parte dei laghi ad altitudini dove il freddo è sempre costante e forte. La natura del sottosuolo è quasi generalmente di rocce così compatte, che non vi esistono acque freatiche; circostanza per cui le acque superficiali non si perdono per filtrazione. L'esistenza dei molti laghi costituisce per la Scandinavia anche un'altra condizione favorevole, inquantochè essi funzionano da serbatoi compensatori; e noi abbiamo già detto che per la buona utilizzazione di un corso d'acqua è importante che il suo regime sia il più regolare possibile e non soggetto a sbalzi, dovendo la forza fornita dall'acqua essere possibilmente costante. A questi laghi si aggiungono le paludi alpine, numerose nelle montagne della Scandinavia, e le foreste, il cui sviluppo vi è considerevole.

CONDIZIONI OROGRAFICHE ED IDROGRAFICHE DEL PAESE.

2. — Le condizioni orografiche determinano in un paese le condizioni idrografiche; la Scandinavia, da questo punto di vista, presenta un fenomeno curioso; essa viene divisa longitudinalmente, ossia da nord a sud, da uno spartiacque principale, in due paesi distinti; la linea di spartiacque corre ad una distanza di appena 100 a 160 chilometri dalla costa occidentale della Penisola, e dall'estremo nord fino quasi all'altezza di Trondhjem coincide a un dipresso colla linea di confine fra la Norvegia e la Svezia. Da questo punto il confine si allontana notevolmente verso oriente, sicchè la Norvegia meridionale forma gran parte della regione orientale della Scandinavia. Però lo spartiacque mantiene la sua caratteristica, sicchè la regione ad occidente costituisce una striscia ristretta all'altitudine, nella Norvegia meridionale, di 1000 metri circa, che si conserva fino presso il mare, dove la costa è formata da pareti quasi verticali. I fiordi vi si internano numerosi e profondamente, in molti punti fino quasi vicino allo spartiacque, e formano le valli a salti descritte più sopra, le quali sono pure antichi bracci di mare, poichè il suolo della Scandinavia, come è noto, esce dal mare in modo continuo e progressivo, tanto che si eleva di m. 1,60 circa per ogni 100 anni. Da questa condizione orografica ne segue che le acque della regione arrivano al mare con brevissimo percorso; che i fiumi hanno bacini imbriferi assai ristretti e le vallate sono ripidissime; i laghi meno lunghi; i salti più vicini e più facili ad utilizzarsi. Gli altipiani poi sono coperti o da ghiacciai o da grandi paludi, che abbiamo già visto, costituiscono elementi importanti di compensazione nel regime di scolo.

Ad oriente, invece, della linea di spartiacque principale la regione si abbassa con pendenza più mite, avendo una distanza di circa 600 chilometri per arrivare al mare.

Lo scolo ha luogo verso oriente, ma in specie a mezzogiorno, e meridionale è anche la direzione dei principali fiumi. Nel resto le condizioni sono le stesse, quindi le vallate sono pure a salti, ma con laghi più lunghi e pendenza generale più mite, bacini idrografici assai più estesi; e in questa regione trovasi appunto il maggior fiume della Norvegia, il Glommen, con un bacino di 40 430 kmq. di estensione. Ad onta di ciò, si hanno qui pure delle cascate considerevoli, e in quella di Rjukanfos, una delle più alte del mondo, le acque si precipitano da un'altezza di 245 m., come vedremo in appresso.

*

3. — Da quanto siamo venuti esponendo, e limitando il nostro studio alla Norvegia meridionale, possiamo considerarla divisa in due parti dalla linea di spartiacque descritta; l'una sciolta nell'Oceano Atlantico, l'altra nello Skager Rak; la prima per la piccolezza dei suoi bacini idrografici e il frastagliamento delle terre offre un numero considerevole di fiumi a breve percorso; l'altra, invece, contiene i maggiori corsi d'acqua, in numero però di gran lunga minore. Già le condizioni meteoriche sono ben diverse, poichè le precipitazioni essendo causate specialmente dai venti d'occidente, quando questi urtano contro la costa così elevata, s'innalzano e danno luogo a piogge notevoli, non conservando più che poche precipitazioni per la parte orientale della Norvegia. Infatti la media annuale dell'altezza ombrometrica non discende al disotto di 1000 millimetri (varia fra 1008 e 1880 mm.) per la regione

occidentale, e non arriva a 800 mm. (da 363 a 735,7 mm.) per quella orientale.

Il regime delle acque è presso a poco analogo nei vari fiumi; le massime piene hanno luogo nei mesi estivi (da maggio a luglio); in settembre e ottobre si verifica un secondo rigonfiamento, ma assai minore. Nell'inverno invece (febbraio e marzo) si hanno le magre assolute; le acque vengono ritenute nei bacini imbriferi dal gelo. Perciò è questa la stagione più propizia per i lavori e nella quale si eseguono le costruzioni nei maggiori fiumi.

Nella parte occidentale dello spartiacque si hanno 60 fiumi, il maggiore dei quali non ha che una lunghezza di 95 km.; solo 8 di essi hanno una lunghezza superiore ai 50 km., sebbene i bacini presentino delle altitudini fino di 2400 metri. Il maggiore di questi ha una superficie di 1500 kmq.; degli altri solamente 15 hanno aree maggiori a 500 kmq. L'estensione complessiva dei 60 bacini è di 22 200 kmq., il che corrisponde a una media di 370 kmq. per ciascun bacino.

La parte orientale invece, con un'estensione di gran lunga maggiore, più di 4 volte, ossia di 94 200 kmq., non ha che 30 bacini imbriferi, quindi in media per ciascuno di essi 3140 kmq. Sei di essi hanno una superficie complessiva di 81 300 kmq., ossia 86 0/0 dell'intera estensione, e sono i più importanti dal punto di vista dell'utilizzazione delle acque; essi sono:

Il fiume Glommen con un bacino imbrifero di	40 430 kmq.
» Drammen	» » 16 890 »
» Skien	» » 10 690 »
» Laagen presso Larvik	» » 5 660 »
» Arendal (Nisserelv)	» » 3 970 »
» Otter presso Kristiansand	» » 3 660 »

Tanto nei minori fiumi della regione occidentale, quanto in questi maggiori dell'orientale, le vallate sono a gradoni fino al mare, con numerosi laghi che servono da serbatoi compensatori, e cascate naturali più o meno imponenti nel numero di 260 con un'altezza complessiva di 3277 metri. Per l'utilizzazione dei salti le condizioni sono favorevoli tanto nella parte occidentale, quanto in quella orientale. Nella prima in causa della minor portata dei fiumi si cerca di concentrare le pendenze per ottenere delle altezze di caduta considerevoli, e creare così delle forze notevoli, che possono stare a pari e forse superare quelle della regione orientale, dove i corsi d'acqua hanno portate assai maggiori. Così, per es., in tre soli punti con portate di mc. 1 a 1,5 per minuto secondo si possono avere complessivamente 38 133 cavalli lordi. Nella parte orientale vi sono fra le molte cascate 5, che hanno altezze superiori ai 50 m. (da 65 m. a 245 m.), quella di Rjukanfos già menzionata, ha ancora il vantaggio di trovarsi sotto corrente al lago di Mjøsrand la cui superficie è di 41 kmq. e può fornire 73 500 cavalli utili. Le cascate minori con altezze da 20 a 50 m. sono numerose; il prof. Holz ne registra 21.

Secondo il prof. Holz i fiumi della parte orientale sarebbero in condizioni più favorevoli per fornire forza motrice, che non quelli della parte occidentale; e ciò per le maggiori portate e la regolarità del regime loro; quest'ultima dovuta alla grande estensione dei bacini ed all'azione delle foreste, che mancano affatto nell'altra parte, ed anche per la maggior estensione occupata dai laghi, circa 3370 kmq. (ossia 1:28 per rispetto all'area totale dei bacini); mentre non è che di 660 kmq. (ossia 1:34) quella dei laghi nella regione occidentale. Aggiungasi che gli impianti idraulici e idroelettrici nella parte orientale si trovano più prossimi al continente europeo, che non gli altri, e questa circostanza è importantissima; e perciò l'A. ha studiato le possibilità di tali impianti nelle vicinanze di Cristiania, e trova che in un raggio di 48 km. intorno a questa città si possono creare ancora 13 stazioni per una forza complessiva di 132 000 cavalli; e cioè 8 nel bacino del fiume Glommen con 96 000 cavalli; e 5 in quello del Drammen con 36 000 cavalli. E ciò, utilizzando i corsi d'acqua come si trovano; ma volendo sistemare meglio il regime dei medesimi, si può accrescere in modo considerevole l'energia da ricavarsi.

Si dovrebbe credere che sotto una latitudine così elevata uno degli ostacoli principali all'utilizzazione delle acque per forza motrice dovesse essere il gelo durante l'inverno. Invece non è così; gli inverni sono, è vero, lunghi e freddi in Norvegia, ad eccezione della costa occidentale dove batte la corrente del golfo, ma la conformazione speciale delle valli a gradoni e l'esistenza di numerosi laghi, fa sì che questi funzionano non solo da serbatoio compensatore per l'acqua, ma anche pel calore; l'acqua anche negli inverni più rigidi non discende mai al disotto di 3° C. all'uscita dei laghi, ed anche dopo il percorso di 20 km. circa egli è appena se si raffredda di un grado. Il pericolo maggiore di raffreddamento è nelle

cascate naturali e nei lunghi percorsi senza laghi; allora si formano degli agghiacciamenti, i quali si raggruppano e possono ostruire le griglie di ferro davanti gli stabilimenti o fermare le turbine. Ma, ripetiamo, questi casi sono rarissimi, e in generale il ghiaccio non costituisce un ostacolo per la creazione di stazioni di energia.

CONDIZIONI ECONOMICHE E TECNICHE
DELL'UTILIZZAZIONE DEI CORSI D'ACQUA.

4. — L'utilizzazione delle acque in Norvegia è abbastanza estesa, ma non in proporzione di quello che potrebbe essere, e non nella grandiosità che si avrebbe il diritto di attendersi, date le condizioni naturali favorevoli descritte, e certamente è minore che nelle Alpi. La legge del paese riconosce al frontista l'esclusivo diritto di utilizzare le acque fino alla mediana del corso; quindi anche le vendite e concessioni si fanno da essi e dentro tali limiti. I prezzi variano naturalmente secondo le località, le condizioni più o meno favorevoli, la distanza dai centri industriali o dalle coste, dove questi per la massima parte esistono. Si calcola il numero dei cavalli disponibili in rapporto colla portata delle magre maggiori. In Cristiania si sono pagate lungo il fiume Akers 1220 lire per ogni cavallo; eccezionalmente si è arrivati fino a 2240 lire. Nell'interno del paese, invece, i prezzi sono assai minori senza paragone; così, per es., il proprietario della cascata di Rjukan (Rjukanfos) nel bacino dello Skien, che può dare 73 500 cavalli, come abbiamo detto più sopra, ha venduto per sole 1120 lire in blocco tutta la cascata; è vero che il numero di cavalli indicato rappresenta solo la potenzialità e mancano i lavori per esplicarla, ma le spese di costruzione per cavallo idraulico sono assai basse, appunto per le condizioni favorevoli naturali; variano però in limiti molto distanti, da 10 a 200 lire.

Gli impianti visitati dal prof. Holz nel 1896 e allora in esercizio nei tre fiumi Glommen, Drammen e Skien possedevano in complesso 100 000 cavalli; l'impianto maggiore però non oltrepassava i 6000 cav.; al disotto di 1000 cav. non ne ha visitati. Però ne esistono molti altri e con potenze notevoli, nelle contrade non visitate dal prof. Holz, e non poche anche nei fiumi della parte occidentale della Penisola.

Le industrie principali a cui generalmente servono sono la fabbricazione della cellulosa e della pasta di legno per la medesima; industrie possibili solo quando la forza disponibile è a molto buon mercato; a lato a queste principali industrie, ve ne sono altre; segherie, manifatture di panni, fabbriche di macchine, molini, ecc.

Generalmente è la forza idraulica che viene utilizzata senza trasformazione in energia elettrica, tanto che nel 1897 solo 1650 cavalli subivano questa trasformazione in servizio dell'illuminazione e per trazione di ferrovie. Ora però le cose sembrano volere cambiare, e già sono in costruzione degli impianti idro-elettrici.

I capitali impiegati per lo passato erano per la massima parte nazionali, ma col nuovo sviluppo che l'utilizzazione delle forze assume, si ricorre al capitale estero e in avvenire ciò si verificherà in proporzioni anche maggiori, specialmente al capitale inglese. In tali condizioni è evidente che si eseguiranno dapprima gli impianti più convenienti dal lato economico; avranno quindi la preferenza quelli in vicinanza ai centri industriali, o alle coste dove sono le principali città, o a canali, fiumi navigabili e fiordi, per la facilità di trasporto dei prodotti. In molti casi si è supplito con ferrovie funicolari o elettriche per tali trasporti; ma col nuovo sviluppo la località non avrà più molto peso nella bilancia, potendosi facilmente trasportare a grandi distanze l'energia elettrica. Da noi sono ammirabili gli impianti di Paderno, e di Vizzola e non pochi altri si vanno costruendo che in grandiosità vi si avvicinano o poco differiscono.

In California si trasporta l'energia elettrica fino a 121 km. di distanza con una tensione di 30 000 volt (1). Con questi esempi ormai la Norvegia può avviarsi senza esitare all'utilizzazione delle sue numerose forze, non preoccupandosi della località nella quale l'impianto viene eseguito. Già nella vicina Svezia si è proposto di creare delle grandi forze per essere trasportate a Stoccolma a 150 km. di distanza, con una perdita del 25 0/0. In Norvegia poi, oltre che al trasporto mediante l'elettricità, si è pure progettato di condurre le acque mediante cunicoli e gallerie a grandi distanze senza perdere della loro pendenza, la quale verrebbe così concentrata in vicinanza alla costa dove le acque vengono condottate.

Con questo aumento considerevole di forze è naturale la domanda dell'impiego che se ne potrà fare; e qui si apre un

nuovo campo per la Norvegia e le industrie elettrochimiche; già si stanno creando fabbriche per la produzione del carburo di calcio e dell'alluminio; il primo specialmente si può avere a buon mercato dalla calce nazionale e da carboni inglesi che in Norvegia costano pochissimo, quasi come in Inghilterra.

Per la produzione di forza motrice il carburo potrebbe poi venire trasportato in Germania, dove ciò può farsi con mezzi economici. Altre materie prime sono il legname, la torba, la calce, l'argilla ed anche prodotti montanistici.

*

5. — Nelle costruzioni idrauliche i materiali più in uso sono la pietra e il legname, che in Norvegia abbondano; anzi questo ultimo più ancora della prima, e solo dopo che i capitali esteri vi hanno cominciato ad affluire, anche la pietra è diventata la preferita. Il ferro si usa solo là dove è proprio indispensabile. Le malte trovano poca applicazione, forse per la difficoltà dei trasporti nei siti lontani, per cui si incontrano molte costruzioni a secco, specialmente le antiche. Per l'impermeabilità dei giunti si ricorre all'argilla ed anche alla sabbia, alla lana di legno ed alla torba. Il calcestruzzo non gode molto favore; pare che i grandi freddi ne compromettano la durata.

Una delle costruzioni preferite è una specie di cassone di pietre; consiste in una armatura di legname riempita di pietre; le travi che costituiscono l'armatura si impiegano non solo all'esterno, ma anche all'interno, per tenere legate le varie parti (fig. 62); serve specialmente per quelle opere che devono



Fig. 62. — Armatura di legno per un cassone di pietre.

opporre una forte resistenza, quali chiuse, dighe, argini di sbarramento e simili. Si fonda sopra la roccia, la cui profondità viene ben determinata in precedenza mediante scandagli, poi si costruisce il cassone sulla sponda, e nell'inverno, quando il fiume è in magra, si mette in posto e si riempie di pietre.

Questi cassoni di pietre sono economici, resistenti assai e duraturi, quando si trovano continuamente sotto acqua; così, per esempio, la chiusa di Larvik esiste da oltre 200 anni.

Spesso si eseguono delle chiuse sopra corrente agli impianti idraulici, al solo scopo di regolare la portata dell'emissario di un lago e rendere il suo regime utilizzabile nel migliore modo possibile. Allora si fa la parte inferiore massiccia e fissa, e superiormente si aggiunge una chiusa mobile.

Quando poi l'altezza è considerevole, per es., fino a 10 e più metri (anche di 25 metri), la chiusa diventa una vera traversa di sbarramento; in tali casi ai cassoni di pietra si sostituisce della muratura di pietra con malta di calce e rivestimento in pietra da taglio. Di queste traverse se ne trovano diverse in Norvegia, anche in servizio della navigazione. Quella della cascata di Vrang (Vrangfos) (fig. 63, 64 e 65) ha un'altezza di 30 m. circa ed è tutta in muratura con malta di cemento.

Un altro modo interessante consiste nell'eseguire la parte a monte della traversa, ossia dal lato dell'acqua, in muratura di pietrame con malta di calce idraulica per una grossezza di un metro; per il rimanente poi non si adopera la malta che nelle commessure orizzontali, quelle verticali invece vengono lasciate a secco. Le pietre devono essere ottime e le fondazioni sicure; con questo sistema, essendo aperte le commessure verticali, non vi è pericolo di spinte nell'interno della muratura, tendenti a sollevarla, e dove non vi è necessità di economizzare l'acqua, la riuscita è buona. Meno buone invece sono le costruzioni antiche col solo rivestimento a monte (per lo spessore di un metro) in muratura di malta, ed il resto tutto a secco.

(1) « Teknisk Ugublad », 1897, n. 13.

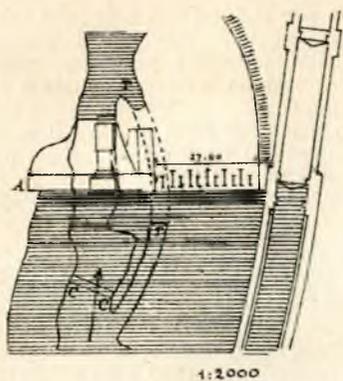


Fig. 63. — Traversa di Vrang.
Planimetria.

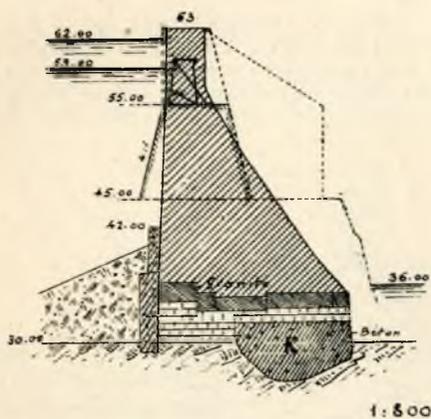


Fig. 64. — Traversa di Vrang.
Sezione trasversale.

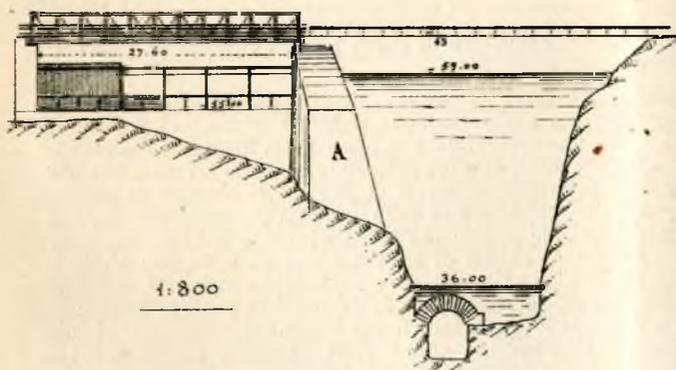


Fig. 65. — Traversa di Vrang. — Prospetto.

Negli ultimi tempi si è provato di ricorrere al calcestruzzo con rivestimento a monte in pietra da taglio, ma la differenza di assetto fra le due murature è un inconveniente grave.

Le chiuse mobili vengono costruite ad agucchie; in nessun altro paese ve ne sono tante quante in Norvegia. I cavalletti sono d'ordinario in ferro (fig. 66), ma qualche volta anche in legno, quando l'altezza non è molta; i primi si possono abbassare, e si mettono a 3 e 4 metri di distanza fra loro; i secondi invece si fanno fissi.

Gli antichi impianti non hanno che raramente un canale di scarico propriamente detto; le macchine sono situate vicinissimo al fiume, dove le acque reflue immettono direttamente; nei nuovi impianti invece, si comincia a introdurre anche la costruzione del canale inferiore.

In tutte le installazioni il canale d'arrivo esiste sempre e mette in comunicazione l'acqua sollevata dalla chiusa colle macchine; quando è a pelo libero viene eseguito o in legno,

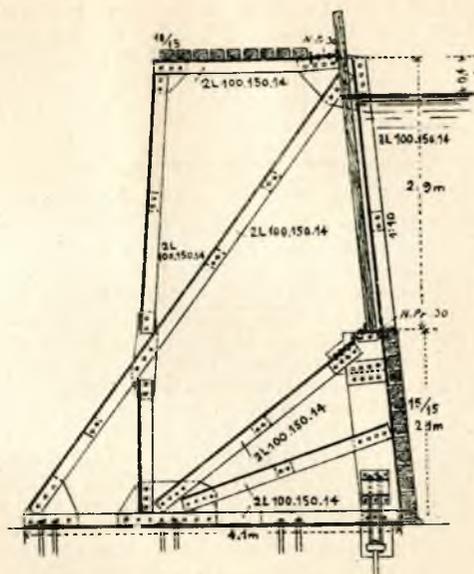


Fig. 66. — Cavalletto in ferro per sostegno
di chiusa mobile.

o nella roccia, o in galleria, o nella terra; questi ultimi sono i più rari, mentre i canali in legno hanno avuto un'applicazione estesa assai, ed è naturale in un paese così ricco di boschi come è la Norvegia.

Più importanti sono invece le condutture forzate impiegate a condurre l'acqua alle macchine; spesso non vi è neppure un tronco di canale a pelo libero. Le condutture forzate si eseguono in ferro e generalmente di diametro superiore a un metro: sono comuni i diametri di 3 a 4 metri, e il professore Holz ne ha visto una in Scotsfoss con metri 5,1 di diametro ed una caduta di 8 metri; esse non hanno però grande sviluppo, sono rare quelle che oltrepassano la lunghezza di m. 500. I tubi presentano d'ordinario su tutta la loro lunghezza una fila sola di chiodi. Si hanno numerosi punti dove avvengono varie distribuzioni, e i pezzi impiegati offrono un certo interesse. Si collocano in posto orizzontali od anche inclinati, ma generalmente scoperti, appoggiati solo alla superficie del terreno. È evidente che in tali condizioni e in un clima così freddo, come è quello della Norvegia, le variazioni di temperatura vi devono esercitare una grande influenza; però non si dimentichi ciò che abbiamo detto più sopra, che cioè, l'acqua di molti fiumi, in causa dei laghi, non ha mai temperatura inferiore a zero gradi; aggiungasi poi, che il gran diametro delle condutture e la circostanza che gli impianti lavorano senza interruzione, giorno e notte, sono condizioni favorevoli ad evitare i forti abbassamenti di temperatura. Per cui solo in casi specialissimi, in luoghi chiusi e ristretti, e con condutture di piccolo diametro, può verificarsi la formazione del ghiaccio contro le pareti. Per l'aumento di temperatura si osservi che essendo il ferro a contatto coll'acqua, fino a che questa scorre nella conduttura, non avvengono grandi variazioni, perciò non vi è da temere che per effetto del calore il ferro venga cementato da uno sforzo speciale. Le condutture poi sono costruite in modo che la dilatazione può effettuarsi dentro certi limiti a seconda del bisogno. D'ordinario due sono i punti fissi, l'entrata e l'estremità, dove il tubo immette nelle macchine. Se fra questi due punti vi sono dei gomiti e delle curve, pare che bastino al gioco richiesto dalle variazioni di temperatura. Se invece la conduttura è interamente in rettilineo, allora è d'uopo provvedervi. Fino a che l'acqua vi scorre, pare non vi sia nemmeno questa necessità; ma tosto che la conduttura si vuota, il ferro varia nella sua lunghezza notevolmente. In alcuni casi si è provveduto facendo l'edificio di immissione in legno, nel quale è possibile di permettere un certo gioco al tubo senza che ne soffra la permeabilità. Quando invece l'edificio è in pietra, si è obbligati, per evitare la formazione di lesioni, di tener continuamente bagnato il tubo, per conservarlo a temperatura costante.

Nelle nuove condutture rettilinee però si provvede con speciali disposizioni: scatole a stoppa od anche congiunzioni a molla come indica la fig. 67.

Le condutture vengono anche rinforzate di 4 in 4 metri circa con anelli che le abbracciano, lasciando un gioco di 1

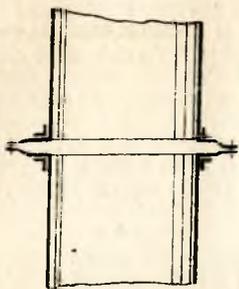


Fig. 67. — Congiunzione elastica dei tubi di condotta.

a 2 centimetri, e ciò per impedire delle deformazioni, che potrebbero facilmente verificarsi, a cagione del poco spessore che hanno i tubi.

Nelle nuove costruzioni si manifesta una tendenza a sostituire a queste condotte delle gallerie o dei cunicoli praticati nella roccia, a sezione piena, rivestiti od anche senza rivestimento se la roccia lo consente; e siccome i vantaggi che si hanno sembrano notevoli, così è probabile che a poco a poco questa tendenza prenda sempre più piede.

Anche le paratoie di immissione sono abbastanza semplici, e d'ordinario di legname; sebbene questa disposizione sia antica, e negli impianti più recenti si sia ricorso a disposizioni più moderne e più complicate, pure sembra che quella antica di legname sia più conveniente ed anche più vantaggiosa; notisi che l'acqua in Norvegia è sempre chiarissima, e non richiede delle disposizioni speciali per favorire i depositi, prima che s'immetta nelle condotte; basta una semplice griglia per arrestare i galleggianti.

In quanto alle macchine, le ruote ad acqua sono rarissime in Norvegia, non si usano quasi generalmente che turbine. Regolatori automatici non vengono impiegati. Vi sono, è vero, in Norvegia delle fabbriche importanti di turbine, ma ciò non ostante i Tedeschi e gli Svizzeri vi fanno una concorrenza efficace; però le loro turbine vengono accusate di essere troppo delicate. Ora che da noi questo ramo di fabbricazione ha fatto dei progressi veramente notevoli, potrebbero le nostre firme tentare di vincere la concorrenza tedesca e svizzera in Norvegia, il che non sarebbe difficile, appunto pel difetto sopra osservato, di cui le turbine italiane (Riva e Monneret) vanno esenti. Sarebbe un campo vastissimo che si aprirebbe a questa industria nazionale.

*

6. — Abbiamo già accennato alla necessità, che anche in Norvegia esiste, di meglio ripartire la portata dei fiumi sui vari mesi dell'anno, rendendo il regime più regolare e costante; ma nello stesso tempo abbiamo anche fatto rilevare, che le condizioni orografiche ed idrografiche del paese sono di natura che rendono facile un tale sistema di compensazione, senza che occorran spese notevoli. La stagione delle magre è l'inverno, si tratta quindi di immagazzinare durante le altre stagioni dell'anno l'acqua delle piene, per poi lasciarla scorrere nell'inverno. Ora l'esistenza dei molti laghi disposti a gradoni nelle vallate facilita grandemente la risoluzione di questo problema, cui si provvede in tre modi distinti:

1) Utilizzando l'acqua contenuta nel lago al disotto della soglia dell'emissario (fig. 68) mediante un cunicolo inferiore. Perché ciò si possa fare è d'uopo che il lago sia profondo, e che immediatamente sotto corrente la valle presenti un notevole salto, in modo da potere ricevere le acque del cunicolo, per quanto basso potesse essere;

2) Sbarrando con una traversa (fig. 69) la riva inferiore del lago; si guadagna così una capacità corrispondente allo specchio del lago ed a quel maggior allargamento che la valle presenta sopra il livello del medesimo, e questo per tutta l'altezza h utile della traversa di sbarramento;

3) Riunendo i due modi, e cioè costruendo la galleria, e nello stesso tempo elevando la traversa di sbarramento (fig. 70).

La scelta della soluzione da adottarsi, dipende naturalmente dalle condizioni locali; si sceglierà quella più vantaggiosa, sia dal punto di vista della quantità d'acqua che si immagazzina, sia da quello della spesa occorrente. Vedremo nella descrizione dei vari impianti, dove queste soluzioni sono state impiegate.

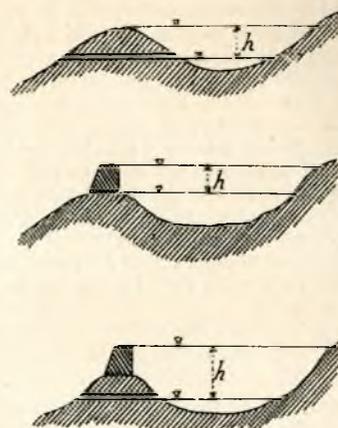


Fig. 68, 69 e 70. — Modi di servirsi dei laghi per ottenere più regolare la portata dei fiumi.

*

7. — La facilità colla quale in Norvegia è possibile di regolarizzare la portata dei fiumi, distribuendola equamente nelle varie stagioni dell'anno, fa sì che si può render utilizzabili le numerose cascate in servizio della navigazione, senza menomare i vantaggi che se ne possono trarre per la creazione di forza motrice.

Infatti le disposizioni accennate, col creare nei vari laghi dei serbatoi d'acqua, permettono di utilizzare quest'acqua per l'alimentazione di quei canali o fiumi, la cui profondità è insufficiente alla navigazione, e ciò senza danno dell'impianto per forza motrice, il quale utilizza il salto.

Il fatto poi che i mezzi di ritenuta dell'acqua sono naturali (nelle vallate a gradoni), o se artificiali non vengono rimossi durante le piene, fa sì che in qualunque tempo l'utilizzazione per forza motrice e per la navigazione è sempre possibile; ciò che non si verifica negli altri corsi d'acqua europei, dove al tempo delle grandi piene la differenza di livello necessaria alla creazione della forza motrice non esiste più, o solo in grado minimo e insufficiente.

Il canale più importante della Norvegia è il Bandak-Skien, col quale sono uniti degli impianti di forza, di cui diremo più innanzi; ora basterà accennare che i salti esistenti lungo il medesimo sono in numero di otto, e che di essi tre servono contemporaneamente per due scopi, forza motrice e navigazione; questi si trovano presso Skien, Løveid (Skotsfos) e Ulefos. Sono cascate naturali dove l'impianto per forza motrice ha preceduto il servizio della navigazione.

Un punto pure interessantissimo di questo canale è il salto nelle vicinanze di Vrangfoss, dove è utilizzabile un'altezza di 23 m. L'impianto progettato però non è stato ancora eseguito, perchè le questioni legali di acquisto non sono ultimate.

Un altro canale in condizioni analoghe è quello di Dalsland, presso Fredrikshald; diremo in seguito dell'impianto idraulico che si trova sul medesimo presso Trollhättan.

CENNI SU ALCUNI IMPIANTI.

8. — Nei numeri precedenti abbiamo esposti alcuni dati generali sulle condizioni esistenti nella Norvegia meridionale per la creazione di impianti atti a utilizzare le forze idrauliche dei proprii fiumi. Accenneremo ora ad alcuni di tali impianti, ed a qualche località, sommamente favorevole per installarne altri, e ciò sulla guida della Relazione di viaggio del prof. Holz.

Nella Norvegia occidentale il prof. Holz ha visitato sei punti nella immediata vicinanza di Bergen e dintorni. Essi non offrono però grande interesse e per la poca importanza degli impianti e per le costruzioni stesse, che non escono dall'ordinario. Uno di essi è vicinissimo a Bergen e serve per un molino situato in Storemole. Un piccolo lago a 150 m. circa sul livello del mare è stato utilizzato per immagazzinarvi dell'acqua mediante la costruzione di una traversa di sbarramento, che ne eleva il pelo di parecchi metri. L'altezza della traversa è da 10 a 13 metri; la sua lunghezza non è che di circa 30 metri al ciglio; verso monte ha una grossezza di metri 2 ed è in pietrame a secco; verso valle è pure di pietrame a secco, con uno spessore variabile da 4 a 10 metri, a gradoni. Fra questi due muri trovansi una parete di torba di 4 metri di spessore, la quale

serve a mantenere l'impermeabilità della traversa. Un tubo di ferro di m. 0,60 di diametro attraversa la diga e conduce le acque in pressione fino al molino per una distanza di m. 750, e con una differenza di livello utile di 150 m.; cosicché la forza che si ottiene è di 300 cavalli. La condotta appoggia sopra sostegni in pietra isolati, ed è munita di premistoppa per facilitare le dilatazioni del ferro.

Delle altre installazioni, quella di Dale, lungo la ferrovia Bergen-Voss, dispone di una forza di 1800 cavalli. Però siccome il fiume subisce delle variazioni di portata, che diminuiscono la forza fino a 1120 cavalli, così si è regolarizzato il lago di Hamlegrø, situato a 27 km. più a monte, utilizzando una maggiore altezza di metri 2,50, con che si è venuto ad accrescerne la capienza di 24,5 milioni di metri cubi. Serve per una fabbrica di panni.

IL FIUME SKIEN.

9. — Il fiume Skien è il terzo per importanza fra i corsi d'acqua della Norvegia meridionale; il suo bacino imbrifero è di 10 690 kmq., ossia poco più del quarto del bacino del Glommen, e appena di 570 kmq. inferiore ai $\frac{2}{3}$ di quello del fiume Drammen. Scorre al limite meridionale del bacino, e per una lunghezza di 50 km. circa da Skien (al livello del mare) la vallata è percorsa dal canale di Bandak, così detto dal lago omonimo a 72 m. d'altitudine e da dove esso prende origine. Questo canale offre un grande interesse tecnico, e viene considerato come una delle principali meraviglie della Norvegia.

La differenza di livello per arrivare al mare viene superata coll'aiuto di 19 conche, aventi la lunghezza di 37 m.; larghezza di 6,9 m. e m. 2,60 di minima profondità utile; la caduta varia fra i 3 e 5 metri. Le conche sono quasi tutte costruite nella roccia, e distribuite in gruppi di 2 a 5, ad eccezione di due isolate. I vari salti sono in numero di 8, con altezze variabili da m. 3 a 23. Le traverse di sbarramento sono costituite da una parte fissa sommergibile e da una chiusa mobile ad agucchie sovrapposta. La traversa fissa è generalmente costruita con cassoni ripieni di pietra come abbiamo già descritti (fig. 62) e la chiusa mobile è in legno a cavalletti fissi là dove il fiume è largo e il fondo sabbioso, il che verificasi nella parte alta del canale. Dove invece il fiume è ristretto assai e il fondo è roccioso allora le chiusi sono in ferro (fig. 66).

Presso Skien il bacino imbrifero è di 10 700 kmq. e a Løveid, ossia a circa 4 km. più a monte, il bacino è di 10 000 kmq., di cui 480 kmq. occupato da laghi. La massima portata è di 2300 mc. per minuto secondo, la minima di 100 mc/s.

Nei salti presso Skien, Løveid e Ulefos abbiamo già detto che esistono degli impianti idraulici. A Vrangfos a 32 km. più a monte di Skien si è progettato un impianto di forza idraulica assai interessante, pel quale si sono già eseguite le opere seguenti, in attesa che le pratiche per la concessione definitiva vengano esaurite.

Si è costruita una traversa muraria dell'altezza di m. 36,50, che a sinistra (fig. 63 e 65) appoggia al versante della vallata, incastrandosi nella roccia; alla destra viene rinforzata da un grosso contrafforte. A visibile nella fig. 65. La sezione è indicata dalla fig. 64 e non ha bisogno d'altre spiegazioni. Solo per 30 metri di altezza è la sezione effettiva, il rimanente è una sopraelevazione fino all'altitudine del ciglio, che si trova all'altitudine di 63 m.; le massime piene arrivano a 62 m.; per cui si ha un franco di un metro. Fra il contrafforte A e la sponda destra trovasi lo sfioratore colla soglia all'altitudine di 55 m. e una lunghezza di m. 27,60; nella parte inferiore per 7 metri circa è in muratura, poi è sormontato da una chiusa mobile in ferro visibile nelle fig. 64 e 65, e che regola le piene fino all'altezza di 59 metri, oltre la quale esse vengono abbandonate. La chiusa mobile è costituita di cavalletti di ferro alti 5 metri, come quelli della fig. 66, e distanti fra loro di m. 4,60; fra due cavalletti maggiori è situato uno più basso fino all'altezza del piede delle agucchie e costruito in modo analogo. Un ponte pedonale congiunge la sponda destra al ciglio della traversa muraria. Sulla destra è intagliato il canale per la navigazione (fig. 63).

La traversa è rettilinea; si è dovuta costruire in inverno per approfittare della magra del fiume; la costruzione durò dal 1889 al maggio 1891; le acque vennero deviate sulla destra e convogliate a valle mediante la galleria TT (fig. 63) praticata nel granito della parete. La tura CC serviva per trattenerle e guidarle. Nelle fondazioni s'incontrò una spaccatura nella roccia riempita di materie alluvionali; venne coperta con un forte arco di granito (fig. 65) sul quale si appoggiarono le fondazioni della traversa. Il vuoto sottostante venne riempito di materiale a secco. Mentre si stava costruendo l'arco una parte della tura

si ruppe e il lavoro venne parzialmente distrutto, fu giocoforza riprenderlo nell'inverno successivo; i materiali asportati si ritrovarono poi nel gorgo K (fig. 64), che si riempì con muratura a secco. La galleria T venne pure chiusa ermeticamente.

La traversa non ha che un volume di 9000 metri cubi ed è tutta in grossi massi di granito con malta composta di 1 parte di cemento e 2 di sabbia.

Il costo è stato di 336 000 lire. L'impianto delle macchine per l'utilizzazione del salto è facile a farsi e con pochissima spesa si otterranno 10 000 cavalli effettivi.

*

10. — Andando verso valle lungo il canale, dopo Vrangfos, s'incontra Eidsfos la cui traversa è costituita nella parte fissa da cassoni riempiti di pietre, ed ha una lunghezza di metà maggiore di quella ora descritta.

Nella cascata Ulefos, a poco più di 3 km. a valle, il salto viene utilizzato da impianti speciali sulle due sponde, per una derivazione complessiva di 34 m. c./s. Nell'impianto sulla destra il tubo principale che conduce l'acqua (20 mc.) alle turbine ha il diametro di 4 m., e si suddivide in 10 rami per guidarla a 10 diverse turbine, la cui energia complessiva è di 2000 cavalli. L'impianto sulla sinistra consuma 12 mc. e produce 1200 cavalli.

A Løveid, 22 km. circa più a valle, si trova la più gran fabbrica di pasta di legno che esista in Norvegia, con una produzione di 20 000 tonnellate l'anno. La caduta è di m. 10,50; quella utilizzata di m. 8; la minima portata d'acqua derivata è (in inverno) di 100 mc./s., ma d'ordinario le macchine agiscono con 50 mc. e producono 4000 cav., che però di tempo in tempo si elevano a 6000 cav. Il tubo che dalla vasca di carico conduce l'acqua a 20 turbine, ha un diametro di m. 5,10, il maggiore di Norvegia. La turbina che ha la maggior forza fornisce 400 cav.

Un secondo impianto per l'altra metà dell'acqua si sta costruendo, aumentandosi così il numero dei cavalli di altri 4000 fino a 6000. Si è progettata una galleria di 300 m. nella roccia, il cui costo è preventivato in L. 134 400.

Presso Skien trovasi l'ultima cascata del fiume, nell'immediata vicinanza del mare; quivi le condizioni naturali sono così favorevoli che già fino dal 16° secolo si utilizzava la caduta. Ora si producono oltre 5000 cav. con una caduta di m. 4,30 da una serie di stabilimenti, sulla sinistra. Fra essi merita speciale menzione una fabbrica di celluloso, che da sola utilizza 1100 cav. Sulla destra un molino ricava 250 cav. La vicinanza del mare però fa sì, che nelle burrasche l'acqua inferiore rigurgita nei canali di restituzione e diminuisce la differenza di livello fra il pelo del canale di carico e quello d'uscita, e così anche la forza viene a diminuire notevolmente.

Nel bacino di questo fiume trovasi la più grande cascata della Norvegia, il Rjukanfos, con una caduta di 245 m. e che non è ancora utilizzata, ma che potrebbe fornire una forza di 73 500 cavalli effettivi. Il bacino che scola per questa cascata contiene per 80 kmq. di superficie occupata da laghi, fra i quali il Mjøs vand da lui solo ha un'area di 41 kmq. e un bacino proprio di 1550 kmq. Negli ultimi anni, mediante un cunicolo (fig. 68) si sono resi utilizzabili i primi cinque metri di profondità del lago dal pelo superiore in sotto, ossia una capacità di 200 milioni di metri cubi.

BACINO DEL FIUME DRAMMEN.

11. — Il bacino del fiume Drammen si trova a sud-ovest di quello del Glommen ed è il secondo più importante della Norvegia meridionale; ha una superficie di 16 890 kmq.; il punto più elevato trovasi a m. 1960 sul livello del mare; i laghi hanno un'area complessiva di 659 kmq., ossia il quarto circa dell'area totale; la portata minima è di 40 mc. per minuto secondo, ossia litri 2,5 per m. s. e per kmq.; la maggiore 1800 mc./s.; ossia 107 litri p. s. e p. kmq.; contiene numerosi impianti di utilizzazione delle sue forze idrauliche naturali. Il prof. Holz non ha visitato che quelli lungo l'asta inferiore del fiume (Randselv) Drammen sotto corrente al lago Randsfjord; questo ha un bacino imbrifero di 3700 kmq., uno specchio d'acqua di 136 kmq. e l'altitudine di 133 metri. Gli impianti esistenti e quelli possibili (in questo breve tratto) a colpo d'occhio, sono indicati nello specchio a pag. 199.

I proprietari dei due impianti 11 e 12 hanno ottenuto la quantità d'acqua loro necessaria e che nel fiume Simoa mancava, immagazzinandola nel lago Söneren, situato più a monte all'altitudine di 118 metri, con una superficie di 8,08 kmq., e un bacino imbrifero di 600 kmq. Mediante uno sbarramento (fig. 69) di 2 metri di altezza, lungo 20 metri, costituito da una

chiusa ad agucchie, aumentarono la capacità del lago di circa 17 milioni di metri cubi, e la spesa non fu che di lire 28 mila.

Anche da noi questo modo di accrescere la portata di un fiume è conosciuto; da oltre un anno si stanno facendo gli studi per una diga di sbarramento all'estremità inferiore del Lago Maggiore, onde aumentare la portata del Ticino, e di conseguenza la derivazione della Società Lombarda che ha già fatto l'impianto di Vizzola.

N. d'ordine	Designazione delle cascate	Caduta		Forza prodotta in cav.	Annotazioni
		disponibile	utilizzata		
1	Bergefos - subito dopo il lago, sotto corrente	—	5,00	1000	5 turbine, di cui la maggiore di 350 cav.
2	Violfos - a 3 km. sotto corrente dalla precedente cascata . .	—	18,3	3000	Portata della derivazione 19 mc./s., tubo con m. 3,70 di diametro.
3	Hønefos - alla confluenza della Bagna col Randselv presso Hønefos	—	19	4000	—
4	Høfsfos - lungola Bagna	—	24	4000	—
5	Hensfos - Id.	—	27	5000	—
6	Gjethusfos - all'uscita del lago Tyrifjord . .	—	7	5000	Bacino imbrifero 9700 kmq., il numero 7 non è ancora utilizzato.
7	Gravfos - all'uscita del lago Tyrifjord . .	14	—	—	Non ancora utilizzate.
8	Kistefoss - sul fiume Snarum poco sopra	35	—	—	
9	Kaggefoss - la sua confluenza col Drammen	25	—	—	
10	Embretsfos - riceve l'acqua di 3 fiumi, Randselv, Bagna e Snarum	—	10	5000	Utilizzato fino al 1896, in cui fu distrutto l'impianto dal fuoco; ora disponibile.
		18	—	10000	
11	Kongsfos - sul fiume Simoa, vicinissimo alla sua confluenza col Drammen	17	16	1000	—
12	Haugsfos -	38	33	1000	—

UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE DEI FIUMI MINORI.

12. — Lungo la costa meridionale fra Arendal-Larvik-Horten-Kristiania-Moss e Fredrikshald sfociano vari fiumi secondari a bacino limitato, nei quali si trovano pure delle cascate, in gran parte utilizzate per forza motrice; non parliamo che di quelle vicinissime al mare, perchè le altre non furono visitate dal prof. Holz. I fiumi sui quali gli impianti sono situati sono i seguenti, colle rispettive superficie dei bacini imbriferi corrispondenti:

Arendal	3970 kmq.
Toke	870 »
Fariselv	510 »
Laagen	5660 »
Akerselv	204 »
Moss	660 »
Tistedal	1500 »

L'impianto sull'Arendal nel punto Evenstadfos vicinissimo alla foce, utilizza una caduta di 13 a 16 metri, creando una forza di 4000 cavalli. Le figure 71, 72 e 73 rappresentano la traversa di sbarramento all'uopo eseguita, la quale tiene in collo l'acqua, che qui percorre una rapida di un chilometro e mezzo, e così si è creato un lago artificiale che fornisce la forza richiesta. La traversa (fig. 72) è tutta in calcestruzzo; ha l'altezza di 14 metri, sormontata da una chiusa ad agucchie per regolarizzare le piene fino all'altezza di metri 17; il pelo delle massime piene conosciute trovansi all'altitudine di m. 18.

Le acque di piena si precipitano dal ciglio della traversa con una lama di 3 metri d'altezza. Il letto inferiore è costituito di roccia e può ricevere l'urto dell'acqua senza inconvenienti. L'edificio delle turbine è situato sulla destra della traversa e le acque vi sono convogliate mediante un canale profondamente incassato nella roccia e che arriva fino alle turbine.

Una disposizione analoga è in corso di esecuzione ad Aabyfos presso Larvik sul fiume Laagen. La traversa di sbarramento ha la sezione indicata dalla figura 75 ed è costituita da una costruzione a cassoni riempiti di pietra con sovrapposizione di una chiusa di ferro mobile (fig. 74 e 75).

Il fiume Akerselv sfocia proprio in Cristiania; ha un bacino soltanto di 204 kmq., di cui 13 kmq. occupato da laghi: il Maridalsvand è l'ultimo di essi ed è anche il più grande: trovasi a 149 m. di altitudine ed ha uno specchio d'acqua di 3,6 kmq. Dista di 6 km. da Cristiania. In questo percorso di 6 km. si sono costruiti numerosi impianti di utilizzazione delle forze naturali dell'Akerselv, i quali hanno tutti grandissima importanza, appunto per la loro vicinanza alla capitale della Norvegia.

Il punto più elevato del bacino dell'Akerselv trovasi a 672 metri sul livello del mare; gli interessati nei vari impianti hanno accresciuto la portata del fiume e resa più regolare, mediante sistemazione di vari dei laghi situati nella parte più elevata del bacino imbrifero. Tutte queste sistemazioni sono collegate fra loro per mezzo di un servizio ottimo di corrispondenza; e in questo modo si è riusciti a far sì, che la portata del fiume in Cristiania non discende mai al disotto dei 5 mc. per minuto secondo, e non oltrepassa mai i mc. 5,5 per minuto secondo. Questo risultato è uno dei più splendidi che si possano ottenere dalla sistemazione dei laghi sul regime di un fiume, ma non è certo possibile dappertutto, anzi la sua applicazione è assai difficile e di esito molto incerto. E da consigliarsi solo nei casi di un bacino imbrifero limitato e di una vallata a gradoni, come è il carattere delle vallate percorse dai fiumi norvegesi. Tuttavia, quando non si aspira che a sistemazioni parziali, il sistema è sempre raccomandabile, specialmente poi se si tratta in primo luogo di utilizzare le acque per un altro scopo qualsiasi.

La città di Cristiania prende la sua acqua potabile dal fiume Akers; si è già detto che in Norvegia in generale i fiumi sono limpidissimi. Però, vista la grande utilizzazione del medesimo per forza motrice, l'acqua non è più sufficiente e Cristiania ha studiato un'altra soluzione, quella cioè di arricchire il corso dell'Akers con acqua di altri bacini imbriferi limitrofi, convogliata mediante cunicoli e gallerie attraverso i vari spartiacque. Per avere una portata costante, si sistema dapprima il regime idraulico nei singoli bacini da dove si vuole estrarre l'acqua, col mezzo di laghi artificiali, facilmente ottenibili con uno dei mezzi rappresentati dalle figure 68, 69 e 70; poi si convogliano le acque nel bacino dell'Akers.

Dagli studi fatti la soluzione si presenta facile e conveniente; si hanno 4 bacini speciali a disposizione, con superficie di 12,8 kmq. rispettivamente 11,7 kmq., 20,9 e 35,3 kmq., nei quali si possono ottenere dei serbatoi colle capacità seguenti: 7,3, 6,67, 11,91 e 17,64 milioni di metri cubi.

Con questa soluzione è unito il progetto di un grandioso impianto idro-elettrico, che costruirebbe la città stessa, dove anche si è fatto strada il concetto della municipalizzazione dei servizi pubblici.

UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE NEL CORSO INFERIORE DEL GLOMMEN.

13. — Le utilizzazioni finora considerate, per quanta importanza possano avere per la Norvegia, paragonate alle nostre, perdono assai. L'Italia su questa via ha fatto passi giganteschi in pochissimi anni, e non passeranno molti decenni che avrà senza dubbio gli impianti più grandiosi dell'Europa. La causa principale dei piccoli impianti esistenti in Norvegia dipende soprattutto dalla poca quantità d'acqua che trasportano i suoi fiumi; abbiamo visto che tutti i bacini imbriferi hanno una estensione limitata, cosicché anche i fiumi non possono avere delle portate notevoli. Tuttavia l'ultimo che ci resta a considerare, il Glommen, esce da questa categoria ed offre delle condizioni assai favorevoli per la utilizzazione delle sue forze in proporzioni grandiose; anzi l'ingegnere Dietz non si perita di dire che è l'unico fiume della Norvegia che offra la possibilità di utilizzare le forze idrauliche in grandi proporzioni (1).

(1) *Ueber norwegische Wasserkraft*. — Lettura tenuta alla Società distrettuale di Norimberga degli Ingegneri tedeschi.

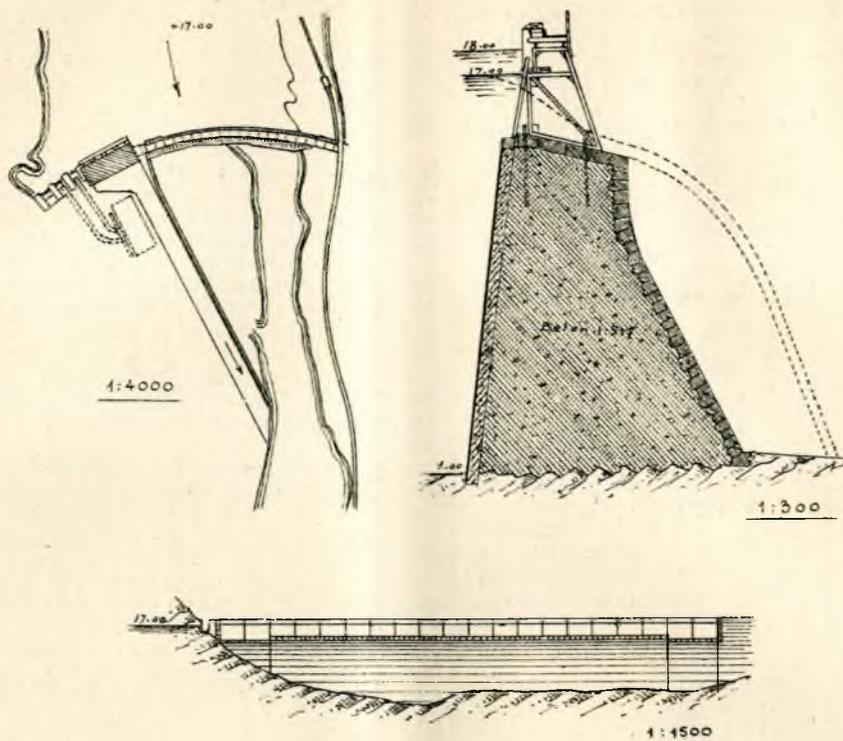


Fig. 71, 72 e 73. — Traversa di sbarramento sull'Arendal presso la foce.

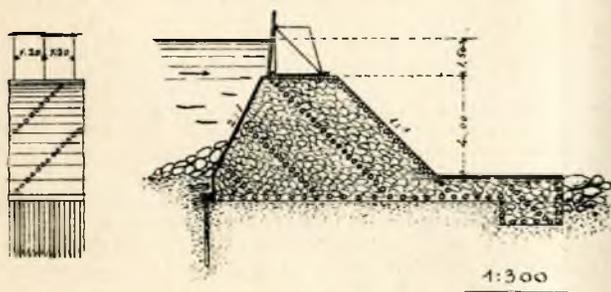


Fig. 74 e 75. — Traversa di sbarramento sul fiume Laangen ad Aabyfos presso Larwik.

Il suo bacino imbrifero ha una estensione di 40 430 kmq.; il punto più elevato del medesimo trovasi all'altitudine di 2560 metri; una parte del bacino (1202 kmq.) è occupata da laghi (91 circa), ossia 1/33,6 o 3 0/10 dell'intera superficie. Il maggiore di essi è il Mjösen all'altitudine di 123 metri e con uno specchio d'acqua di 359 kmq. Per determinare la portata del fiume si hanno misure idrometriche dal 1861 in poi senza interruzione. Da esse risulta:

la minima portata da 100 a 200 mc. p. s., ossia 2,5 a 3 litri p. s. e per kmq.;

la portata media di 600 mc. p. s., ossia 16,6 litri p. s. e per kmq.;

la massima di 3500 mc. p. s., ossia 86 litri p. s. e per kmq.

Il rapporto della minima alla massima è così di 1:300.

La quantità media annuale di acqua che scola è di 21 100 milioni di metri cubi; il che corrisponde ad un'altezza d'acqua di 520 mill. sul bacino imbrifero. Le stazioni idrometriche sulle cui osservazioni si può contare non sono che tre, quindi è difficile stabilire la quantità d'acqua che effettivamente cade sul bacino, e di conseguenza il rapporto fra essa e quella che viene smaltita. Dalle medesime si avrebbe un'altezza media di 560 mill., cosicché solo 1/14 o 7 0/10 non arriverebbe al fiume.

Il lago Mjösen ha un bacino imbrifero di 16 200 kmq., e la sua profondità è già stata accresciuta fin dai tempi più remoti, per facilitare le comunicazioni per acqua fra le varie città importanti che si trovano sulle sue sponde. In seguito allo sviluppo assunto dalle ferrovie, la maggiore profondità

per la navigazione non era più necessaria; allora si è pensato di approfittare di questa maggiore capacità del lago, di 1100 milioni di metri cubi, per regolarizzare la portata del fiume Glommen nel suo tronco inferiore: a tal uopo bastò una sopraelevazione di 3 m. ottenuta con una diga, secondo la figura 69. In questo modo la minima portata del Glommen, che ora è di 100 a 120 mc. come abbiamo detto, si accresce fino a 300 mc.; il lago Oejeren sotto corrente viene ad avere lo specchio d'acqua in estate all'altitudine di m. 102,4, e con ciò si ha la possibilità di ricavare dal Glommen 300 000 cavalli idraulici utili (1). Di questa enorme forza disponibile finora non si sono utilizzati che pochi cavalli in due punti distinti: nell'uno l'impianto è stato iniziato nel 1896 ed ora funziona regolarmente; nell'altro in parte è in costruzione e in parte si stanno ultimando le pratiche per attuare il progetto in modo completo.

Descriveremo brevemente questi due impianti, i quali possono dare una idea esatta delle condizioni particolari della Norvegia per l'utilizzazione delle acque in grande.

Il Glommen si unisce col suo affluente Vormen sotto corrente a Eidsvold e va a sfociare nel mare presso Fredrikstad.

Il percorso che ci interessa prende origine dal lago Oejeren all'altitudine di m. 102. Subito dopo l'uscita dal lago, per un tratto di 19 km. il fiume presenta una serie di cascate, attraverso le quali il pelo si abbassa di 72 m., ossia fino all'altitudine di 30 m. Tutte queste cascate o rapide si prestano per essere utilizzate come forze naturali, però solo il gruppo di Kykkelsrud, così detto da un villaggio omonimo, è attualmente in via di attuazione tra Fossumfos e Hvervenfos.

Dopo questa serie di cascate segue un tratto di circa 30 km., in cui il fiume si allarga e la sua pendenza è quasi nulla, poiché dall'altitudine di 30 m. discende solo a 29 m. Indi si incontra la cascata detta Sarpsfos, che ha un'altezza di 22 metri; cosicché l'acqua alla base è poco più alta del livello del mare.

Questa cascata è stata utilizzata in modo completo, e ne daremo la descrizione dopo quella del gruppo di Kykkelsrudfos che facciamo precedere.

Altri progetti sono allo studio per utilizzare i salti di Vamafos con Trosvigfos e di Solbergfos.

L'IMPIANTO DI KYKKELSRUDFOS.

14. I lavori per quest'impianto vennero iniziati nell'inverno dal 1899 al 1900 e tendono ad utilizzare il salto fra i due peli

(1) « Bayerisches Industrie-u. Gewerbeblatt », 1900, n. 43.

inferiori del Fossumfos e del Hvervenfos, che è di 18,60 metri, di cui 8 m. circa corrispondono alle rapide propriamente dette di Kykkelsrudfos. In questo punto esiste già una fabbrica che lavora il legname ed utilizza una derivazione di 30 mc. per minuto secondo, appartenente alla Società « Glommens Traesliberi » di Cristiania, ed è questa stessa Società che, in unione alla Società Anonima Schuckert e C. di Norimberga, intende di utilizzare tutta la cascata. La Schuckert e C. anche da noi ha preso piede, specialmente nell'impianto idroelettrico di Vizzola, ed è naturale: è questo uno dei modi per essa di vendere le proprie macchine elettrogene, che costituiscono la specialità della sua fabbricazione.

L'impianto deve eseguirsi non contando per ora che sopra la portata disponibile, vale a dire senza quella maggiore che si avrà dalla sistemazione del lago di Mjosen, quindi per una quantità normale di 150 mc. per minuto secondo. Essa viene solo durante 36 giorni dell'anno ad essere alquanto inferiore; nell'inverno 1875-76, il più asciutto dei 37 anni durante i quali si sono fatte le osservazioni, fu inferiore a 150 mc. per 117 giorni; ma, in cambio, in 7 anni non si è verificato nemmeno un giorno, in cui questa minima quantità sia diminuita. La caduta utile delle turbine essendo di 18,75 m., con la portata di 150 mc., per minuto secondo, si ha una forza di 28 000 cavalli, la quale adunque in media per soli 36 giorni può diminuire. La caduta utile nelle massime piene può discendere fino a m. 14,20, ma in rarissimi casi, tanto che dal 1860 ciò non si è mai verificato.

Sopra corrente alla cascata di Kykkelsrud il Glommen si biforca; fra i due bracci si trova un'isola di roccia. Si deve quindi costruire su ciascuno dei bracci una traversa di sbarramento, in modo da rigurgitare l'acqua fino al piede della cascata superiore (Fossumfos); la traversa di sinistra è insommergibile, quella di destra invece è un vero sfioratore munito di chiusa mobile per regolare le piene; ciò si è fatto per convogliare la corrente maggiore verso la destra e allontanarla così dalla sinistra, dove si trova l'edificio dei motori. L'acqua derivata viene convogliata mediante due gallerie di 900 m. di lunghezza ciascuna e con un diametro di m. 7 alla vasca di distribuzione. Per questa vasca si è approfittato di una insenatura naturale nella montagna, sbarrandola mediante una

traversa di 10 m. di altezza; qui si depositano le materie travolte e trasportate dalle acque; e da essa partono 7 cunicoli che attraversano la roccia e vanno a finire nei tubi che guidano l'acqua alle singole turbine nell'edificio motori, al livello inferiore della cascata di Hverven (Hvervenfos).

Il manufatto della presa d'acqua trovasi in una insenatura del fiume sulla sponda sinistra presso Kykkelsrudfos. Le due gallerie vengono lasciate senza rivestimento dove la roccia lo permette, e dove no si rivestono di legname.

Tutte le costruzioni e manufatti sono previsti in modo da potere poi con poca spesa venire adattati alla maggior portata che il Glommen avrà (300 mc.) dopo la sistemazione del lago Mjosen, nel qual caso la forza ottenibile verrà raddoppiata e portata a 56 000 cavalli.

La spesa per l'impianto completo di 28 000 cavalli è prevista in 6 milioni a 6 milioni e mezzo di lire circa, ossia da 220 a 230 lire per ogni cavallo effettivo. La forza verrà utilizzata in parte sul sito, in parte trasportata a Cristiania, la cui distanza in linea retta non è che di 44 km. La centrale può mettersi anche in comunicazione mediante binario colla vicina stazione ferroviaria di Askim, che dista solo di km. 3,5. Ma colla facilità con cui oggi si fanno i trasporti anche a grande distanza, tornerà utile di portare l'energia disponibile fino alla costa, dove la Società stessa ha già nelle vicinanze di Soon due grandi spazi, Laxa e Tangen, in una bellissima posizione nel porto di Soon, e a distanza di soli 24 km. dalla centrale; qui possono sorgere e svilupparsi delle officine importantissime.

L'IMPIANTO DI SARPSFOS.

15. — Questo impianto con 24 000 cavalli, al dire del prof. Holz, è il più grandioso d'Europa; ma si vede che il prof. Holz non conosce gli impianti di Paderno, di Vizzola, e quello ancora maggiore sul Pescara in costruzione, i quali non sono inferiori sotto qualsiasi aspetto, in quantoché i 24 000 cavalli rappresentano la potenzialità dell'impianto progettato, mentre l'esecuzione attualmente si limita a soli 17 000 cavalli, e pel momento non ne sono utilizzati che 7000, mentre per gli altri ancora si aspetta che nasca il bisogno. Invece a Vizzola, per non dire che di uno dei cennati impianti, già si producono

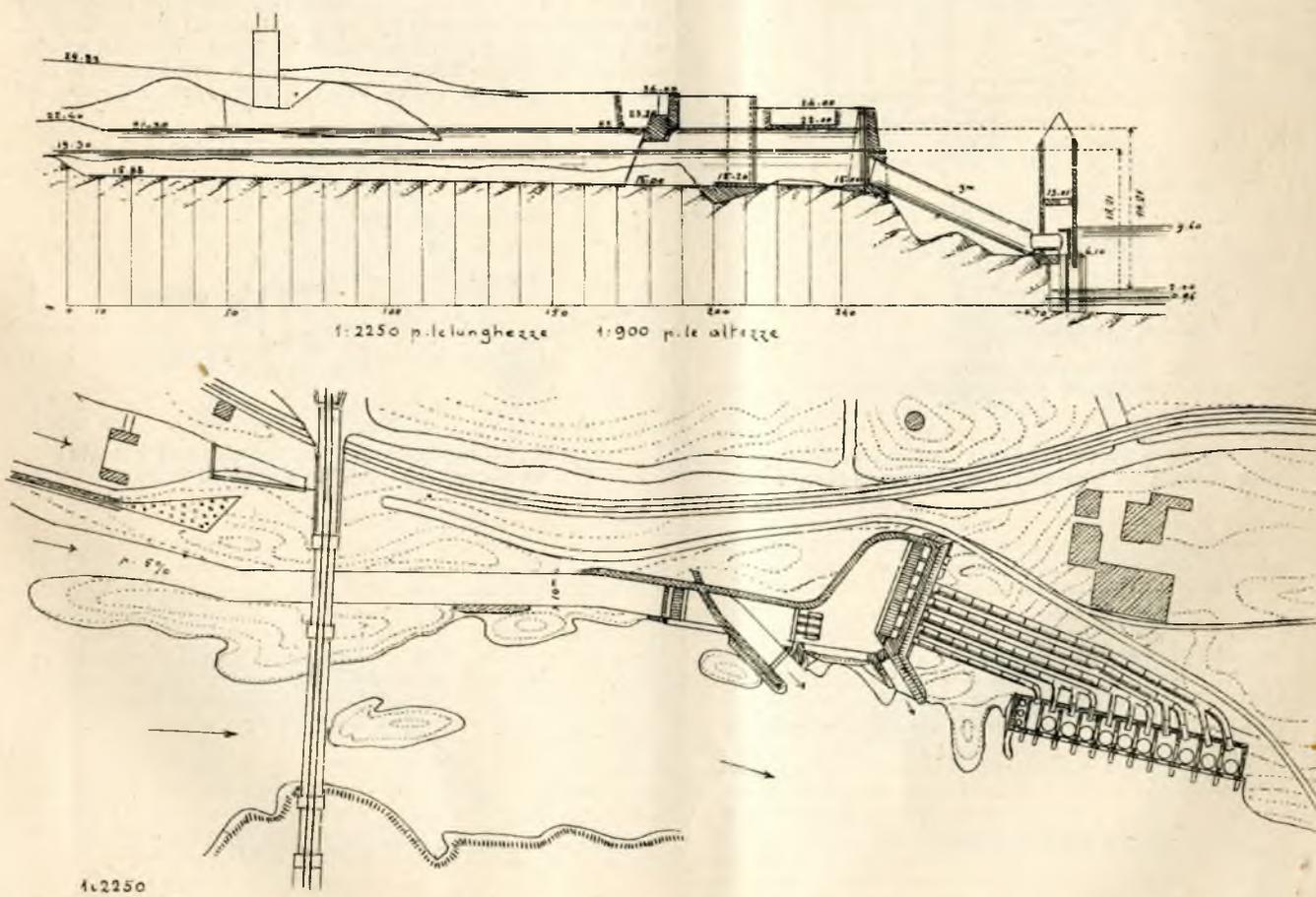


Fig. 76 e 77. — Impianto di forza motrice alla cascata di Sarpsfos.

16 000 cavalli effettivi; l'edificio motori contiene però un macchinario della potenza di 20 440 cavalli, di cui 2000 per riserva; ma dovrà accrescersi ancora; la caduta è di 28 m.; l'acqua convogliata alle turbine 55 mc.; ma il ponte-canale che ve la guida e il bacino di calma sono costruiti per 70 mc., per derivare i quali sono in corso gli studi per la costruzione di una diga alla Miorina per la regolarizzazione a bacino del Lago Maggiore.

La cascata di Sarpsfos si trova presso il km. 51 del fiume. Le disposizioni planimetriche ed altimetriche dell'impianto si rilevano dalle fig. 76 e 77. Anche prima del 1896 esistevano in questa località delle piccole installazioni per utilizzare la forza idraulica del Glommen, tanto sulla sinistra, quanto sulla destra, per 1000 cavalli circa da ogni sponda in servizio dell'industria del legname. Proprietaria delle installazioni sulla sponda sinistra era principalmente la Ditta A. G. Hafslund, alla quale si deve l'iniziativa dell'impianto che andiamo a descrivere. Il capitale venne fornito da azioni per una somma di 3 360 000 lire, metà in mano di Norvegesi e per l'altra metà nelle mani della Società già Schuckert e C., ora di Elet-

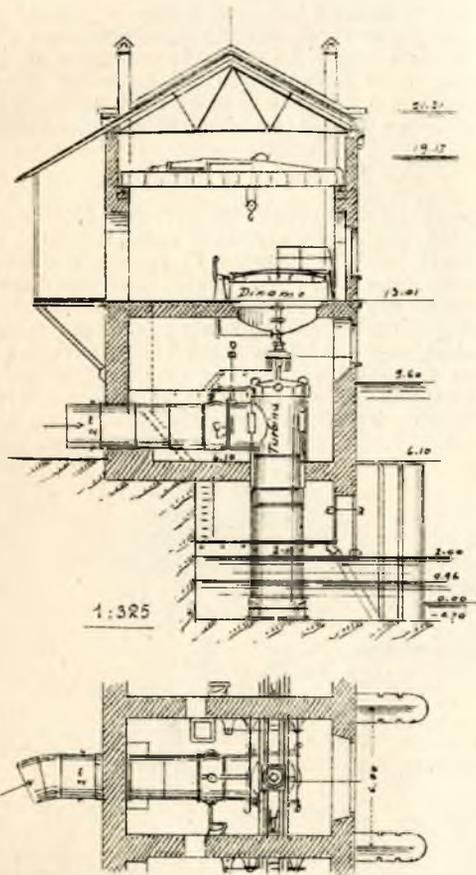
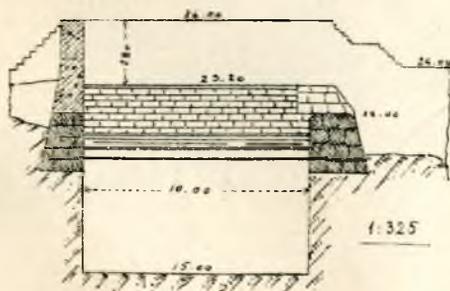


Fig. 78 e 79. — Impianto di forza motrice alla cascata di Sarpsfos. — Edificio dei motori.



tricità, e della Continentale per impianti elettrici, tutte due di Norimberga; alla prima si deve il progetto.

La quantità d'acqua disponibile, per la quale si eseguiranno le opere idrauliche, è di 150 a 155 mc. per minuto secondo, di cui 125 mc. per la Società stessa, e da 25 a 30 mc. per una fabbrica di celluloso sulla stessa sponda. La caduta è di 18 m., e così la forza motrice che si può ricavare è di 24 000 cavalli dinamici, la quale però non si può ottenere in modo costante che dall'aprile al dicembre, ossia durante nove mesi; mentre nei mesi invernali non si dispone che da 15 000 a 18 000 cavalli, ed eccezionalmente di soli 11 000 cavalli. Per ora, come abbiamo detto, l'impianto è previsto per 17 000 cavalli, e per 7000 è già ultimato. La forza motrice viene trasformata in energia elettrica ed utilizzata per la massima parte nell'immediata vicinanza da una fabbrica di carburo, che è la più importante della Norvegia, e produce 5000 tonnellate l'anno. Questa fabbrica è riunita mediante una ferrovia elettrica di 7 km. colla prossima ferrovia, ed anche colla città di Sannesund, a 4 km. di distanza e sul mare, da dove ogni 15 giorni parte un bastimento carico di carburo per Amburgo e Stettino. Inoltre la forza viene trasportata alla città di Frederikstad con conduttura aerea primaria a 5000 volt.

Il canale di derivazione e di carico (fig. 77) ha una sezione rettangolare con 10 metri di luce e 10 metri di profondità, e una lunghezza di 240 m.; è tutto intagliato nella roccia, ed all'incile manca di diga di trattenuta, poiché le condizioni naturali permettono di derivare l'acqua senza costruzione speciale; ha origine al ciglio superiore della cascata; però il pelo d'acqua qui è estremamente variabile, e nelle massime piene può salire alla quota 29,8 m., ossia elevarsi di 10 metri sul pelo minimo. È evidente che in causa di questo fenomeno, può immettersi nel canale un'ondata considerevole, la quale però non ha grande durata e va presto allungandosi, diminuendo di altezza. Tuttavia si è dovuto trovare modo di evitare che questi cambiamenti così straordinari di altezza dell'acqua si propagassero fino dentro il bacino di distribuzione. All'uopo si è costruito poco prima un argine di difesa, di cui si vedono nelle fig. 81 e 82 le sezioni trasversale e longitudinale; inferiormente consta di un arco corrispondente alla sezione del canale, sormontato sopra da una costruzione muraria. La luce è difesa da una griglia inclinata (fig. 82), composta di ferri a I alti 40 cm., e distanti l'uno dall'altro di 150 mm.; tre a tre sono collegati fra loro, e formano un sistema di m. 2,35 di luce, girevole mediante cerniera intorno ad un asse orizzontale fissato alla parte superiore e relativamente leggero; così possono venire sollevati facilmente col mezzo di

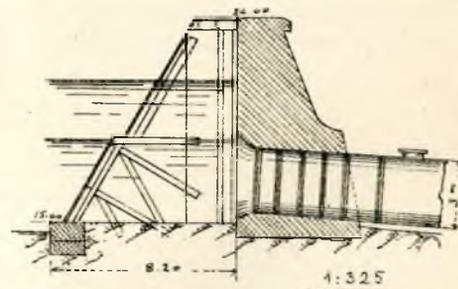


Fig. 80. — Impianto di forza motrice alla cascata di Sarpsfos. — Argine e tubo di presa.

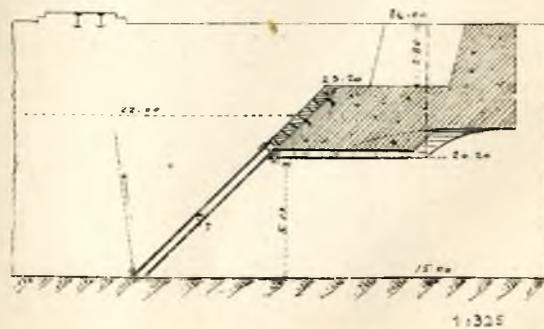


Fig. 81 e 82. — Impianto di forza motrice alla cascata di Sarpsfos. — Sezione longitudinale e trasversale dell'argine di difesa.

una gru. Nell'inverno, ossia nella magra, la luce è libera, mentre negli altri mesi, dove le piene si susseguono e l'acqua è sempre abbondante, vengono calati. Questo manufatto serve pure a trattenere i legnami sfuggiti ai depositi superiori, dove vengono raccolti nella fluitazione sciolta o in mandre che si pratica sul fiume. Uno stramazzo di 22 metri di lunghezza sulla destra del canale e immediatamente a monte del manufatto, permette alle acque di riversarsi nel Glommen; può smaltire 1000 mc. per minuto secondo, il che è sufficiente ad evitare i danni di qualsiasi piena.

A valle del manufatto descritto vi è uno spazio per raccogliere i sassi e la ghiaia che vengono trascinati dall'acqua; è munito di uno scaricatore di fondo alla quota 14,5 m. per mantenerlo sempre libero dai depositi. Segue poi la paratoia di immissione delle acque nel bacino di distribuzione.

Questo è intagliato per intero nella roccia; dalla parte del fiume vi è uno sfioratore di 22 m. di lunghezza, dal quale stramazzano le acque sovrabbondanti, e serve così a regolarizzare le differenze di livello che inevitabilmente si verificano durante l'esercizio; fra esso e il bacino vi è una chiusa di scarico per smaltire i pezzi di ghiaccio che si potessero trovare nel canale in inverno, qualunque sia l'altezza del pelo dell'acqua. Le murature nella parete vista sono rivestite con massi di granito assicurati con catene di ferro. Le paratoie si muovono per forza elettrica.

Fra il bacino e i tubi di condotta alle macchine vi è un argine murale (fig. 77 e 80), nel quale si trovano praticate 7 camere o nicchie, protette sul davanti da griglie colle bacchette opportunamente ravvicinate (30 mm. di luce), e in comunicazione dal lato opposto con tubi di ferro, dei quali sei principali col diametro di m. 3, ed un settimo più piccolo (diametro m. 1,60) per le eccitatrici. Le lamiere di ferro hanno uno spessore di 8 mm., e sono inchiodate con una sola fila di chiodi. L'uno dei grandi tubi porta mc. 23,5 d'acqua per minuto secondo, con la velocità di m. 3,5 al minuto secondo; gli altri 20 mc. con la velocità di m. 3; due di essi si bipartiscono all'estremità inferiore (fig. 77); due altri si suddividono in tre diramazioni, le quali tutte mettono alle rispettive turbine. Appoggiano liberamente sopra sostegni di calcestruzzo e non sono muniti di disposizioni speciali per la dilatazione, bastando all'uopo le curvature ai gomiti.

L'edificio motori (fig. 78 e 79) contiene attualmente:

6 turbine di 1400 cavalli ciascuna	=	8400 cavalli
4 » » 2000 » »	=	8000 »
2 » » 300 » »	=	600 »

Sono munite di regolatore elettrico, e furono fornite dalla Ditta J. J. Riether e C. di Winterthur.

In causa delle grandi variazioni nel pelo d'acqua del canale inferiore, le turbine sono tutte a tubo d'aspirazione e asse verticale. Ciascuna fa 143 giri al minuto, ed è collegata con una dinamo di 800 kw. I regolatori vengono manovrati dal quadro; una valvola di immissione trovasi davanti a ciascuna turbina, e può manovrarsi a mano dal luogo dei generatori.

La perdita di pressione dal bacino all'edificio motori nel caso più sfavorevole è di m. 0,5. I generatori lavorano a resistenza d'acqua: il loro effetto è del 92 0/0. L'effetto utile delle turbine 80 0/0.

Contemporaneamente a questo impianto i frontisti vicini ne hanno eseguito un altro di dimensioni più modeste, per una potenzialità totale di 7500 cavalli, della quale per ora non viene utilizzata che una parte.

16. — Da quanto venemmo esponendo risulta, che l'utilizzazione delle forze idrauliche in Norvegia veniva fatta per lo passato su larga scala sì, ma nelle condizioni ordinarie e senza la trasformazione in energia elettrica. Solo da qualche anno si è cominciato ad introdurre questo nuovo elemento, che permetterà di utilizzare non poche altre cascate nell'interno del paese, trasportando l'energia nei centri più vicini alle coste marine; ma una delle condizioni importanti perchè questo sviluppo avvenga, è la creazione di industrie che della forza si servano, e queste in Norvegia sono ancora assai limitate e poche; l'una cosa potrà favorire l'altra, ed ora che si è cominciato cogli impianti da noi descritti, è a sperarsi che in avvenire si possa trarre profitto di tanta forza, che ora si perde lungo i fiumi nel mare. Le molte cascate di cui tutti i fiumi sono ricchi, facilitano la creazione di tali impianti anche là dove la portata è piccola, poichè l'altezza della caduta supplisce alla pochezza dell'acqua.

Teramo.

Ing. GAETANO CRUGNOLA.

NOTIZIE

La tramvia elettrica funicolare Rocca-Monreale (Palermo). — Il chiarissimo ing. prof. Salvatore Rotigliano ha pubblicato nel « Giornale del Genio Civile » una Memoria, illustrata da disegni, sull'impianto di una tramvia elettrica funicolare costruita recentemente nelle vicinanze di Palermo, che ha qualche novità nel sistema di trazione, e di cui perciò brevemente riassumiamo i principali dati tecnici.

Il numeroso concorso di forestieri da Palermo a Monreale per ammirarvi il Duomo, il più insigne monumento del medio evo in Sicilia, e l'incantevole panorama della splendida Conca d'oro, faceva sentire da lungo tempo il bisogno di un nuovo mezzo di comunicazione più facile e più rapido che non fosse quello della strada provinciale, relativamente lunga e con pendenze alquanto sentite, che allaccia il sobborgo di Rocca con Monreale. E la Società Sicula Tramways-Omnibus, che esercisce a Palermo l'intera rete tramviaria elettrica, di cui fa parte la linea che dal centro della città arriva a Rocca, ottenne la concessione di una tramvia elettrica tra questo sobborgo e Monreale.

La linea fu aperta all'esercizio nel febbraio dell'anno passato. Essa misura in lunghezza orizzontale m. 2045,40, e supera il dislivello di m. 184 sopra la stazione di partenza, la quale si trova a m. 115 sul livello del mare.

L'impianto venne ideato ed eseguito dalla Società Continentale per imprese elettriche di Norimberga, col concorso, per quanto si riferisce alla parte elettrica, della Società Anonima di Eletticità, già Schuckert e C., pure di Norimberga.

Il problema pratico che si trattava di risolvere era di far proseguire direttamente da Rocca a Monreale le stesse vetture automotrici elettriche ordinarie della rete di Palermo, senza munirle di freni od organi speciali per linee di montagna, facendole perciò rimorchiare da speciali carri-motori a freno, capaci di venire in aiuto alle vetture automotrici e di garantire la sicurezza dell'esercizio.

La linea, che si sviluppa in sede propria, ad eccezione degli ultimi 500 metri attraverso l'abitato di Monreale, ha una prima tratta di circa 200 m. munita di un solo binario; ma la seconda, di m. 1079, è a due binari abbinati, ossia con tre guide, essendo la rotaia di mezzo comune; la terza ed ultima, di m. 706,40, è, come la prima, a semplice binario. Pochissime le curve, con raggi che variano da 150 a 1000 metri, salvo, ben inteso, negli scambi, dove il raggio è di m. 50.

Incominciasi a salire colle pendenze del 5, dell'8 e del 12 per cento, e si continua col 6 ed il 7; l'ultima livelletta di qualche riguardo è quella del 7,85 per cento, per una lunghezza di 250 metri. Le livellette sono raccordate con curve circolari, di raggio variabile fra 500 e 2000 metri.

Alla piattaforma stradale venne assegnata la larghezza di m. 3 nei tratti ad un binario; di m. 4 nel tratto a doppio binario, e di m. 5 per la lunghezza di circa 65 m. nella parte centrale, ove ha luogo lo scambio. Lo scartamento del binario è di m. 1,00, misurato fra gli orli interni.

L'armamento è fatto con rotaie Vignolles, alte mm. 115 e del peso di kg. 24 per metro lineare, salvo nelle tratte su via pubblica, dove si hanno rotaie a gola, del tipo Phoenix, alte mm. 140 e del peso di kg. 38.

Le rotaie Vignolles posano su traverse di ferro del tipo Hilf, lunghe m. 1,55 nei tratti di estremità, a semplice binario, e di m. 2,60 nella tratta intermedia, armata con tre guide; le prime pesano kg. 38, e le altre kg. 60. Vi sono 12 traverse per ogni 10 m. di lunghezza. Le traverse posano sopra un solido strato di pietrisco di sottostruttura di pietrame. Ad ogni 50 metri di binario una traversa è fissata ad un blocco di calcestruzzo, per impedire all'armamento di scorrere lungo il piano inclinato.

Internamente ad ogni binario ne è collocato un secondo, della larghezza di m. 0,58, fissato alle stesse traverse, sul quale corrono i carri rimorchiatori a freno. Queste rotaie, dell'altezza di 130 mm., hanno forma speciale, in vista dell'applicazione del freno a morsa dei carri motori.

L'energia elettrica è data dalla Società Anonima di Eletticità, già Schuckert e C., di Norimberga, concessionaria dell'illuminazione elettrica di Palermo. La condotta è aerea con ritorno per le rotaie. La corrente è continua, e la sua tensione varia fra 550 e 600 volt.

Le forti declività dell'11 e del 12 per cento nel tratto intermedio, che, come si disse, ha la lunghezza di m. 1079, non permettendo di esercitare la linea con trazione a semplice aderenza, almeno in caso di tempi umidi o piovosi, si ricorse ad un sistema speciale, studiato appositamente per la circostanza.

Le due vetture che corrono simultaneamente sulla linea, l'una in salita, l'altra in discesa, arrivate sulla tratta a doppio binario, cessano di essere autonome ed indipendenti, e vengono accoppiate ciascuna ad un carro-automotore, munito di freno. Questi due carri motori sono assicurati ai capi di una fune, che avvolgesi su di una puleggia di rimando, disposta alla sommità della tratta.

Questi carri, come le vetture cui sono accoppiati, prendono direttamente la corrente dal filo di distribuzione mediante trolley, ma, in ogni corsa, il treno in salita viene rimorchiato da quello in discesa, che solo agisce da motore.

Il quale sistema di trazione funicolare, rispetto a quelli a dentiera applicati in più luoghi per superare le forti pendenze, presenterebbe il notevole vantaggio di richiedere uno sforzo di trazione minore, inquantochè viene ad essere utilizzata come forza motrice anche la componente, parallela al piano della via, del carico in discesa.

I carri-freno sono muniti di due freni meccanici, di cui uno è manovrabile a mano e l'altro entra in azione automaticamente nel caso di rottura o mancata tensione della fune.

In esercizio i carri-freno sono sempre a valle della vettura, cui sono accoppiati pel solo mezzo dei respintori.

La fune di trazione, somministrata dalla Maschinen Fabrik di Esslingen, consta di 72 fili di acciaio fuso, disposti in 6 trefoli attorno ad un'anima di canapa; il diametro dei fili è di 2 mm.; quello della fune di mm. 26. La sezione metallica è di 226 mmq., ed il peso di kg. 2,591 per metro lineare. Sottoposta a prova nel laboratorio della R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Palermo, si ruppe sotto la tensione di 146 kg. per mmq. di sezione metallica.

Lo sforzo massimo di trazione, quando i due treni sono in moto, è calcolato dall'ing. Rotigliano in kg. 2848, e aggiungendo lo sforzo supplementare necessario per il periodo d'avviamento, sale a 3259 kg., che corrisponderebbe ad uno sforzo di kg. 14,22 per mmq. di sezione metallica. Inoltre la fune è soggetta a flessione per il suo avvolgimento sulla puleggia di rimando, per cui si ha una tensione supplementare unitaria di kg. 3,45 per mmq.; ossia in totale kg. 17,87.

Il carico minimo di rottura essendo risultato, come si disse, di 146 kg., si avrebbe per coefficiente di sicurezza 8,17.

Calcolati nel medesimo modo i coefficienti di sicurezza delle funi di trazione di alcune funicolari esercitate in Italia, l'ing. Rotigliano ne registra i seguenti risultati:

	Coefficiente di sicurezza	
	per la trazione	per trazione e flessione
Montecatini-Bagni	12,62	9,68
Castellaccio-Genova	11,75	9,41
Zecca-Genova	10,90	8,80
Rocca-Monreale	10,12	8,17
Superga-Torino	5,76	5,17
S. Pasquale-Vomero (Napoli)	10,50	2,91
Montesanto-Vomero (Napoli)	10,15	2,82

E ne conclude che per le prime quattro funicolari, fra cui è compresa la Rocca-Monreale, il coefficiente di sicurezza della fune, calcolato per la duplice sollecitazione alla trazione ed alla flessione, resta fra i limiti ammessi nella pratica per questo genere di impianti. Vero è che nei Capitolati governativi è prescritto il limite minimo 10 per il coefficiente di sicurezza della fune, ma non essendo indicato in qual modo debba intendersi calcolato lo sforzo di lavoro della fune medesima, parrebbe siasi voluto riferire questo limite alla semplice sollecitazione per lo sforzo di trazione. Ma come giustamente osservò l'ing. Tajani (1), non si arriva in tal modo a stabilire la sicurezza di lavoro della fune, poichè non prescrivendo i Capitolati in pari tempo il minimo diametro delle puleggie, queste nell'impianto potrebbero essere adottate di grandezza talmente limitata, da far discendere il coefficiente di sicurezza sino a limiti inammissibili.

A togliere siffatta indeterminazione occorrerebbe fissare nei Capitolati il coefficiente di sicurezza complessivo per la doppia sollecitazione, che potrebbe essere fissato uguale a 8, ovvero, se si vuole continuare a riferirlo al solo sforzo di trazione, prescrivere in pari tempo un conveniente rapporto minimo fra il diametro delle puleggie e quello della fune, il qual rapporto, secondo il Reiche, dovrebbe rimanere fra 75 e 110.

Vuolsi ancora notare che il calcolo dello sforzo unitario dovuto alla flessione fu fatto dall'ing. Rotigliano adottando la formola dell'ingegnere Longraire (2), dedotta dalle esperienze fatte a Bezzèges nel 1887 dall'ing. Murgue (3), da cui si ricavano valori assai elevati. E invero ove si fosse fatto uso della formola teorica anche affetta del minimo coefficiente di riduzione 3/8, i coefficienti di sicurezza complessivi risulterebbero di 6,62 per la S. Pasquale-Vomero, e di 6,47 per la Montesanto-Vomero.

Nell'impianto di Monreale, alla sommità della tratta la fune si avvolge per più di mezza circonferenza su di una puleggia del diametro di m. 2,97, ed è invitata a disporsi lungo il piano inclinato da due coppie di puleggie di guida del diametro di m. 1,46.

Lungo il binario la fune è di tratto in tratto appoggiata o guidata per mezzo di rotelle di ghisa situate sull'asse del binario entro piccole fosse scavate fra le traverse dell'armamento; nei tratti rettilinei girano in piano verticale, ed hanno il diametro di 280 mm.; nei

tratti in curva girano in piano convenientemente inclinato, hanno un profilo speciale per trattenere la curva, ed il diametro di 430 mm.

Le vetture automotrici sono del tipo a due assi, con telaio metallico, capaci di 40 posti, di cui 20 a sedere e 20 in piedi sulle piattaforme estreme. Ogni vettura porta due motori, pesa a vuoto circa 8 tonn., ed è munita di due freni: uno meccanico a ceppi di ghisa contro le ruote, l'altro elettrico.

I carri rimorchiatori a freno hanno la lunghezza di m. 5 fra i repulsori; lo scartamento degli assi è di m. 1,60; il diametro delle ruote di m. 0,70, il loro peso è di 7 tonn. circa. Portano un solo motore, dal cui asse, con imbocchi a denti elicoidali e due altri secondari, è trasmesso il movimento ai due assi del carro. Sono muniti, come già si disse, di due potenti freni, l'uno a mano a disposizione del guidatore, e l'altro di sicurezza ed automatico per il caso di rottura od allentamento della fune; sono freni a morsa del tipo Esslingen ed agiscono facendo presa sul fungo delle rotaie.

Nel caso più svantaggioso per l'esercizio, cioè quando la vettura che scende è senza carico, il lavoro da svilupparsi complessivamente dai motori della vettura e del carro-freno in discesa, è di 72 cavallivapore, dei quali 22,5 occorrono per l'avviamento, ossia il 31,5 per cento; la rimanente potenza di cav. 49,5 è spesa per il rimorchio del treno che sale, negli istanti in cui lo sforzo di trazione è massimo. Naturalmente, quando l'uno o l'altro treno cambia di livelletta, avviene una variazione più o meno brusca nello sforzo resistente, e per conservare l'uniformità del moto conviene far variare convenientemente anche lo sforzo motore.

(Giornale del Genio Civile).

I pozzi artesiani nell'Anstralia. — È noto che in gran parte del continente australiano, e precisamente nella parte centrale e meridionale, le piogge non arrivano a formare un'altezza pluviometrica di 127 mm.; la ricerca di grandi quantità d'acqua è quindi colà importantissima. Sebbene l'esistenza di acque freatiche sia stata già da molti discussa, leggesi nell'« Engineering News » (18 aprile 1901) che soltanto nel 1879 se ne acquistò la certezza scavando a Kallara-Run un pozzo artesiano profondo 43 m. Il Governo ricercò allora attivamente le acque e scavò numerosi pozzi; nella sola Nuova Galles la portata giornaliera dei pozzi artesiani è di 351 000 mc.; a questi si aggiungono grandi quantità di acque carate con pompe dai pozzi subartesiani.

Sino al 1900 il Governo della Nuova Galles aveva scavato 82 pozzi, e altri 6 ne stava costruendo. Secondo Coghlan, che per incarico del Governo ha compilato il sesto « Statistical Account of Australasia », 56 pozzi forniscono acqua, che si eleva almeno fino al livello del terreno; in 18 pozzi l'acqua deve essere pompata, e finalmente otto perforazioni non hanno dato acqua.

La profondità dei pozzi varia da 36,50 m. a 1250,50 m.; in media è di 502,30 m. Il pozzo più profondo, posto sulla strada da Moree a Boggabilla, fornisce 3355 mc. al giorno; il pozzo di Kenmore, profondo 469 m., dà 9265 mc. al giorno. Scientificamente il più interessante è il pozzo di Moree, con una portata di 4986 mc., profondo 951 m., il quale raggiunge formazioni contemporanee a quelle del carbone di Ipswich; il fatto dimostra che l'acqua può essere ottenuta anche nelle formazioni più antiche della cretacea.

Nella Nuova Galles sono stati scavati anche 128 pozzi da Imprese private, e solo 16 senza successo. Molti di questi pozzi hanno una portata giornaliera di 18 000 mc.; la loro portata complessiva è di mc. 202 000.

Nella Nuova Galles i pozzi artesiani forniscono dunque circa metri cubi 553 000 al giorno.

Il costo totale dei pozzi governativi fu di 243 938 sterline, cioè circa L. it. 17 per metro cubo d'acqua giornaliero.

Nel Queensland fino al 30 giugno 1898 erano stati scavati 41 pozzi dal Governo, 11 dalle ferrovie e 582 (dei quali solo 356 con successo) da privati; essi danno complessivamente 958 000 mc. d'acqua giornalieri, molti dei quali destinati all'irrigazione. Il pozzo più profondo è quello di Bothwell (1481 m.); la profondità media è di 359 m.

Nell'Australia del Sud, oltre agli 87 pozzi governativi, solo altri 37 furono scavati con successo; la loro portata complessiva è di soli metri cubi 20 000 al giorno; il loro scavo è costato 167 891 sterline, cioè circa 210 lire italiane per ogni metro cubo d'acqua giornaliero.

Nell'Australia occidentale con soli 16 pozzi artesiani si hanno metri cubi 21 630 al giorno, e con tre pozzi subartesiani si estraggono con pompe 2393 mc.

Nella provincia di Victoria i tentativi fatti non hanno avuto alcun risultato incoraggiante.

La temperatura dell'acqua nei pozzi della Nuova Galles varia da 27 a 59° centig.; nel Queensland da 21 a 91° cg.

(Bullettino della Società degli Ingegneri in Roma).

Lampadine elettriche a filo d'osmio. — Si sa che una sorgente luminosa è tanto più economica, quanto più è elevata la temperatura alla quale essa funziona; ed è perciò che al filo di platino delle prime lampadine elettriche ad incandescenza si è sostituito un filamento di

(1) *Funicolare di Montecatini*, « Ingegneria Civile », 1899.

(2) *Memoires de la Société des Ingénieurs Civils de France*, ottobre 1889.

(3) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1887, 2° semestre.

carbone. L'osmio, che è il metallo il quale ha il punto di fusione più elevato, vuol essere in tale impiego ritenuto preferibile al carbone, ora che il dottore Auer di Welsbach insegnò il modo di ottenerlo in fili, mentre per l'addietro non lo si conosceva che sotto forma di materia polverulenta o spugnosa, o di un corpo duro inadatto a qualsiasi lavoro.

Il vantaggio che presenta l'impiego dell'osmio è di dare maggior luce che non il filamento di carbone col consumo di una eguale quantità di energia elettrica, ossia che ad uguale intensità di luce, col filo d'osmio si ha minore consumo d'energia. Anche la durata è maggiore; una lampadina a filo d'osmio, la quale consumi 1.5 watt per candela, può durare da 600 fino a 1000, ed anche 1200 ore.

Quando una bolla ha perduto la sua trasparenza, può riacquistarla facilmente e con poca spesa, senza che siavi bisogno di cangiare la bolla od il filo.

La nuova lampadina, a motivo della minore resistenza dell'osmio, esige minore tensione che non le lampadine ordinarie a filo di carbone. Si costruiscono ora per tensioni da 20 a 50 volt. Se la tensione della conduttura principale di distribuzione è di 100 a 200 volt, bisognerà ridurla.

Quando si ha una corrente alternata o polifase, si abbassa la tensione, ricorrendo all'impiego di trasformatori semplicissimi nelle stazioni secondarie, o nelle case stesse.

Queste lampade a debole tensione si prestano benissimo all'impiego degli accumulatori; dando luogo a considerevole economia nella spesa dell'energia elettrica e nel peso degli accumulatori occorrenti; per cui sono indicatissime nelle applicazioni dell'illuminazione elettrica alle vetture ordinarie ed ai veicoli ferroviari.

L'ing. Scholz, che ha fatto esperienze su queste lampade, valuta al 60 per cento l'economia di energia elettrica, a parità di luce. Inoltre la lampada a filo d'osmio dà meno calore di quella a filamento di carbone. Se ne fabbricano ora di intensità che variano da 2 a 200 candele. *(Electrotechnische Zeitschrift).*

BIBLIOGRAFIA

Communications présentées devant le Congrès international des méthodes d'essai des matériaux de construction. tenu à Paris du 9 au 16 juillet 1900. — Tre volumi in-4° grande (22 × 33), di complessive 1096 pagine, con moltissime figure e 26 tavole fuori testo. — Paris, V.^{va} Ch. Dunod, 1901. — Prezzo: 50 fr.

Fra i tanti Congressi tenutisi a Parigi nell'occasione dell'Esposizione Universale del 1900, vi è stato anche quello dei metodi di prova dei materiali da costruzione, uno dei più importanti per l'ingegneria, ed al quale fece incondizionata adesione anche l'Associazione internazionale per l'unificazione dei metodi di prova dei materiali da costruzione. Noi non intendiamo di fare qui la storia di tale Congresso, nè di riferire le deliberazioni da esso prese: ciò potrà forse formare oggetto di altra comunicazione; per ora il nostro intento si limita a richiamare l'attenzione dei lettori sopra le varie Relazioni che sono state presentate al Congresso per essere sottoposte alla sua discussione e che formano per l'appunto il contenuto dell'opera annunciata.

Alcune di esse trattano gli stessi argomenti che già furono svolti in seno alla Commissione francese dei metodi di prova, e di cui ci siamo occupati in altra Bibliografia, ed è naturale che, dopo un lavoro così intenso, accurato e laborioso, che aveva condotto a dei risultati importantissimi, quella Commissione fosse desiderosa di sottoporre alla libera discussione di tanti eminenti ingegneri le proprie idee ed i propri lavori, onde non lasciarsi sfuggire quei frutti a cui credeva di avere diritto, e ai quali, per lo meno, non avrebbe potuto rinunciare, senza delle ragioni validissime. Tuttavia le comunicazioni fatte dai componenti di quella Commissione al Congresso hanno assunto ben altra mole, e importanza ancora maggiore; non si tratta che delle stesse idee, ma svolte con altra ampiezza, sussidiate di nuove ricerche e di nuovi studi, che hanno condotto a risultati più precisi e più completi.

I volumi annunciati non contengono che i Rapporti presentati al Congresso; le discussioni e le deliberazioni prese non sono state ancora pubblicate. Tali Rapporti, in numero di 42, vennero classificati in tre serie: Studi generali; metalli; e materiali diversi dai metalli.

La prima serie comprende due grandi divisioni: 1° Studi sulla costituzione molecolare dei corpi e loro leggi di deformazione quando sono cementati da sforzi; con 6 Rapporti; 2° La storia dei metodi di prova; laboratori e apparecchi di prova; con 7 Rapporti.

La seconda serie, dedicata ai metalli, comporta pure due sottodivisioni: l'una, con 9 Rapporti, relativa alle prove meccaniche propriamente dette, e l'altra allo studio delle prove di diversi metalli e di alcuni pezzi connessi; con 8 Rapporti.

Finalmente, l'ultima serie, con 12 Rapporti, si riferisce ai materiali da costruzione diversi dai metalli, come pietre, cementi e legnami.

Da questo semplice cenno i lettori possono facilmente formarsi un'idea dell'importanza degli argomenti svolti, della loro varietà e molteplicità, e comprenderanno che è impossibile il volerne dare un resoconto anche per sommi capi, senza consacrarvi un numero di pa-

gine, che la natura del presente cenno non consentirebbe; perciò egli è appena se ci permettiamo di spigolare qua e là, invitando i lettori che s'interessano alle questioni trattate nel Congresso a studiare i Rapporti contenuti nei volumi annunciati; è una preparazione necessaria, anzi indispensabile, ma che apre nuovi orizzonti, la cui estensione e larghezza non si sarebbe potuta prevedere.

*

Nel primo Rapporto, *Studio sulla costituzione molecolare dei corpi* (1), Ricour dimostra come il concetto meccanico e geometrico della materia comprende le leggi dell'elasticità e della deformazione dei corpi, e come esso permette allo spirito di spiegare il funzionamento di queste leggi e di regolarne le applicazioni pratiche. Tale concetto chiarisce i punti più oscuri della fisica, il meccanismo della liquefazione e della vaporizzazione, nonché la polarizzazione rotatoria e la dispersione della luce, e permette inoltre, elevandosi ad un punto di vista superiore, di sostituire le nozioni di *quantità* a quelle di *qualità* nello studio delle proprietà dei corpi, riducendo quelle a tre termini irriducibili ed indissolubili: *lunghezza, numero e forza* o movimento. In questo modo viene tolto ai fenomeni il carattere meraviglioso e quasi paradossale che a primo aspetto sembrano possedere. E tutti i corpi si possono condurre ad un numero limitato di sostanze semplici, costituite da un insieme di *atomi chimici*.

Questi atomi chimici danno luogo a delle *molecole chimiche*, le quali, alla loro volta, formano dei gruppi particolari, che l'A. designa per *atomi meccanici*. Ridotta così la materia all'unità, si comprendono le qualità attribuite a ciascuna delle sostanze, identificandole con tre ordini irriducibili di grandezze, lunghezza, numero e forza. Ciò ammesso, l'A. dimostra che le leggi dell'elasticità, le deformazioni permanenti dei corpi, le leggi dell'attrito sono strettamente legate agli spostamenti relativi di atomi meccanici. Le vibrazioni e gli scuotimenti che agitano questi atomi nella loro profondità, spiegano le leggi della fisica e della chimica; la luce ed il calorico ci appaiono colle loro analogie e le loro differenze; l'etero assume una costituzione definita e l'universo materiale nelle sue manifestazioni varie, sembra prestarsi senza riserva alle investigazioni dell'esperienza e della ragione. Cosicché si può concludere che la *forza* è quel non so che che costituisce la mutabilità delle cose, una specie di essenza come la *distanza* e l'*atomo*. Il *tempo* è la varietà del *moto*, che è una manifestazione della *forza*, nelle sue relazioni colla *distanza* e l'*atomo*.

*

Il secondo Rapporto è del comandante Hartmann e si aggira intorno allo stesso ordine d'idee, ma in un campo alquanto meno teorico (2).

Egli espone i risultati delle ricerche da lui intraprese sulla deformazione permanente dei corpi solidi, sia sotto l'influenza degli sforzi meccanici, sia sotto quella delle variazioni di temperatura e della temperatura. Man mano che procede nell'esposizione dei fatti, indica alcune delle conseguenze che, secondo lui, s'impongono relativamente alle teorie oggi ammesse, alle determinazioni della fisica ed alle prove dei materiali da costruzione.

Finalmente egli accenna in che modo le sue ricerche ed i fenomeni osservati spiegherebbero la costituzione fisica dei corpi elastici ed il meccanismo delle loro forze molecolari, durante l'azione degli sforzi da cui sono cementati.

Ora è evidente che ricerche di questa natura apportano un contributo larghissimo allo studio dei fenomeni che accompagnano le deformazioni prima elastiche di un corpo, poi quelle permanenti; e aiutano a comprendere come avviene la trasmissione molecolare in quest'ultimo periodo; donde si può arrivare a conoscere il meccanismo delle forze interne durante l'azione degli sforzi. E in questo modo si rende possibile di ben determinare la prova a farsi in un dato caso, affinché in essa si riproducano gli sforzi ai quali i pezzi verranno effettivamente sottoposti nella realtà; ed anche di regolare la condotta della prova. Si vede che la Memoria di Hartmann dalle regioni teoriche discende a quelle pratiche, e, concludendo, riporteremo la definizione che egli dà dell'elasticità in luogo di quella comunemente ammessa fino ad oggi: è la proprietà che hanno i corpi di acquistare delle forze elastiche interne facenti equilibrio collo sforzo da cui vengono cementati.

*

La terza Relazione (3) ha ancora un carattere teorico, ma con intendimenti pratici; essa studia le leggi della deformazione dei solidi, per vedere se non vi ha luogo a modificare qualcuno dei procedimenti ammessi per le prove dei materiali e pel modo di presentarne i risultati. Si divide in tre parti:

- 1) Leggi generalmente ammesse o metodi ordinariamente in uso;
- 2) Conseguenze che derivano da queste leggi dal punto di vista del meccanismo della deformazione e delle prove;
- 3) Conclusioni.

(1) Pagine 94.
 (2) *Fenomeni che accompagnano la deformazione permanente dei metalli*, pag. 47.
 (3) MESSAGER, *La déformation des solides*, page 41.

Coi Rapporti successivi entriamo in un campo più pratico. Il professore A. Rejto (1) osserva, che coi metodi ordinariamente in uso non si può determinare in modo esatto che l'elasticità, e che questa è la sola proprietà la quale possa venire espressa in cifre. Riguardo alle altre proprietà caratteristiche dei materiali da costruzione, la *durezza*, la *tenacità* e la *malleabilità*, comunemente si accontenta di valori graduali, mentre sarebbe necessario di poter conoscere i loro valori numerici; ora questi possono determinarsi col sussidio delle prove di trazione, di compressione e di taglio, quando si abbia cura di conformarsi alle esigenze della legge di trasmissione delle forze e dell'attrito interno; Rejto, riferendosi al suo precedente Rapporto presentato al Congresso di Stoccolma (1897), nel quale ha fatto conoscere le leggi stesse, nel Rapporto presente dimostra quali sono le esigenze di tali leggi; e considera dapprima le norme da seguire circa la forma dei provini e l'esecuzione delle prove; indi passa a determinare le proprietà caratteristiche sopraenunciate.

Il quinto Rapporto è uno studio sulle proprietà fisiche e meccaniche dei metalli (2), limitato però al ferro ed al rame; i loro Autori partono dal principio che lo studio dei metodi di prova dei metalli non può separarsi da quello delle loro proprietà meccaniche, poichè è appunto nelle ricerche dirette a spiegare i fenomeni della deformazione dei solidi nei casi più semplici, che si riuscirà a determinare le vere caratteristiche di un metallo, come esse devono misurarsi e quale è il loro significato preciso. Essi cominciano dal descrivere le due macchine di prova di cui hanno fatto uso: quella di trazione del colonnello Maillard, e il torchio idraulico a embolo libero, che può servire a piacere per macchina di trazione o di compressione. Indi trattano dell'elasticità e suo limite, discutendo le tre definizioni proposte; dimostrano che quella dei fisici è la negazione stessa dell'esistenza di un limite; la definizione del *limite di elasticità proporzionale* non ha un significato fisico ben definito; e che il *limite delle prove* è il solo che presenti il carattere di una vera legge naturale. Nei laboratori di prove meccaniche, questo limite si identifica col punto d'arresto della colonna manometrica. Finalmente gli autori passano a studiare le deformazioni permanenti del rame e del ferro.

L'ultimo Rapporto della prima serie è di R. Feret, e tratta in 50 pagine delle ricerche intraprese nel Laboratorio dei ponti e strade di Boulogne-sur-Mer, sopra la resistenza alla rottura dei materiali isotropi non dattili, con applicazione alle prove delle pietre, delle malte, e simili. Egli arriva alla conclusione, che le prove ordinarie di rottura, pei materiali suddetti, danno quasi senza eccezione dei risultati, che si allontanano assai dalle vere resistenze, che hanno per iscopo di rivelare.

I diversi carichi di rottura sono delle funzioni di tre parametri: la coesione normale, la coesione tangenziale e il coefficiente d'attrito della materia sopra sè stessa; la cui determinazione offrirebbe un grandissimo interesse, perchè fornirebbe un sistema di misure assolute, relativamente alle resistenze limiti di ciascuna sostanza.

Se è permesso di estendere ai casi in cui lo sforzo normale corrisponde a una trazione, la teoria dell'attrito verificata nel caso di compressioni normali, questi parametri si riducono a due soli distinti, e tutti i fenomeni di rottura vengono retti da una stessa legge generale.

Perciò, secondo noi, resterebbe ancora a ricercare, sia fra i metodi esaminati dall'A., sia fra altri che potrebbero essere preferibili, un gruppo di prove semplici quanto più possibile, atto a far conoscere esattamente i valori di questi parametri, e nello stesso tempo a verificare l'ipotesi dell'attrito negativo.

La seconda sotto-divisione degli studi generali si apre con un Rapporto magistrale di Ch. Frémont sull'*Evolution des méthodes et des appareils employés pour l'essai des matériaux de construction* (3). Esso è una esposizione storica dei metodi di prova impiegati per determinare le diverse qualità dei materiali, e di quelli per la verifica delle qualità richieste nei vari quaderni d'oneri per la ricezione dei medesimi. Prende le mosse da Galileo, che pose le fondamenta della fisica moderna, e fu il primo che abbia provato di applicare le leggi della meccanica alla resistenza dei solidi; poi passano davanti a noi Blondel, Marchetti, Viviani, Grandi, Hooke, Mariotte, De la Hire, i Bernoulli, Leibnitz, ecc., dei quali tutti l'A. ci dà i ritratti.

Réaumur pare sia stato il primo che abbia introdotte le misure nelle norme pel ricevimento dei metalli; egli ha lasciato una descrizione completa dei metodi di prova da lui adoperati per l'acciaio.

(1) *Conduite rationnelle des essais de matériaux de construction d'après les lois du mécanisme des actions moléculaires et du frottement à l'intérieur des corps*, pag. 21, con 17 tavole fuori testo.

(2) P. CHARBONNIER et CH. GALY-ACHÉ, *Études sur les propriétés physiques et mécaniques des métaux*, pag. 65.

(3) Pagina 104.

Dopo di lui vengono Van Musschenbroek, Béliidor, Buffon, Duhamel, Perronet, Monge, Gauthey, Rondelet, ecc.

In seguito a questa esposizione teorico-critica l'A. dice di essere stato condotto a cercare un modo di moltiplicare le prove, di cui tutti i costruttori potessero facilmente fare uso, ciascuno nella propria officina, eseguendo solamente prove semplici e poco dispendiose, che permettano di verificare in un punto qualunque arbitrariamente scelto e in un numero di punti più grande, la qualità delle materie impiegate; indi passa a descrivere il suo procedimento, che già da tre anni è in uso nel suo laboratorio, e pare abbia dato dei risultati soddisfacenti. Esso non si applica per la trazione propriamente detta, ma solo per la flessione: sforzo che ha il vantaggio di cementare contemporaneamente la resistenza alla trazione e quella alla compressione.

Seguono due brevissime Note, l'una sulla resistenza dei materiali dal 1867 al 1878 (1), nella quale si danno alcune notizie retrospettive sopra questa questione; l'altra sul servizio delle esperienze e prove del Conservatorio di arti e mestieri di Parigi, suo funzionamento e risultati che fornisce (2).

Le tre comunicazioni successive si riferiscono tutte ai laboratori; nella prima (3) si descrive quello della scuola dei ponti e strade francese, cominciando dalle origini, poi dalle installazioni dei vari laboratori in cui è diviso, indi gli apparecchi e i metodi di prova impiegati e finalmente una rassegna dei lavori eseguiti dal 1881 al 1900. La Relazione è accompagnata da 13 tavole fuori testo.

Nella seconda VI. Herzenstein tratta della necessità e dei vantaggi che si hanno dai laboratori annessi alle imprese di costruzione e di esercizio delle strade ferrate; e per dimostrare il valore della propria tesi, in un'appendice descrive il laboratorio di prova fondato per la costruzione delle nuove linee ferroviarie della Società delle strade ferrate Mosca-Vindau-Rybinsk (4).

La terza è una comunicazione di W. Kendrick Hatt e W. P. Turner sui nuovi apparecchi impiegati nel laboratorio di prove dei materiali da costruzione dell'Università Purdue a Lafayette Ind. (Stati Uniti) (5). Di grande interesse è la macchina per le prove all'urto, del cui funzionamento si dà la teoria.

Chiude la serie dei Rapporti di questo primo volume una Nota di G. C. Henning sopra un apparecchio registratore portatile, che dà un diagramma dello sforzo in funzione della deformazione. L'inventore è stato condotto a trovare il suo apparecchio dal desiderio di munire la macchina Thurston per le prove alla torsione di un registratore grafico. Lo strumento non pesa che 450 grammi, e ciò non ostante può applicarsi a tutti i provini di uso corrente per determinare le proprietà dei materiali.

Il primo Rapporto (6) della seconda serie è dell'ing. André Le Chatelier e tratta dell'influenza del tempo e della temperatura sulle proprietà meccaniche e le prove dei metalli. Le variazioni che subiscono le proprietà meccaniche dei metalli, a seconda della durata della cementazione cui sono sottoposti e delle temperature alle quali si trovano esposti, sono le une e le altre strettamente legate al fenomeno generale della ricottura di cui gli effetti, dipendenti appunto dal tempo e dalla temperatura, sono la causa prima di tali variazioni; perciò l'A. comincia dal fare un'esposizione delle leggi generali della ricottura e delle conseguenze che ne risultano dal punto di vista dell'influenza del tempo; indica le precauzioni che può essere utile di prendere, affinché i loro effetti non infirmo i risultati delle prove pratiche dei metalli. In appresso riferisce i risultati attualmente noti sulle caratteristiche delle proprietà meccaniche dei metalli alle diverse temperature; e finalmente studia i fatti speciali offerti dal ferro e dall'acciaio tanto alle temperature elevate, quanto a quelle basse; o sotto l'influenza di sforzi rapidi o di urti.

La seconda comunicazione (7) è di Baclé, il quale riferisce sulle ricerche e sugli esperimenti da lui intrapresi in compagnia di Frémont allo scopo di far servire l'operazione della perforazione meccanica ad apprezzare la qualità del metallo; insomma egli propone di fare della ponzonatura un metodo di prova. Sebbene le sue ricerche non siano ancora ultimate, permettono però già d'intravedere la possibilità della proposta Baclé. Noi non possiamo che fare plauso a tali tentativi, poichè si otterrebbe il grandissimo vantaggio di sopprimere

(1) A. OLLIVIER, *Étude de la résistance des matériaux de 1867 à 1878*, pag. 2.

(2) LÉON MASSON, *L'organisation, l'outillage et les travaux du service des expériences et des essais du Conservatoire national des arts et métiers*, pag. 5.

(3) P. DEBRAY et A. MESNAGER, *Laboratoire de l'École nationale des ponts et chaussées*, pag. 32.

(4) Pagina 12.

(5) Pagina 15.

(6) Pagina 25.

(7) *Le poinçonnage envisagé comme méthode d'essai*, pag. 42.

le spese di prove, che tutti sanno quanto siano onerose per le difficoltà di allestire i provini per le prove alla trazione e pel tempo occorrente; mentre la ponzonatura è una delle operazioni le più frequenti d'officina, e che si pratica a quasi tutti i pezzi che devono venire riuniti.

Prove di torsione è l'argomento della terza brevissima comunicazione di cui Rateau è l'Autore; egli non crede di dover riferire in modo particolare, poichè già è stato fatto nel Rapporto di Polonceau, compreso nei lavori della Commissione francese dei metodi di prove dei materiali da costruzione, i cui lavori sono pure stati presentati al Congresso.

La quarta Relazione è di R. H. Thurston e tratta delle *Recherches sur la résistance des matériaux enregistree autographiquement au moyen de la machine à pendule autographe*. E' una descrizione dell'apparecchio di cui l'A. si serve per provare i materiali da costruzione; egli comunica inoltre alcuni risultati delle sue ricerche.

Seguono tre brevi comunicazioni di J. A. Brinell, sopra un nuovo metodo di prova dei metalli col mezzo di una sfera di acciaio, per determinare la durezza, la resistenza, il limite di elasticità apparente, l'allungamento e i difetti di omogeneità degli acciai fusi; di Al. Poncelet sulle definizioni della ghisa, dei ferri e degli acciai; e di G. Charpy sulle prove di tempera.

William R. Webster riferisce sopra la possibilità di stabilire dei Capitolati d'onori e di metodi di prova internazionali per il ferro e l'acciaio dal punto di vista dell'ingegnere americano. E' vero che il Congresso non aveva per iscopo di adottare delle conclusioni generali sopra gli argomenti discussi, ma ciò non ostante i suoi risultati dovranno essere tali da costituire un beneficio durevole tanto pei fabbricanti, quanto pei consumatori di acciaio in tutti i paesi; perciò Webster crede possibile, anzi conveniente, che senza imporlo si stabilisca un Capitolato internazionale, ed espone alcuni criteri generali che, secondo lui, dovrebbero tenersi presenti nella compilazione del medesimo.

*

Della nona comunicazione basta l'enunciazione del titolo per dare un'idea del suo contenuto: *Esame delle condizioni normali americane proposte; provini e metodi di prova del ferro e dell'acciaio, con una discussione dei procedimenti commerciali di prove fisiche e chimiche del ferro e dell'acciaio, attualmente in uso agli Stati Uniti; esame critico delle norme straniere per le rotaie d'acciaio*. Essa è dovuta alla penna di A. Ladd Colby. Egli espone i criteri a cui deve informarsi un Capitolato normale, che propone in 10 divisioni, e il cui testo è annesso al suo Rapporto quale allegato. Le condizioni che ne formano l'oggetto sono state compilate da un Comitato speciale, i cui componenti erano stati scelti in modo da rappresentare tutti gli interessi della nazione americana; e furono riconosciute come la quintessenza di ciò che è in uso agli Stati Uniti.

Lo scopo per cui tali norme vengono sottoposte all'esame dell'attuale Congresso è quello di provocare una discussione in merito, in vista di un probabile futuro riconoscimento di esse, quale base di norme regolamentari internazionali. Esse contengono delle condizioni veramente importanti, che meritano tutta l'attenzione dei congressisti; altre forse non troveranno buona accoglienza in Europa per la diversità dei procedimenti di fabbricazione, ma la discussione di esse potrà forse condurre a dei ravvicinamenti, e magari a nuove norme che soddisfacciano a un tempo gli interessi americani e quelli europei.

Con questo Rapporto finisce la prima sottodivisione della seconda serie.

*

La seconda categoria o sottodivisione contiene otto Rapporti tutti relativi agli studi dei metodi di diversi metalli e di alcuni pezzi composti. Tre di essi trattano un argomento analogo e si completano a vicenda; il primo è del fisico Ch. E. Guillaume; egli esamina gli acciai al nickel, passando in rivista le loro proprietà magnetiche, termiche e meccaniche; le variazioni di volume, le deformazioni permanenti e residuali e l'azione della ricottura.

Nello stesso ordine di idee del Rapporto di Guillaume a complemento del medesimo, è la comunicazione di D. H. Browne e H. F. J. Porter sulla metallurgia, le proprietà e le prove dell'acciaio al nickel. La comunicazione di Howe chiude questo gruppo trattando degli effetti relativi della corrosione sul ferro, l'acciaio dolce e l'acciaio al nickel, nell'aria, nell'acqua di mare e nell'acqua ordinaria. Facendo astrazione delle differenze notevoli che esistono fra le diverse categorie di ferri battuti e le varie qualità di acciai dolci, vi è sempre una differenza intrinseca fra loro dal punto di vista della corrodibilità; differenza che varia assai in grandezza assoluta e financo nel segno, a seconda delle condizioni circostanti. Mentre l'acciaio dolce gode di una grande superiorità sul ferro, in presenza dell'acqua acidulata ed ancora, benchè di poco, nell'acqua dolce, il contrario ha luogo nell'acqua di mare. Tuttavia l'acciaio offre altri vantaggi che compensano e superano questo della corrodibilità.

Le Blant riferisce sulle traverse dei focolari di locomotive che servono a permettere alle pareti dei focolari di sopportare senza in-

convenienti pressioni superiori ai 16 chilogr. per centimetro quadrato; queste traverse vengono cimentate per trazione. Ora Le Blant riassume appunto i lavori e gli studi eseguiti per determinare gli sforzi dai quali le traverse sono cimentate, e i risultati forniti dall'esperienza. Egli divide il suo lavoro in sei parti, nelle quali esamina: il rame rosso e i metalli diversi dal rame rosso; poi fa un confronto fra i diversi metalli; e chiude con delle conclusioni riassuntive. Un'appendice contiene alcuni particolari sugli apparecchi di prova e loro operazioni.

La quattordicesima comunicazione (1), di Em. Demenge, tratta lo stesso argomento che Baclé aveva svolto in seno alla Commissione dei metodi di prova dei materiali da costruzione, colla differenza che Baclé si era occupato di tutti i metalli diversi dal ferro, mentre Demenge si limita alle prove di provini in rame rosso e in ottone; però ha cercato di mettere a giorno i dati, aggiungendo anche le più recenti esperienze.

Segue un Rapporto di Lanna sui risultati degli studi sperimentali fatti sui ponti metallici; è un Rapporto di grande importanza pratica, il risultato di esperienze eseguite sui singoli ponti, allo scopo di chiarire una anomalia, della quale non sapevasi dar ragione. La Compagnia ferroviaria d'Orléans aveva fatto eseguire nel periodo dal 1897 al 1899 un gran numero di esperienze per vedere che cosa conveniva fare dei ponti metallici della sua rete, che, secondo il calcolo ordinario, erano insufficienti e i quali ciò non ostante prestavano un buonissimo servizio. Le esperienze hanno dimostrato infatti che i ponti in parola erano generalmente più robusti e più stabili che il calcolo non indicava; infatti il 42 0/0 di essi non presentò deformazione di sorta oltre i limiti stabiliti per le opere di nuova costruzione dal Regolamento ministeriale del 29 agosto 1891. Le misure delle deformazioni furono fatte con apparecchi immaginati o perfezionati da Rabut per la circostanza e da lui descritti nelle *Annales des ponts et chaussées* del mese di ottobre 1896. Egli è precisamente il riassunto dei risultati ottenuti che Lanna fa conoscere nel suo Rapporto.

Fabrication des maillons de chaîne en acier Martin utilisés dans la construction du pont suspendu d'Eskeiter de Budapest. E' una comunicazione interessantissima di un nostro amico, Jules Seefehlner, Direttore delle officine di costruzione di macchine delle Ferrovie dello Stato Ungherese, che hanno costruito il ponte in parola, di cui un modello si trovava pure all'Esposizione di Parigi. Egli esamina dapprima la natura del metallo da impiegarsi per la costruzione della parte metallica delle catene maestre, poi il procedimento di fabbricazione degli anelli: per ognuno di essi bastano 615 minuti, ciò dimostra nel più bel modo lo stato avanzatissimo dell'industria del ferro e della meccanica in Ungheria, nonchè lo stato di perfezionamento a cui vi è arrivata l'arte della costruzione dei ponti.

*

L'ultima comunicazione di questa serie tratta del metodo di prova delle costruzioni in calcestruzzo armato, ed è dell'ing. Considère; basta l'enunciazione del nome di questo eminente ingegnere, perchè il lettore si faccia subito un'idea dell'importanza della Memoria; a tutti sono ormai note le ricerche di Considère sui calcestruzzi armati, ed a lui si deve la molta luce che in questi ultimi anni la scienza ha versato sopra questa nuova branca dell'ingegneria. Nella sua modestia egli non intende di fare servire di base alle risoluzioni del Congresso il risultato dei suoi studi personali; si limita perciò ad accennare ad alcuni punti più importanti, che sono i seguenti:

Per avere delle garanzie sufficienti è necessario che alla prova preventiva dei materiali impiegati si aggiunga la prova diretta delle costruzioni in calcestruzzo.

Perchè le prove riescano veramente efficaci è d'uopo determinare preventivamente le deformazioni normali e poscia paragonarle a quelle osservate.

La previsione delle deformazioni normali deve basarsi sulla conoscenza delle leggi della deformazione del calcestruzzo associato alle armature; pare che al di là del limite di elasticità queste leggi differiscano da quelle che reggono le deformazioni dei calcestruzzi non armati.

Le deformazioni dei pezzi cimentati alla flessione sembrano essere influenzate dagli sforzi di taglio, dalla natura del mezzo nel quale il calcestruzzo ha fatto presa ed è stato conservato e dall'azione delle armature trasversali.

La resistenza è in intima connessione colle deformazioni. È più facile di calcolare gli allungamenti e accorciamenti normali che devono prodursi in una sezione determinata, che non la saetta di un pezzo caricato trasversalmente, che è la risultante delle deformazioni di tutte le sue sezioni. La misura delle deformazioni locali merita quindi di essere raccomandata, e, per lo meno, di prendere posto a lato della misura delle saette.

(1) *Sur les essais des pièces en cuivre rouge et en laiton*, page 21.

I dodici Rapporti costituenti la terza ed ultima serie sono assai importanti, perchè, ad eccezione del primo ed ultimo, si riferiscono tutti ad argomenti, che interessano strettamente l'ingegnere dei ponti e strade.

Il primo è di N. Petroff, il quale, dopo di avere osservato che di solito il valore delle materie lubrificanti viene giudicato dai coefficienti di attrito nelle macchine di una speciale costruzione. unte con tali materie, e che in questo modo si può incorrere in gravi errori, espone un procedimento diretto fisico, che non presenta difficoltà serie e conduce a conclusioni bastevoli per la pratica. Esso si fonda sulla teoria idrodinamica dell'attrito dei corpi solidi ben lubrificati.

L'ultimo Rapporto invece studia le rotture dei legnami nelle prove di resistenza, ed è dell'Ispettore André Thil. E' il complemento di un'altra comunicazione fatta dal medesimo alla Commissione dei metodi di prova dei materiali sull'anatomia del legname dal punto di vista delle prove di resistenza, in quanto fa un esame delle conclusioni teoriche di quella comunicazione, con una serie di prove fatte con tutta cura.

Il Rapporto è accompagnato da un certo numero di tabelle, nelle quali sono riassunti i principali risultati delle prove di compressione, di trazione e di taglio, fatte sulle diverse specie di legnami dal 1894 al 1900.

Per le prove di gelività dei materiali si seguono nei vari laboratori metodi diversi; nelle conferenze di Monaco, Dresda e Berlino, si è cercato di rendere uniformi tali metodi, e si sono in effetto stabilite delle norme; esse trascurano però dei particolari di esecuzione che hanno cionullameno la loro importanza. Ora J. Marva y Mayer, in una speciale comunicazione (1), riferisce i risultati degli studi e delle esperienze da lui intraprese allo scopo appunto di determinare l'influenza che i particolari suddetti esercitano sul risultato definitivo. In una serie di prospetti annessi sono raccolti i dati relativi alla saturazione d'acqua e alla congelazione delle pietre.

Segue una breve comunicazione di Vittorio Dall'Armi e Angelo Forti sopra un caso di disgregamento di muratura di mattoni. Essi avevano osservato in diverse opere murarie, numerosi casi in cui i mattoni murati si staccavano dallo strato di malta di calce idraulica, nel quale si trovavano avvolti, compromettendo la stabilità dell'opera. In seguito a varie ricerche ed esperienze riuscirono a trovare, che la causa di questo fenomeno di disgregamento consisteva nel combustibile impiegato per la cottura dei mattoni, ricco in solfo, e che dava luogo ad una certa quantità di solfati, causa del male; i mattoni cotti con tale combustibile contenevano 6,7728 di acido solforico anidro, di fronte a 0,7504 che era contenuto in quelli cotti con delle canne. Essi consigliano di applicare il metodo impiegato, consistente nella cottura in forni distinti con diverse specie di combustibili, anche in altri casi analoghi.

R. Feret espone alcune osservazioni sulle prove per via umida in vista di determinare la costituzione chimica dei cementi idraulici (2). Deval tratta delle prove del cemento all'acqua calda (3), e trova che il cemento in principio presenta una maggiore resistenza nell'acqua calda che non nella fredda, ma che dopo un anno avviene l'inverso. Le malte sabbiose si comportano invece altrimenti, e la loro resistenza dopo un anno è maggiore nell'acqua calda che non nella fredda.

La sesta comunicazione è di H. Le Chatelier e svolge l'argomento importantissimo della decomposizione dei cementi nell'acqua marina (4); argomento trattato anche dal generale A. R. Schoulatchenko nella comunicazione successiva (5), che serve di complemento alla precedente. Le Chatelier appartiene alla scuola di Michaelis, che attribuisce la decomposizione dei cementi nell'acqua marina a un fatto d'ordine esclusivamente chimico; egli afferma che la causa preponderante, se non unica, di tale decomposizione è la formazione del solfo-alluminato di calce.

La presenza dell'allumina nei cementi, quando arriva a 4 0/0, è quindi la causa prima della loro decomposizione.

La sostituzione del ferro all'allumina è di vantaggio sotto ogni punto di vista; il pericolo dell'allumina viene attenuato dalla diminuzione del tenore in calce; ma in questa via l'abbassamento correlativo della resistenza meccanica costituisce un limite a tale diminuzione.

(1) *Sur quelques détails d'exécution des épreuves de gelivité des pierres.*

(2) Pagine 8.

(3) Pagine 6.

(4) Pagine 27.

(5) *De l'action de l'eau de mer sur les mortiers hydrauliques,* page 12.

Finalmente il pericolo dell'allumina pare possa interamente eliminarsi, aggiungendo delle pozzolane siliciose. Il cemento Portland è quello che meno di tutti soffre.

Schoulatchenko non condivide l'opinione di Michaelis, e ritiene che le esperienze decisive, per dare un giudizio sulla questione, non devono farsi nel laboratorio, ma praticamente nell'acqua di mare; egli ritorna ai criteri di Vicat, cui si conforma, tenendo conto dei progressi fatti da quel tempo in poi; siccome l'acqua di mare distrugge qualsiasi malta idraulica, se può infiltrarsi nelle masse di calcestruzzo, così bisogna accontentarsi di ricercare quali malte sono le più dure e di conseguenza le più impermeabili; perciò le prove di laboratorio non possono fornire risultati sicuri. In seguito alle proprie ricerche e osservazioni, Schoulatchenko conchiude che: Tutte le malte idrauliche sono suscettibili di essere impiegate nei lavori a mare libero, a condizione che siano di buona qualità e consistenti.

Le malte di cemento Portland sono i migliori materiali da impiegarsi nei lavori marittimi, poichè sono quelli che offrono la maggiore coesione, consistenza e omogeneità, e che è assai facile di rendersi conto delle loro qualità mediante prove normali dirette.

Segue una breve Nota (4 pagine) di Rebuffat sulle malte a pozzolana nelle costruzioni marittime.

La nona comunicazione (1) ha grande importanza, specialmente per diverse provincie del nostro Paese, dove le pozzolane abbondano, poichè tende a dimostrare, che le pozzolane sono suscettibili di nuovi impieghi dei più interessanti; apre quindi ad esse nuovi orizzonti. E' una parte di un lavoro maggiore, che l'A. si propone di completare con una pubblicazione ulteriore. Egli tratta dapprima dell'aggiunzione delle pozzolane ai materiali di aggregamento delle murature; poi delle varie prove delle pozzolane, e conchiude che l'aggiunzione loro alle malte di cemento contribuisce a migliorarle, mentre ne diminuisce il costo, e soprattutto accresce la stabilità delle costruzioni in acqua di mare.

A. Brüll e H. Henry riferiscono sul cemento formato coi residui di alti forni, in quattro capitoli, trattanti rispettivamente dell'origine, fabbricazione, proprietà e applicazioni di essi.

Chiude la serie dei Rapporti da noi esaminati il penultimo, di Tavernier: *Joints métalliques coulés dans les maçonneries.* Argomento di grande attualità, poichè l'uso di questi giunti metallici assume di giorno in giorno sempre più maggiore importanza e applicazione.

L'interposizione fra le pietre di una malta di cemento o di calce costituisce dei punti di minore resistenza in tutti i giunti, quando le pietre sono più dure della malta impiegata, il che è il caso ordinario. Per accrescere la resistenza delle murature sembrerebbe naturale di sostituire alla malta una sostanza dura quanto le pietre o più di esse, quale sarebbe un metallo o una lega metallica convenientemente scelta e colata in fusione fra le pietre.

Tavernier fece delle esperienze in proposito, delle quali ha dato già un resoconto nelle *Annales des ponts et chaussées* (1899); in seguito continuò le sue esperienze e la comunicazione in parola rende conto per l'appunto di queste nuove esperienze. Esse hanno per iscopo:

1° Di determinare in quali condizioni si potrebbero colare dei giunti metallici di grande superficie, come occorrono nella pratica, e di ricercare la resistenza dei diversi metalli o leghe metalliche suscettibili di essere impiegate;

2° Pei giunti di cemento sia colati, che in pasta, come pure pei giunti di malta di cemento o di calce, di determinare le resistenze corrispondenti a diversi spessori o modi d'impiego suscettibili di essere realizzati, e di paragonare le resistenze così ottenute a quelle dei giunti metallici.

Termina poi indicando le applicazioni di cui sarebbe suscettibile l'impiego dei giunti metallici nelle murature, ed arriva ai risultati seguenti:

I giunti metallici si possono applicare razionalmente in tutte le murature cimentate da una pressione più forte che esse non potrebbero sopportare con dei giunti ordinari di cemento o di calce; quindi negli archi in muratura di grande luce, combinati con le cerniere in tre punti dell'arco, l'uso dei giunti metallici permette di costruire, più economicamente che le travate metalliche, dei grandi archi in muratura, che offrirebbero i vantaggi di una minore manutenzione e probabilmente di una maggiore durata.

E' questo un argomento che a primo aspetto lusinga assai e sembra razionalissimo, ma che ha bisogno non solo ancora di studio, ma della sanzione di molti anni di esperienza.

Con ciò abbiamo detto brevemente dei 42 Rapporti presentati al Congresso, e speriamo di avere invogliati i lettori a farne lettura, persuasi che vi troveranno tante cose istruttive e interessanti assai.

Teramo.

GAETANO CRUGNOLA.

(1) R. FERET, *Expériences sur les pozzolanes. Nouveaux emplois. Essais.*