RELAZIONE

SULLA VISITA ALL'IMPIANTO IDRO-ELETTRICO DI CHÂTILLON

fatta dal Socio ing. Guido Garello nella seduta del 5 febbraio 1915

La nostra Società ha sempre seguito col massimo interessamento il sorgere dei nuovi impianti idro-elettrici nella nostra regione, come quelli che mentre da un lato sono l'indice più significativo dell'incremento industriale e civile della stessa, d'altro lato segnano altrettanti passi verso quella conquista della forza che è o meglio sarà uno dei precipui fattori di ricchezza della nostra nazione.

Inoltre poichè i nostri impianti idro-elettrici costituiscono una conquista radiosa, una brillante affermazione dell'ingegneria italiana, si comprende come non solo essi richiamino il nostro più vivo interesse, ma costituiscano anche un po' il nostro orgoglio.

Si è perciò che l'iniziativa assunta dalla Presidenza della visita al nuovo impianto idro-elettrico di Châtillon, venne calorosamente accolta da un buon numero di Soci e venne coronata dall'esito più lusinghiero oltrechè per interesse intrinseco presentato dalle opere, eziandio per il concorso che le *Società Sviluppo Imprese Elettriche di Milano e Idro-elettrica Valle d'Aosta* vollero darci con un'accoglienza veramente cordiale e splendida.

Ci accolsero e ci furono compagni e guide preziose in tutta la visita i membri delle Società predette con a capo il Direttore Generale della Società Sviluppo ing. Barberis, il quale ha voluto e saputo in tale circostanza dimostrarci come egli, pur avendo abbandonato per ragioni d'ufficio la nostra città, si considera pur sempre membro della nostra famiglia sociale, a cui lo legano tante amicizie e da cui è corrisposto con tanta stima e simpatia. E qui ci incombe pure il dovere di segnalare alla vostra ammirazione l'opera dell'ingegnere Fioretti, valente Direttore dei lavori, e quella dell'ing. Francesco Carcano, ben noto nel campo dell'elettrotecnica, e che più specialmente si è occupato della parte elettro-meccanica dell'impianto.

非非

La Società Idro-elettrica Valle d'Aosta iniziò fin dal 1910 gli studi, la livellazione e triangolazione per portare a compimento il progetto definitivo dell'impianto detto di Montjovet per la derivazione di mc. 23 dalla Dora Baltea presso Châtillon. La costruzione di tutto l'impianto venne affidata alla *Società per lo Sviluppo delle Imprese Elettriche in Italia*, la quale iniziò i lavori nel mese di maggio dell'anno 1912 e li terminò nell'agosto 1914. Il costo delle opere ascese a poco più di L. 6.500.000.

Le opere di derivazione relative all'impianto di Montjovet, come si vede dalla tavola esposta, utilizzano il corpo d'acqua della Dora Baltea che si estende da circa 500 metri a valle dello sbocco del torrente Marmore nella Dora, a metri 300 a valle del Ponte della ferrovia Ivrea-Aosta sulla stessa Dora presso il Borgo vecchio di Montjovet.

Il canale porta l'acqua derivata sulla destra della Dora fino alla camera di carico situata sopra la strada ferrata Ivrea-Aosta presso il ponte sopradetto, e di qui in condotta forzata all'edificio motori sovrapassando a mezzo di apposito manufatto la linea ferroviaria. Il canale si svolge quasi per intero in galleria e nell'unico tratto di metri 320 nel quale esce all'aperto, si ha un solo manufatto di speciale importanza, consistente in un ponte canale sul torrente Moriola, e di fianco ad esso lo sfioratore modulatore con relativo canale di raccolta dell'acqua, il quale porta le acque sovrabbondanti a scaricare nello stesso torrente Moriola.

Il salto utilizzabile, dedotte le perdite di carico, è in inverno di m. 51,11.

Per quanto riguarda la portata sono stati eseguiti degli accurati studi, dai quali si è potuto rilevare che la portata della Dora, nel periodo invernale, oscilla fra i mc. 12 e 14, mentre nel periodo estivo la portata di essa è molto varia, poichè coi primi calori e per tutta l'estate la Dora scorre assai ingrossata, raggiungendo delle piene normali di circa 700 mc. e delle piene straordinarie che possono arrivare anche a 1200 mc. al minuto secondo.

Le opere tutte di derivazione sono state calcolate per una portata massima di 23 mc.

L'energia ricavabile perciò durante il periodo di magra scende a 5000 KW circa, mentre colla portata normale del canale si eleva a 8000 KW e ciò tenuto conto delle perdite nella condotta forzata, nelle turbine e nel macchinario elettrico.

Le opere di presa illustrate nella fig. 1 costituiscono la parte più caratteristica ed interessante dell'impianto. Fin dall'inizio degli studi si scartò l'idea di costruire una diga fissa in muratura, poichè la Dora presentando nel punto di presa ancora tutti i caratteri di un torrente alpino è soggetta a forti e rapide piene, che con la diga fissa avrebbero originato un esteso rigurgito. Venne così eliminato il pericolo che specialmente per l'azione ripetuta di piene si

potesse formare a valle della diga una cascata corrodente, la quale, a lungo andare, avrebbe potuto mettere in qualche pericolo la stabilità della diga stessa. Ciò premesso lo studio si concentrò sulla scelta di una diga mobile la quale, offrendo tutte le necessarie garanzie di stabilità e solidità, fosse in pari tempo facilmente rimossa, e si venne nella determinazione di costruire una diga con paratoie a grandi luci.

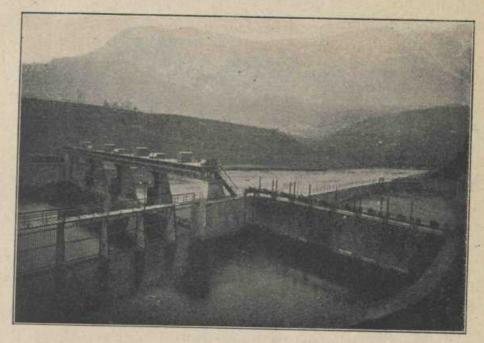


Figura 1.

Il corpo principale della diga comprende quattro paratoie ciascuna della larghezza di m. 12,50 e dell'altezza di m. 4, separate da pile costituite da cavalietti in ferro riempiti di calcestruzzo e dello spessore di m. 0,90.. Con esse si sbarra l'intero fiume Dora, convogliando in inverno tutta l'acqua disponibile colla minima perdita possibile nel bacino moderatore a destra della diga.

La parte fissa della diga, come risulta dalle tavole esposte, è costituita da una platea unica in calcestruzzo della larghezza complessiva di m. 9 con due briglie, una anteriore e l'altra posteriore, che vennero affondate nel letto della Dora per una profondità di circa m. 4 sotto la soglia della diga stessa. La platea della diga è orizzontale per un tratto di m. 2,15 verso monte e poscia ha la pendenza del 5 %. Il primo tratto della larghezza di m. 2,15 venne rivestito intieramente con una soglia in ferro, però in corrispondenza al punto ove viene

ad appoggiarsi il diaframma mobile delle paratoie quando queste sono abbassate, la lamiera venne rinforzata chiodandola ad un ferro Differdingen di 300 mm., il quale permette al diaframma mobile di poggiare in ogni suo punto orizzontalmente sul Differdingen stesso, evitando così le perdite d'acqua. L'ulteriore tratto di soglia della diga venne rivestito con un doppio strato di travicelli in legno.

Le pile vennero munite anteriormente, e fino all'altezza di m. 7,70 sopra la soglia della diga fissa e cioè fuori del pelo d'acqua delle massime piene, di speroni di lamiera di ferro che servendo da spartiacque difendono le pile stesse dai galleggianti trascinati dalle piene.

I cavalletti delle pile vennero solidamente incastrati nella soglia della diga, mediante rotaie le quali abbracciano un blocco di calcestruzzo del volume di 70 mc. per ogni pila. Sopra le pile ed a conveniente altezza, cioè a m. 10,52 sulla soglia della diga, venne eseguito un ponte il quale serve per l'appoggio degli argani di manovra delle paratoie e per ponte di comando dei motori azionanti gli argani stessi.

Le paratoie, splendida affermazione della Casa italiana costruttrice Togni di Brescia, sono costituite da due travate paraboliche orizzontali distanti metri 1,70, collegate tra loro mediante sei montanti a tralicio distanti due metri, e queste travate nella loro parte anteriore sostengono il diaframma in lamiera di ferro dello spessore di mm. 13.

Dispostivi speciali molto ingegnosi sono stati adottati per ottenere l'ermeticità orizzontale e verticale, come pure per rendere minimo l'attrito delle paratoie contro i piatti di scorrimento.

La manovra delle paratoie, tanto al movimento ascendente quanto in quello discendente, può avvenire a mezzo di motori elettrici della potenza di 10 HP, oppure per mezzo di quattro uomini.

Il peso di ciascuna paratoia, coi relativi carrelli di scorrimento, è di 170 quintali e gli argani, tenuto conto della pressione dell'acqua, vennero calcolati per sopportare uno sforzo di 300 quintali. I motori sono azionati dall'energia elettrica proveniente dalla stessa centrale di Montjovet e da altro piccolo impianto idro-elettrico sussidiario e l'impianto è fatto in modo che si possono sollevare contemporaneamente due paratoie.

Sulla sponda sinistra la diga venne appoggiata contro robusta spalla in muratura innalzantesi di un metro sopra il pelo delle massime piene, e dietro questa spalla per tutta la sua lunghezza venne costruito un argine in terra fino all'altezza della spalla stessa e spingentesi fin contro la sponda sinistra della Dora.

Le opere di presa si iniziano subito a monte della diga e a destra di questa; esse si aprono scavate nella sponda destra del torrente normalmente alla diga.

La larghezza della luce d'entrata del bacino di presa è di m. 40; la soglia formata da una robusta gettata in calcestruzzo, è affondata per m. 2,30 sotto la soglia della diga ed è 2 metri più alta della diga fissa. Questo forte gradone serve ad impedire l'entrata dei ciottoli e ghiaia nel bacino. La larghezza normale del bacino moderatore è di m. 24 con diverse pendenze sul fondo e relative contropendenze. Questa larghezza del bacino crea una notevole riduzione nella velocità dell'acqua, la quale si riduce nel bacino stesso a circa m. 0,40 al minuto secondo; così la maggior parte della sabbia che venisse trascinata nell'acqua si deposita nel bacino e da questo facilmente, a mezzo di appositi gradoni curvilinei, viene asportata mediante due bocche di scarico e che sono poste l'una immediatamente a monte delle paratoie, l'altra al termine del bacino.

Dopo il secondo scaricatore il bacino moderatore va gradatamente restringendosi e raccordandosi per invitare l'acqua all'entrata nel canale. L'entrata del bacino di presa venne difesa verso monte da un robusto muro a martello che internandosi nei fianchi della sponda destra della Dora difende le opere di presa dalle piene. La luce di m. 40 che si ha all'entrata del bacino di presa venne suddivisa mediante cavalletti in ferro, anch'essi riempiti di calcestruzzo in 10 luci da m. 4, e contro questi cavalletti venne disposta e solidamente ancorata una griglia verticale a tubi in ferro lascianti una luce tra tubo e tubo di 100 mm. Questi tubi si possono sollevare ed agganciare sopra la passerella di comando della griglia, ed il loro movimento durante i rigidi inverni serve ad impedire la formazione di banchi di ghiaccio davanti alle porte di presa, banchi che sarebbero inevitabili data la piccolissima velocità dell'acqua in questo punto.

Le paratoie di presa del bacino, vennero poste in continuazione e sullo stesso allineamento delle paratoie della diga e consistono in otto paratoie della larghezza ciascuna di m. 3 e dell'altezza di m. 1,90 sostenute da cavalietti in ferro sui quali venne disposta la passerella di manovra. La manovra di queste paratoie si può fare elettricamente ed a mano; elettricamente si eseguisce mediante un motorino di 12 HP posto sopra un carrello moventesi su apposite rotaie, in modo che lo si può portare in corrispondenza di ciascuna paratoia; a mano la manovra si eseguisce a mezzo di uomo.

La figura 2 rappresenta le opere di presa, viste da valle.

Al termine del bacino di presa *il canale* entra subito in galleria e dopo 10 metri raggiunge la sezione normale. La lunghezza complessiva del canale d'arrivo propriamente detto, cioè dal principio della sua sezione normale fino all'ingresso del bacino di carico è di m. 4270. Per il primo tratto di m. 729 il canale è in galleria, quindi si ha un tratto di canale di m. 320 a mezza costa

e quindi si entra nuovamente in galleria fino alla camera di carico. La pendenza del canale è uniforme per tutta la sua lunghezza e venne progettato l'uno per mille. La sezione del canale venne calcolata in modo che l'acqua scorra nel medesimo con una velocità di m. 2,30 al minuto secondo.

Subito a valle della prima galleria venne costruito uno sfioratore della lunghezza di m. 69,50; l'acqua trascinata dallo sfioratore viene raccolta in ap-



Figura 2.

posito canale di scarico che corre lateralmente al canale d'arrivo e scende a gradoni scaricando le acque sovrabbondanti nel torrente. Moriola vicino alla confluenza della Dora. Nella figura 3 si vedono appunto i gradoni dello scaricatore. A valle di questo scaricatore il canale passa sopra il torrente Moriola mediante un ponte canale della luce di m. 5 e poi entra nella seconda galleria della lunghezza di m. 2700.

La galleria sopradetta termina nella camera di carico mantenendo la sezione normale. Il fondo della camera di carico è a m. 1,60 sotto il fondo della galleria d'arrivo, e siccome all'ingresso della condotta havvi un gradone dell'altezza di m. 0,90, così anche in questo bacino si potranno depositare le sabbie che eventualmente fossero state trasportate lungo il canale; queste sabbie si possono esportare mediante dispositivi speciali.

Questo bacino di carico ha una capacità di mc. 2000 d'acqua e serve ad

immagazzinare un quantitativo d'acqua tale che per un eventuale maggior richiamo d'acqua nella centrale non venga a vuotarsi la condotta forzata. La presa dell'acqua per la condotta forzata è completamente separata dal bacino di carico a mezzo di un robusto muro dividente il bacino di carico stesso, e l'ingresso è difeso da una griglia a maglia fine, della lunghezza di m. 12. A valle della griglia, e normalmente all'asse della condotta forzata, vennero di-

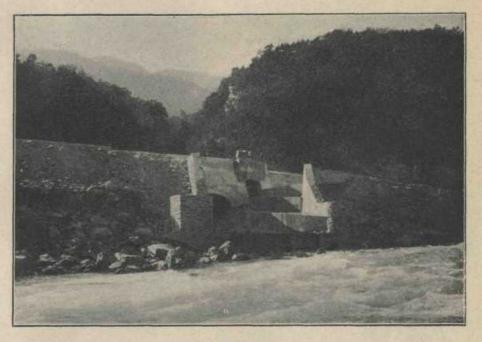


Figura 3.

sposte tre paratoie aventi luce di m. 3 per 2,90 e manovrabili sia elettricamente, sia a mano. Sul lato nord-est del bacino di carico venne disposta una batteria di quattro sifoni autolivellatori sistema Gregotti, che possono scaricare tutti i 23 mc. d'acqua che si possono avere durante la portata massima del canale.

La condotta forzata è costituita da un unico tubo in ferro del diametro di mm. 3100 e dello spessore variante da 10 a 16 mm. Essa è costituita da tronchi di tubo della lunghezza di 6 metri appoggianti su selle in ferro incastrate nelle murature e disposte ogni tre metri di distanza. Data la speciale configurazione del terreno si dovette eseguire l'attraversamento sulla ferrovia a mezzo di viadotto in cemento armato lungo m. 31, come si vede nella figura 4. La condotta forzata ha una lunghezza complessiva di m. 81 con una pendenza di 62 cm. per metro, la sua parte inferiore è ancorata al suo piede mediante un blocco in calcestruzzo del volume di mc. 500, ed è munita di un giunto di

dilatazione. Dal blocco d'amaraggio la condotta forzata è orizzontale e qui havvi il collettore della condotta forzata stessa lungo m. 20, dal quale si dipartono le tre diramazioni a forma tronco-conica che si collegano alle tre turbine; questo collettore possiede sul fondo uno scaricatore del diametro di 60 cm.

L'Edificio motori venne costruito tutto in cemento armato e come si vede dalla figura 4 la sua linea ne è risultata armonica e simpatica. Al piano ter-

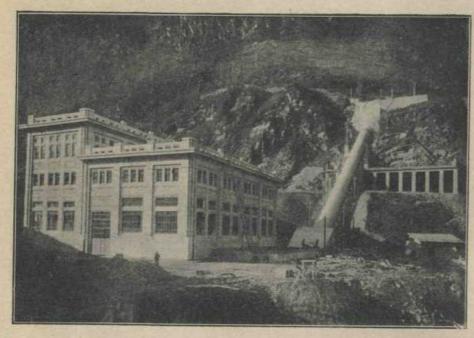


Figura 4.

reno havvi la sala macchine (v. fig. 5) della larghezza di m. 16 e della lunghezza di m. 31, un'officina di riparazioni, i locali per i trasformatori, per accomulatori e per i servizi interni della centrale. Al primo piano oltre agli apparecchi di manovra vi sono le celle per gli interruttori a 5000 volts. Al secondo piano vi sono gli interruttori a 50.000 volts ed al terzo le sbarre raccoglitrici, i parafulmini e le linee partenti. Nel salone delle macchine si ha una gru a ponte mobile della potenza di 30 tonn. e sotto le turbine, parallelamente alla condotta forzata si ha il canale di scarico della larghezza di m. 6, il quale è per un tratto di m. 60 in galleria e per altri m. 100 all'aperto.

La turbine di costruzione Escher-Wyss sono del sistema Francis a disposizione doppia con due camere forzate a spirale, calcolate per la potenza normale di 6500 HP effettivi e per la potenza massima di 7100 HP effettivi alla velocità di 375 giri al 1'.

Alle turbine sono accoppiati tre alternatori da 6100 KW, da 4500 a 5500 volts, 50 periodi, 375 giri, ognuno con eccitatrice direttamente accoppiata da 60 KW, 230 volts, 260 ampéres. I trasformatori da 5000 a 45.000 volts sono in numero di tre (ognuno della capacità di 6100 KW amp.) e costituiscono una parte caratteristica dell'impianto, poichè sono a raffreddamento mediante circolazione dell'olio in vasche d'acqua, anzichè del tipo solito con cir-

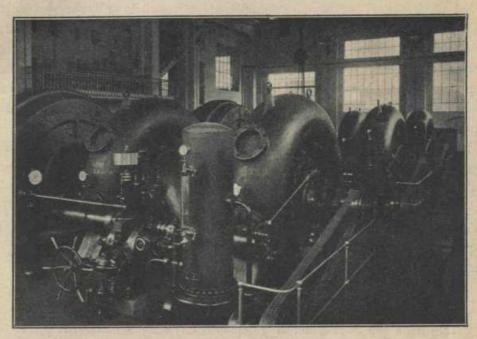


Figura 5.

colazione d'acqua con serpentino posto nell'interno del trasformatore, conchè si ottiene oltre altri vantaggi, anche il vantaggio principale che arrestando la circolazione dell'olio i trasformatori possono funzionare senza alcun inconveniente per un'ora a pieno carico e per due ore a metà carico, partendo dal trasformatore freddo, e metà tempo partendo dalla temperatura di regime. Una serie di serpentine, disposte entro vasche in cui circola acqua fredda, provvedono al raffreddamento doll'olio di ogni trasformatore e la circolazione dell'acqua e dell'olio è ottenuta mediante un sistema conveniente di pompe.

L'impianto di manovra è costituito nelle sue linee generali da un sistema di sbarre di smistamento a corrente continua a 220 volts, da sbarre di smistamento a 5000 volts e dalle sbarre collettrici a 45.000 volts.

Tutti gli interruttori ad olio della centrale sono del tipo con magnete di apertura e chiusura a distanza per mezzo di appositi interruttori, ed automaticamente per mezzo di relais.

Dal quadro a pulpito collocato nella sala macchine in posizione convenientemente sopra elevata, vengono fatte tutte le manovre per la messa in parallelo degli alternatori, giacchè in questo quadro si trovano volantini per la manovra meccanica dei reostati ed i comandi per l'azionamento elettrico a distanza dei motorini per la regolazione della velocità delle turbine, nonchè i comandi elettrici degli interruttori ad olio degli alternatori e dei trasformatori.

I trasformatori funzionano generalmente in parallelo sulle sbarre a 45.000 volts, ma attraverso le sbarre di smistamento a 5000 possono trovarsi in parallelo anche sulla loro parte primaria. Le sbarre di smistamento a 5000 volts permettono in caso di necessità di alimentare uno qualsiasi dei trasformatori con l'alternatore che non sia quello normalmente ad esso collegato. Per il momento vi è una sola linea partente a 45.000 volts, che trovasi ad una estremità della centrale.

I rendimenti di tutti i macchinari sopra accennati sono risultati elevatissimi, come pure gli apparecchi tutti diedero ottima prova negli esperimenti sia di isolamento che di riscaldamento.

Completano l'impianto, che venne studiato colla più scrupolosa cura, parafulmini per la protezione della centrale, una resistenza ad acqua trifasica capace di assorbire tutta la potenza di un alternatore, linee e motori per le manovre delle paratoie, prese di terra, ecc.

Tale nelle sue linee generali l'impianto che abbiamo avuto il piacere di visitare non solo, ma di ammirare per la genialità con cui è stato concepito, per la perfezione con cui venne attuato.

Della prima va tributata la più ampia lode alla Società Forze Idrauliche Valle d'Aosta, alla quale auguriamo possa trarre dalla nostra grande vallata, famosa e cara per tanti tesori di bellezza e di storia, altrettanti tesori di forza, fonti di benessere pel nostro Piemonte;

Della seconda giunga il nostro plauso alla Società Sviluppo Imprese Elettrice, la quale pel valore degli uomini che la reggono, per la prova delle opere compiute, costituisce un vero fattore prezioso per l'incremento degli impianti idro-elettrici in Italia. E noi concludiamo augurandoci, pel bene del nostro Paese, che tale incremento non abbia sosta, ma prosegua ininterotto e si intensifichi col concorso sempre maggiore del capitale e del lavoro italiano.