

II. — RELAZIONE

sul viaggio di istruzione degli allievi laureandi ingegneri industriali nell'anno scolastico 1898-99.

Accogliendo con munificente larghezza la domanda di quaranta allievi del terzo corso di ingegneria industriale, la Giunta Direttiva del Regio Museo concedeva loro di intraprendere nelle ferie pasquali del decorso anno accademico un viaggio d'istruzione colla guida dei sigg. prof. L. Lombardi ed ing. L. Decugis.

Il viaggio doveva avere per oggetto la visita di moderni impianti ed officine meccaniche ed industriali, allo scopo di completare coll'ispezione di opere notevoli le cognizioni acquisite nel corso degli studi; divisamento per ogni riguardo commendevole, poichè a nessuno più che all'ingegnere è utile la conoscenza di luoghi e di cose, ed allo studioso dei grandi problemi tecnici nulla più efficacemente soccorre che l'esperienza dei mezzi adeguati a risolverli e l'indagine critica delle soluzioni che altri problemi hanno avuto, pure quando queste siano state errate in parte od abbiano sortito un esito meno perfetto.

Meta era la Svizzera, di cui non v'ha paese più ricco in opere mirabili, e che nella piccola estensione accanto agli opifici potenti dell'industria possiede istituti scientifici che si lodano giustamente tra i primi del mondo. Non volevano omettersi alcune opere italiane che, per la grandiosità loro o pel carattere precipuo di attualità, assumevano particolare importanza; solo la ristrettezza del tempo consigliava d'escludere quelle altre minori, o più facilmente accessibili, che ognuno a suo agio avrebbe potuto studiare altrimenti.

Con questo criterio fu primieramente abbozzato nelle sue linee generali il programma del viaggio, ed esso non ebbe più tardi a subire nella sua esecuzione notevoli modificazioni. Dal momento che la massima parte degli impianti odierni è destinata a produrre o consumare lavoro elettrico, il programma doveva necessariamente includere la visita di molte stazioni generatrici od utilizzatrici di energia elettrica, e di molte fabbriche di materiale elettrico. Non perciò deve intendersi che si desse importanza secondaria alle cose non aventi stretta attinenza colla elettrotecnica.

Nelle pagine seguenti sono riprodotte alcune impressioni del viaggio da note che raccolsero in parte gli studenti e che furono coordinate, non tanto allo scopo di fornire sulle opere visitate notizie statistiche facili ad aversi altrimenti, quanto per fissare una traccia del cammino percorso e per conservare un ricordo di quelle giornate, non meno feconde all'intelletto di osservazioni istruttive che al cuore di care emozioni.

Compiacendosi a buon diritto del risultato che il viaggio ha avuto, quanti vi presero parte, insegnanti ed allievi indistintamente, esprimono in questo luogo alla Direzione dell'Istituto, per l'alto appoggio morale e pel munifico aiuto materiale loro accordato, doverosi sensi di gratitudine. Ed a tutti coloro che efficacemente contribuirono alla riuscita della intrapresa, appianando alla comitiva difficoltà, od apparecchiando cortesi accoglienze o fornendo nelle visite preziose indicazioni, Autorità Consolari e Cittadine, Direttori ed Insegnanti degli istituti scientifici, Colleghi nello studio ed Ingegneri addetti a società e stabilimenti, essi mandano un memore saluto riconoscente. Sempre essi ricorderanno con particolare simpatia la bellissima serata offerta dalla *Società degli Studenti italiani* a Zurigo, coll'intervento del Console Generale d'Italia e dei membri più autorevoli della Colonia; ed il *Kommers* estremamente caratteristico e geniale offerto dalla Società *Zofingue* degli studenti a Neuchâtel, ove si annodarono vincoli di affettuosa fratellanza fra i camerati italiani, quelli della Svizzera francese, e quelli della Scuola Superiore di Elettività di Parigi, che compivano negli stessi giorni un analogo viaggio d'istruzione colla guida di M. Chaumat, direttore dei lavori.

Alla Direzione di questa Scuola la Direzione del Regio Museo ha espresso l'alto compiacimento della nostra Scuola sorella, per le squisite dimostrazioni di deferenza date dalla loro alla nostra comitiva viaggiante, a cui la tirannia del tempo tolse interamente modo di contraccambiarle.

Il viaggio d'istruzione, che non manca di precedenti negli annali del R. Museo, verrà certamente ripetuto in anni avvenire, ed il programma di esso potrà essere modificato od esteso, la messe di cognizioni potrà diventare più copiosa o migliore. Ma non mai il cammino da percorrere potrà rendersi da energie benevolenti più piano; mai il ricordo dei luoghi visti e delle persone conosciute potrà imprimersi più genialmente e caramente nell'animo.

Prof. L. LOMBARDI.

Programma del viaggio.

<i>Sabato</i>	18	marzo	Partenza per Milano.
<i>Domenica</i>	19	»	Ferrovia elettrica di Monza. Fabbrica Hensemberger. Escursione a Paderno.
<i>Lunedì</i>	20	»	Partenza per Zurigo.
<i>Martedì</i>	21	»	Istituti scientifici del Politecnico federale. Tram elettrico dello Zürichberg. Officine di Escher, Wyss e C. Centrale elettrica e dell'acqua potabile di Zurigo.
<i>Mercoledì</i>	22	»	Officine di Oerlikon. Centrale del gas d'illuminazione di Zurigo. Serata offerta dalla Società di studenti Italiani a Zurigo.
<i>Giovedì</i>	23	»	Officine Sulzer a Winterthur. Fabbrica svizzera di locomotive. Cascate del Reno a Sciaffusa.
<i>Venerdì</i>	24	»	Officine Brown Boveri e C. Centrale elettrica di Baden. Partenza per Basilea.
<i>Sabato</i>	25	»	Impianti di Rheinfelden per la distribuzione dell'energia. Cave di salgemma a Rheinfelden. Fabbrica di prodotti chimici a Basilea.
<i>Domenica</i>	26	»	Partenza per Lucerna, Berna e Neuchatel.
<i>Lunedì</i>	27	»	Impianti idraulici ed elettrici nella vallata della Areuse. Distribuzione elettrica a Neuchâtel. Kommers offerto dalla Società « Zofingue ».
<i>Martedì</i>	28	»	Fabbrica di orologi elettrici e apparecchi di precisione. Partenza per Losanna e Ginevra.
<i>Mercoledì</i>	29	»	Impianti idraulici ed elettrici sul Rodano. Officina della Compagnia dell'industria elettrica.
<i>Giovedì</i>	30	»	Ferrovia elettrica del Salève. Partenza per Torino.

Elenco degli allievi che parteciparono al viaggio.

-
- | | |
|----------------------------|------------------------|
| 1. Apostoli Silvio. | 21. Palagi Torquato. |
| 2. Avenati Bassi G. B. | 22. Pasquale Vincenzo. |
| 3. Barosi Cinzio. | 23. Piperno Augusto. |
| 4. Bonaccorsi Eugenio. | 24. Pirzio Carlo. |
| 5. Caramello Vincenzo. | 25. Pivato Vincenzo. |
| 6. Cicali Giovanni. | 26. Ponticelli Enrico. |
| 7. Consigliere Stefano. | 27. Ravasio Guido. |
| 8. Fano Ugo. | 28. Regis Alberto. |
| 9. Filicori Ugo. | 29. Roissard Camillo. |
| 10. Franchetti Alessandro. | 30. Rossi Vittorio. |
| 11. Galvani Giovanni. | 31. Scalori Ugo. |
| 12. Garis Luigi. | 32. Sullioti Gino. |
| 13. Grana Giovanni. | 33. Tallero Ugo. |
| 14. Grandi Guido. | 34. Tocchi Ettore. |
| 15. Lo Verde Nicolò. | 35. Tofani Nino. |
| 16. Maccheroni Guido. | 36. Trincherò Carlo. |
| 17. Magrini Effrem. | 37. Vaghi Ercole. |
| 18. Maino Luigi. | 38. Veglio Luigi. |
| 19. Maissen Giovanni. | 39. Venchi Luigi. |
| 20. Menegazzo Antonio. | 40. Vincenzi Enrico. |
-

I. — FERROVIA ELETTRICA DI MONZA.

L'applicazione della trazione elettrica alle grandi ferrovie è stata tentata in Italia per la prima volta sulla linea Milano-Monza, la quale mezzo secolo innanzi era stata per la prima aperta al traffico ferroviario colle locomotive a vapore. Il servizio colle vetture elettriche all'epoca del nostro viaggio era stato inaugurato da poche settimane e continua tuttora regolarmente sugli stessi binari che sono percorsi dagli ordinari treni locali e da quelli che fanno il servizio internazionale sulla linea del Gottardo. Per l'enorme importanza che il problema della trazione elettrica ha oggigiorno e per la natura dei mezzi qui impiegati a risolverlo, la visita agl'impianti della Società per le strade ferrate del Mediterraneo offriva un particolarissimo interesse. L'ingegnere F. Santoro, che in una interessante lettura davanti alla Sezione di Milano della Associazione elettrotecnica italiana il 27 gennaio 1899 li ha descritti dettagliatamente, accompagnava la comitiva per incarico della Società e forniva le più esaurienti e cortesi spiegazioni.

Il sistema adottato di trazione elettrica è ad accumulatori di piombo con carrozze automotrici di tipo americano, aventi il telaio e la cassa appoggiati sopra due carrelli girevoli a due assi col-l'interposizione di una doppia sospensione elastica.

Le carrozze lunghe metri 17,80, larghe 2,85, alte 2,50, sono capaci di 90 passeggeri, e dotate di illuminazione elettrica e di freno Westinghouse ad aria compressa. Ognuna ha due motori elettrici di 50 cavalli a semplice riduzione di velocità, azionanti gli assi estremi dei carrelli, e due apparecchi distributori e regolatori della corrente.

I motori sono tetrapolari con eccitazione in serie e sospensione a molla; possono aprirsi completamente per l'ispezione dell'armatura e delle spirali eccitanti.

L'illuminazione è fatta con lampade da 23 volt alimentate da una batteria di accumulatori analoga a quelle dei treni ordinari della medesima Società.

La batteria che dà la corrente ai motori principali ed al motorino della pompa Westinghouse ha due serie di 65 elementi, la cui capacità basta per un percorso di 50 chilometri. Essa è allogata inferior-

mente al telaio delle carrozze in apposite casse longitudinali; le piccole casse di raggruppamento, contenenti ognuna cinque elementi in serie, scorrono sopra speciali sistemi di rulli onde la manovra di caricamento e scaricamento è particolarmente agevolata. La carica degli accumulatori si fa in posto, provvedendo all'estrazione dei prodotti gassosi delle reazioni chimiche con un energico ventilatore aspirante. Per tal modo e mediante ordinari condotti di sfogo si evita che i gas deleteri e le tracce di acido solforico penetrino nell'interno della carrozza, inconveniente che a ragione si lamenta nelle carrozze ad accumulatori interni di molte società tranviarie.

Alla carica degli accumulatori serve un trasformatore rotante installato nella stazione di Milano, e costituito da un motore a tre fasi alimentato con corrente a 3600 volt della Società Edison di elettricità, e da una dinamo generatrice di corrente continua a 350 volt capace di dare 300 ampère, eccitata in derivazione e direttamente accoppiata mediante giunto elastico. Della carica compiuta danno avviso apposite sonerie elettriche.

Una vettura completa pesa 58 tonnellate, e la relativa batteria circa 18; peso che non si può certamente considerare come esagerato, se si riferisce al numero notevole di passeggeri, e si paragona al peso morto di gran lunga più rilevante che si è costretti a trainare sulle ferrovie ordinarie.

Conseguentemente esiguo è il consumo di energia, che le prime misure hanno constatato non eccedere mediamente sessanta chilowatt quando la velocità del treno ha il valore normale di quaranta chilometri all'ora, raggiungendo per brevi istanti ottanta chilowatt all'avviamento.

L'economia di un tal sistema di trazione dipende essenzialmente dal costo e dalla durata degli accumulatori oltrechè dal costo dell'energia elettrica impiegata, e non può essere accertata che in un lungo periodo di esercizio regolare. Ma, qualunque conclusione sia per trarsi al riguardo, non sarà sminuita l'importanza del grandioso tentativo di cui s'è fatta iniziatrice la Società Italiana, poichè da esso scaturiranno elementi sicuri e preziosi per studi avvenire. E la Società per le strade ferrate dell'Adriatico, che tenta per la prima sopra linee di ferrovia ordinaria l'applicazione della trazione elettrica mediante corrente somministrata direttamente ad alto potenziale, non avrà meno bene meritato dei grandi interessi ferroviari, i quali così strettamente si connettono cogli interessi economici generali del nostro paese.

II. — FABBRICA HENSEMBERGER A MONZA.

La visita alla fabbrica ha avuto luogo in giornata di domenica, quando il lavoro era completamente sospeso. Perciò, più che ai lavori di fonderia, ed alla confezione delle parti di macchine destinate alla tessitura, filatura e tintoria che costituivano la primitiva industria dello stabilimento, si diresse l'attenzione ai meccanismi e processi di fabbricazione degli accumulatori elettrici sui quali il sig. Hensemberger in persona dava spiegazioni chiare e gentili.

Sono accumulatori a piombo, le cui lastre positive hanno formazione Planté, e le negative sono parzialmente costituite con pasta attiva col metodo di Faure. L'esclusione della pasta dall'elettrodo positivo è altamente razionale, perchè permette di dare ad esso una solidità di gran lunga maggiore, e di evitare con leggero scapito della capacità i fenomeni secondari di disgregamento e contorsione, che quasi esclusivamente a questo elettrodo hanno luogo nelle scariche con grandi intensità di corrente. Essa è assolutamente da raccomandare negli accumulatori destinati alla trazione, per le speciali condizioni di regime nelle quali essi lavorano ordinariamente, e per quelle specialissime anormali in cui essi vengono saltuariamente a trovarsi all'atto dell'avviamento o quando è richiesta una quantità eccezionale di energia.

La ditta Hensemberger ha fornito una gran parte delle batterie per l'illuminazione delle strade ferrate italiane e della Compagnia dei wagons-lits di Parigi.

Essa inoltre ha la fornitura e la riparazione delle batterie di accumulatori delle carrozze automotrici elettriche in servizio sulla linea Milano-Monza, i cui elementi sono costituiti con undici placche positive e dodici negative della superficie di 170×340 mm., contenute in casse rivestite di piombo con sistemi isolanti di ebanite e di vetro. Ogni sistema di placche pesa 105 chilogrammi; ogni accumulatore completo circa 140. La superficie sviluppata delle lastre positive è otto volte maggiore della sezione mediana. La foggatura loro, come quella dei reticolati destinati a costituire l'ossatura delle lastre negative, si fa per fusione, colando il piombo in adatte intelaiature metalliche. Il riempimento delle placche negative colla pasta attiva si fa mediante apposite matrici, le quali lasciano nella massa attiva piccoli fori destinati a facilitare l'accesso dell'acido alle parti più interne, e quindi ad aumentare la capacità, mentre poi essi agevolano le dilatazioni e contrazioni della massa che varia di volume nelle azioni chimiche

III. — IMPIANTO DI PADERNO.

È una delle più grandiose stazioni generatrici di energia elettrica, ed è collegato coi centri di consumo a Monza e Milano mediante una linea di trasmissione della lunghezza di circa 33 chilometri. Costituisce perciò una delle più importanti trasmissioni di energia elettrica a grande distanza, interessante non solamente per l'entità di questa e della energia trasmessa, ma in particolare per la natura dei mezzi coi quali essa venne realizzata. La Società generale Italiana Edison di elettricità in Milano ne ottenne la concessione nel 1889, e cominciò nel 1894 gli studi dettagliati dell'impianto e della distribuzione della energia elettrica.

La prima parte, ultimata nel settembre 1898, funziona regolarmente dalla metà di ottobre. Quando l'impianto sarà ultimato, si trasporteranno circa 13,000 cavalli utilizzando una portata di 45 a 52 metri cubi d'acqua ed un salto variabile da 29 a 25 metri.

L'impianto è stato dettagliatamente descritto dall'ing. G. Semenza in una lettura fatta davanti alla Associazione Elettrotecnica Italiana (Sezione di Milano, 4 febbraio 1898) e colla scorta della sua bella monografia e delle notizie di cui ci fu largo l'ing. Enrico nella nostra visita ai lavori idraulici ed elettrici, furono redatte le brevi note seguenti.

La presa dall'Adda è fatta a poche centinaia di metri dal famoso ponte di Paderno, costruito in ferro dalla Società delle Officine di Savigliano, al luogo ove da due secoli esisteva la presa del naviglio detto di Paderno. L'antica diga venne rifatta alla parte superiore, e trasformata in una Poirée a cavalletti mobili, ribaltabili; il canale venne allargato da m. 9 a m. 13 in modo da poter convogliare 45 metri cubi d'acqua colla velocità di m. 1,37 al secondo. L'allargamento è fatto per una lunghezza di m. 690, cioè per il primo tratto del naviglio e fino alla località detta della Conchetta, dove si incontra la prima delle sette famose conche del canale navigabile. Ivi ha principio il nuovo canale da un edificio di presa a sei bocche munite di paratoie a mano. Il nuovo canale, lungo m. 2268, ha una sezione di corpo d'acqua di m. q. 16,80, così che la velocità dell'acqua per una portata di m. c. 45 è di m. 2,70 al secondo.

Il canale ha tre gallerie, l'ultima delle quali sbocca in un ampio bacino di carico; da questo l'acqua si immette nei tubi della condotta forzata con una velocità di un metro circa. A sinistra del bacino è

la testa del grande sfioratore, che deve poter smaltire fino a 52 metri cubi d'acqua, ed ha forma d'una ciclopica scalinata alta 29 metri, larga 30, dove la massa liquida viene divisa e rotta in modo da spegnere gradatamente la forza viva acquistata nella caduta.

I tubi che adducono l'acqua alle turbine sono sette, hanno il diametro di m. 2,10; sono in lamiera d'acciaio chiodata, dello spessore di 8 a 12 mm., stanno adagiati sulla pendenza naturale del terreno, con una lunghezza di m. 65,70. Alla cima una paratoia a comando elettrico ne può chiudere l'ammissione; in basso una valvola a farfalla può ostruire l'uscita dell'acqua verso la turbina. Il canale di fuga sbocca nell'Adda a 400 metri circa dallo scarico delle turbine. Il lavoro idraulico disponibile in tempo di magra è di circa 17,300 cavalli; le turbine con un rendimento garantito di 78 0/0 ne possono sviluppare così circa 13,500.

Le turbine costrutte dalla ditta Riva, Monneret e C. di Milano, erano all'epoca della loro posa le più potenti dopo quelle del Niagara; sviluppano 2160 cavalli alla velocità di 180 giri al secondo. Sono del tipo a reazione ad asse orizzontale, composte di due ruote gemelle ad introduzione esterna centripeta e scarico assiale. L'altezza costante della colonna premente è di m. 23 circa; quella d'aspirazione varia da m. 2 a 6 circa col livello dell'acqua nel fiume. Per tal modo il pavimento della sala delle macchine resta sopra il livello delle massime piene. La regolazione delle turbine avviene mediante una ruota a pale, che muovesi coassialmente tra il distributore e la girante otturando o aprendo contemporaneamente tutte le luci del distributore; essa è comandata da un servo-motore Ganz. Il regolatore a forza centrifuga non permette variazioni di velocità maggiori di 2 0/0 nella marcia normale, e 4 0/0 quando il carico varia improvvisamente di 25 0/0.

Per agevolare la messa in parallelo degli alternatori venne applicato a questi regolatori il sistema Siemens, che permette di variare la velocità di regime tendendo o rallentando la molla antagonista del pendolo conico mediante un motorino elettrico comandato direttamente dal quadro.

Ad ogni turbina è direttamente accoppiato mediante un giunto elastico Zodel un alternatore di Brown, Boveri e Co. di Baden, con armatura fissa ed induttore mobile. L'armatura è portata da una doppia stella di otto braccia, la quale ne permette lo spostamento attorno all'asse per agevolarne la centratura e le riparazioni. Gli avvolgimenti di essa sono passati entro tubi isolanti, provati durante

6 ore ad una tensione di 30,000 volt. L'induttore è costituito da un volano d'acciaio, fuso in un sol pezzo, alla cui periferia sono fissati mediante tante coppie di viti 28 poli cilindrici di acciaio fuso colle espansioni polari lamellate. Le spirali di eccitazione sono costituite da nastro piatto di rame, colle spire isolate da fogli di carta e compresse col torchio idraulico in modo da dare al sistema una eccezionale rigidità e compattezza.

Gli alternatori, che hanno sull'asse la propria eccitatrice a sei poli della potenza di 38 Kw., generano corrente alternativa a tre fasi della frequenza di 42 periodi per secondo con una intensità di 64.5 ampère per fase ed una tensione di 13,500 volt quando le fasi della corrente e del potenziale sono in coincidenza; possono dare 79 ampère se le due fasi differiscono così che $\cos \varphi = 0.80$. La eccitazione può aumentarsi fino a produrre 15,000 volt con una intensità di 75.5 ampère nell'eventualità che una metà della linea debba restare fuori servizio. Il rendimento è di 95 0/10 per carico normale senza differenza di fase tra la corrente e la tensione; 93.4 per 0/10 quando $\cos \varphi = 0.8$. A regime la temperatura del ferro nell'armatura non supera che di 28° l'esterna. Le macchine vennero provate a vuoto a 20,000 volt. Con esse l'ardito costruttore svizzero risolse per il primo il problema di generare direttamente intense correnti di altissima tensione, rendendone il funzionamento non meno sicuro e tutte le operazioni di manovra non meno semplici di quelle delle generatrici ordinarie a poche migliaia di volt. Queste non possono servire a produrre energia elettrica da trasmettersi a grande distanza senza l'intermezzo di trasformatori e le perdite non irrilevanti di energia che coll'impiego di essi sono inevitabilmente connesse.

Il grande quadro di distribuzione è disposto in un'apertura centrale della parete nella sala delle macchine. Gli apparecchi per le manovre riguardanti le dinamo si trovano su un ballatoio alto tre metri sul suolo dell'officina; quelli riguardanti la linea nella parte posteriore del locale. Meritano speciale attenzione gli interruttori delle correnti ad alto potenziale, i quali hanno un contatto principale a molla nell'aria, ed una serie di piccoli interruttori a scatto nell'olio, messa in derivazione rispetto al primo, e destinata a lasciar passaggio alla corrente intera per pochi istanti prima della rottura del circuito. Essi permettono di interrompere con 4 contatti nell'olio una corrente di 80 ampère a 14,000 volt.

La linea di trasmissione ad alta tensione, costrutta dalla stessa Società Edison, è costituita di 6 condutture distinte, ognuna com-

posta di 3 fili di rame elettrolitico di 9 m/m di diametro, disposti ai vertici di un triangolo equilatero con 60 c/m di lato. Le sei linee sono sopportate tre a tre sopra due file di pali a traliccio di ferro disposte parallelamente a 2 m. di distanza. La distanza tra pali successivi è 60 m.; l'altezza loro 10 m. La perdita di energia a pieno carico è 10 0/0 circa.

All'epoca della nostra escursione a Paderno tre condutture sole erano tese, due su una fila di pali protette da parafulmini Wurtz, ed una su l'altra fila, protetta da parafulmini Siemens. Dei 7 gruppi di macchine, 4 erano installati nella stazione generatrice. La molteplicità delle condutture in una trasmissione di forti correnti a grande distanza ha lo scopo di diminuire i fenomeni di selfinduzione, che occasionano sempre una sensibile caduta di potenziale lungo la linea; la suddivisione delle condutture sopra doppio sistema di sopporti ha in questo caso essenzialmente l'ufficio di permettere le riparazioni di una parte della linea facendo sopportare tutto il carico alla parte rimanente.

La linea da Paderno a Milano segue un percorso sensibilmente rettilineo sopra una zona di 3 m. di larghezza, soggetta per tutta la durata della concessione alla servitù di passaggio. In tal modo la sorveglianza e le riparazioni sono rese più comode e sicure.

Sul percorso della linea venne costrutta per Monza una derivazione di circa 2000 cavalli, per somministrare forza motrice a diversi stabilimenti industriali.

La linea aerea, arrivando a Milano nelle vicinanze del cimitero monumentale, entra nella centrale di Porta Volta dove la corrente subisce la prima trasformazione da 12,000 a 3600 volt mediante trasformatori a tre fasi da 350 Kw. della casa Ganz. Le sbarre collettrici a 3600 volt sono collegate con quelle della attigua centrale a vapore, che funzionava già un anno prima dell'impianto di Paderno ed ora è mantenuta come riserva di esso.

Anche le generatrici trifasiche di questa stazione a 3600 volt sono state fornite da Brown, Boveri e Co. di Baden. Hanno l'armatura fissa, il campo rotante e l'eccitatrice direttamente accoppiata. Le caldaie e le macchine a vapore sono della ditta Tosi di Legnano. La marcia in parallelo di queste colle generatrici di Paderno, coll'intermezzo dei trasformatori, si eseguisce colla massima sicurezza e semplicità.

Dalla stazione di Porta Volta si diramano i cavi sotterranei nella città per la distribuzione di forza e luce alla periferia di Milano col sistema trifasico, e per il trasporto d'energia all'officina trasforma-

trice di S. Radegonda che si trova al centro nelle vicinanze del duomo. Quivi una parte piccola dell'energia viene adoperata per illuminazione a corrente alternata su una vecchia rete già esistente. La maggior parte però viene trasformata in corrente continua mediante convertitori rotanti. Le dinamo a 125 volt servono all'illuminazione del centro della città col sistema a tre fili, sostituendo le vecchie dinamo Edison mosse con macchine a vapore; le dinamo a 500 volt servono per alimentare la rete dei trams cittadini. I motori, in gran parte sincroni, possono venire sovraeccitati per diminuire lo spostamento di fase tra la corrente e la tensione e migliorare le condizioni dell'impianto.

Le centrali di Milano e la rete importante di distribuzione nella città non poterono esaminarsi da vicino nella prima brevissima tappa del viaggio d'istruzione, mancando il tempo per le visite sul luogo nell'impossibilità di un ritorno rapido da Paderno. Alla lamentata deficienza dei mezzi di comunicazione bene ha voluto supplire la direzione della Società Edison, provvedendo al trasporto della comitiva mediante le imbarcazioni che fanno il servizio del materiale sullo splendido corso dell'Adda, e procurandoci un ritorno che fu tra gli episodi più geniali della nostra escursione. Agli studiosi che desidereranno conoscere più dettagliatamente i suoi impianti Essa promette largo sussidio di spiegazioni istruttive.

IV. — ISTITUTI SCIENTIFICI DEL POLITECNICO FEDERALE DI ZURIGO.

I limiti imposti a questa relazione non consentono di rievocare particolari ricordi di viaggio, se non in quanto essi si connettano direttamente collo scopo scientifico dell'escursione. Perciò non resta luogo alla descrizione dei luoghi attraversati, nè delle opere che più da vicino interessano lo studioso di ingegneria civile. Di queste ha grandissima copia la strada internazionale del Gottardo, la quale per la grandezza dei dislivelli superati, per la lunghezza e forma complessa dei suoi tunnels, per il numero e l'importanza dei suoi ponti e viadotti costituisce una delle più poderose manifestazioni del genio costruttivo moderno. Essa ha costato più di 260 milioni e 24 anni di lavoro. Un monumento è stato eretto sulla piazza della stazione di Zurigo ad Escher, il quale ne fu uno dei forti iniziatori, e si acquistò alte benemerenze nella Svizzera pel suo largo contributo alla istituzione del Politecnico Federale.

Questa scuola, meritatamente rinomata, è l'unico istituto d'istruzione superiore appartenente alla Confederazione, poichè le numerose Università appartengono a singoli cantoni. È frequentata da circa novecento studenti regolari, di cui quasi la metà sono stranieri provenienti da tutte le parti del mondo, e da cinquecento uditori, dei quali un terzo allievi dell'università di Zurigo. Ha più di cento professori e liberi docenti di materie scientifiche, filosofiche e letterarie, e pel suo carattere eminentemente cosmopolita, e per la libertà larghissima dell'insegnamento è stata sede e sorgente di un vastissimo movimento intellettuale. I frutti di questo, più pacifici e fecondi di quelli che altre nazioni più potenti hanno voluto mietere coi larghi armamenti e nelle lontane colonie, sono parsi sempre ai sapienti reggitori della piccola Elvezia compenso adeguato per le ingenti somme decretate alla conservazione ed all'incremento della loro Scuola.

Nel Politecnico di Zurigo gli insegnamenti scientifici sono repartiti fra la Scuola di Costruzioni, la Scuola degli Ingegneri, la Scuola Meccanica, la Scuola Chimica, la Scuola Forestale e d'Agricoltura e la Scuola per gli Aspiranti all'insegnamento di scienze matematiche e naturali. Gli insegnamenti filosofici e letterari sono in massima parte liberi, ed accessibili a tutti; in piccola parte diventano però obbligatori per gli allievi regolari, coll'intento razionale che negli studi positivi non si assorba esclusivamente tutta l'attività delle giovani intelligenze.

La specializzazione degli studi permette naturalmente di abbreviarne la durata, così che il corso medio di quelli che si compiono dagli allievi aspiranti al diploma non eccede 3 1/2 o 4 anni. Non perciò deve alle scuole italiane diminuirsi il merito di dare ai loro giovani ingegneri una più completa istruzione scientifica e tecnica, che li rende atti a percorrere più tardi strade disperate.

Grandissimo vanto della Scuola Federale sono le sue collezioni di materiale scientifico ed i laboratori. Alla nostra comitiva non era possibile visitare che i laboratori principali e più da vicino interessanti a studiosi di ingegneria industriale, onde solo di questi è fatta menzione in queste pagine. Ognuno di essi è contenuto in un edificio particolare.

A. — *Laboratorio per la prova dei materiali.*

È diretto dal prof. L. Tetmajer, e destinato alla prova di tutti i materiali da costruzione per quanto riguarda le loro proprietà chi-

niche e fisiche e soprattutto la loro resistenza, non che all'esame dei materiali lubrificanti, delle vernici, carte, tessuti e dei materiali greggi delle industrie laterizie e di cementi per quanto viene richiesto dal Governo o da particolari committenti.

Il laboratorio è perciò fornito di tutti i mezzi e meccanismi necessari alle seguenti ricerche sistematiche, per le quali è fissata una tassa regolamentare :

1) Pietre naturali da costruzione :

Determinazione della loro epoca geologica di formazione e delle proprietà petrografiche; misura della densità, porosità, durezza, attitudine ad assorbire l'acqua, gelività e resistenza alle intemperie; resistenza alla pressione, allo stato di secchezza e di saturazione igroscopica, parallelamente e normalmente alle superfici di posa, prima e dopo l'azione del gelo.

2) Pietre artificiali da costruzione:

Determinazione del colore e delle proprietà superficiali; misura dei loro elementi geometrici, della densità, porosità, igroscopicità; della quantità percentuale di sali sciolti e di corpi solubili; resistenza al gelo e alle intemperie, resistenza alla compressione normalmente al piano di posa nello stato di secchezza e di saturazione igroscopica, prima e dopo il gelo.

3) Ardesie per i tetti.

Determinazione dell'età geologica e delle proprietà petrografiche, particolarmente del colore e della struttura; misura della densità, porosità, durezza, igroscopicità, resistenza al gelo e alle intemperie; permeabilità all'acqua, resistenza alla rottura nello stato di secchezza e di saturazione igroscopica, contenuto percentuale di pirite e carbonati.

4) Tegole per coperture :

Determinazione del colore; misura delle dimensioni ed esame delle proprietà superficiali; peso specifico, porosità, igroscopicità; contenuto percentuale di sali sciolti e corpi solubili; resistenza al gelo ed alle intemperie; permeabilità all'acqua e resistenza alle rotture.

5) Calci e malte ordinarie :

Analisi chimica; solubilità; peso specifico; adesione; durezza; resistenza a trazione e compressione in miscele con rapporto 1:1 fino ad 1:5 dopo 7 - 28 - 84 - 210 - 365 giorni di indurimento nell'aria e nell'acido carbonico umido.

6) Calci e cementi idraulici :

Analisi chimica: peso specifico; variazioni di temperatura e di volume; permeabilità all'acqua in varie proporzioni di miscela ed epoche diverse dalla presa; adesione e gelività; resistenza a trazione e compressione in miscele con sabbia e ghiaia in diverse proporzioni dopo tempi diversi.

7) Legnami da costruzione:

Disposizione delle fibre; numero e qualità dei nodi nelle sezioni longitudinali; larghezza media degli anelli annuali; rapporto tra le parti costituenti del legno; grado di umidità e densità nello stato naturale e dopo essiccamento a 105°; resistenza alla tensione, compressione, taglio e flessione; diagrammi del lavoro di flessione nella prossimità delle variazioni caratteristiche di stato.

8) Metalli :

Resistenza alla trazione, compressione, taglio, flessione e torsione di pezzi finiti od a mezza lavorazione; moduli di elasticità, carichi di rottura; coefficienti di dilazione e contrazione; lavoro di deformazione. Determinazione della densità, malleabilità, durezza, ecc.

9) Funi, cinghie, catene, ecc.:

Proprietà esterne e costruttive; coefficienti di dilatazione; carichi di rottura, ecc.

10) Lubrificanti minerali e vegetali :

Determinazione del colore e delle proprietà esteriori; peso specifico; viscosità a 20° e 50°; infiammabilità; contenuto percentuale di sostanze estranee.

11) Vernici :

Determinazione del colore, della forza di ricoprimento; variazione di peso nell'essiccamento; quantità di materiale per spalmatura o tinteggiatura semplice e doppia; durata d'essicazione; resistenza agli acidi; adesione a superfici diverse dopo 5 mesi di esposizione all'aria a temperatura di 15° con o senza l'azione del gelo; osservazioni analoghe dopo due mesi di esposizione all'aria a 15°, e 28 giorni di esposizione all'aria a 50° con o senza l'azione del gelo. Determinazione di densità, viscosità, infiammabilità, ecc.

12) Carta :

Determinazione del colore, spessore, peso specifico. Esame microscopico delle fibre; constatazione del cloro e degli acidi liberi;

quantità di cenere e sua composizione qualitativa. Resistenza alla trazione e al ripetuto piegamento; coefficiente di dilatazione.

Il laboratorio per la prova dei materiali eseguisce finalmente la verifica periodica dei recipienti destinati al trasporto di gas compressi o liquefatti, che è imposta per legge alle società ferroviarie e di navigazione a vapore.

La prova consiste nel controllo del peso del recipiente vuoto, della sua capacità, della sua ermeticità e della resistenza alla pressione interna senza deformazioni permanenti.

B. — *Laboratorio di chimica.*

Comprende due sezioni principali: quella di chimica tecnologica, diretta dai professori Lunge e Gnehm, e quella di chimica analitica diretta dai professori Bamberger e Treadwell.

Le grandi sale per le esercitazioni degli allievi hanno disposizione completamente simmetrica e sono situate al piano terreno. Nei sotterranei in locali spaziosi ed arieggiati sono i forni e le stufe di essiccazione, camere per lavori speciali e magazzini. Al primo piano sono ricche collezioni di materiale scientifico e di prodotti industriali, di cui i metodi principali di fabbricazione sono illustrati da modelli completi molto istruttivi. Al laboratorio è annesso uno speciale gabinetto per ricerche di indole fisico-chimica diretto dal Prof. Constam; un gabinetto di fotografia diretto dal Prof. Barbieri; un laboratorio speciale di elettrochimica al quale presiede il Prof. Lorenz. Questo è stato istituito appena da quattro anni, ma si sta attualmente estendendo in modo da far luogo a maggior numero di praticanti e da fornire mezzi per ricerche più vaste.

La scuola di chimica del politecnico abbraccia due sezioni, quella di chimica tecnologica, diretta dal prof. Lunge, e quella di chimica farmaceutica diretta dal prof. Hartwich. La durata regolare degli studi è di sette semestri per la prima, di quattro per la seconda. Il laboratorio di farmacia occupa da pochi anni locali speciali e possiede una speciale collezione. Oltre a questo è annesso al laboratorio di chimica tecnologica un gabinetto per la prova dei metalli preziosi, istituito per legge allo scopo di assoggettare ad esame pratico gli aspiranti al grado di verificatori giurati federali dopo i loro studi fatti presso altri istituti, e di tenervi quando occorre corsi speciali sugli argomenti relativi.

Nell'edificio di chimica sono attualmente ancora installate la stazione sperimentale di chimica agricola e la stazione di controllo per semi, le quali però hanno locali e direzione del tutto indipendenti dai laboratori precedenti. Nella prima si fanno ricerche sopra concimi artificiali, od altrimenti interessanti la chimica agricola; nella seconda vengono esaminate sementi di ogni natura per incarico di privati, o società e commercianti in relazione alla loro purezza ed a tutte le proprietà che ne modificano il valore, disponendosi oltre che dei locali di laboratorio anche di campi sperimentali e di serre coperte.

L'edificio di chimica sorge, al pari di quello di fisica, di quello per la prova dei materiali e di quello che si sta ora ultimando per la meccanica, a pochissima distanza dall'edificio principale del Politecnico federale e della Università; esso fu edificato nel 1884-86 con una spesa di costruzione di circa 1,300,000 franchi e di arredamento di 400,000. Particolarmente degno di nota è il sistema di riscaldamento e ventilazione, che funziona solidariamente per tutte le parti dell'edificio.

Il riscaldamento è a vapore a media pressione: alla produzione di esso servono due caldaie a vapore con 67 metri di superficie di riscaldamento dotate di focolaio Ten Brink. Il macchinista comanda dal posto la distribuzione del vapore agli ambienti principali e può controllarne la temperatura mediante termometri elettrici.

La ventilazione si fa per l'azione di un ventilatore soffiante, il quale può iniettare nell'edificio 40,000 metri cubi d'aria pura all'ora. L'aria prima di venir distribuita ai locali attraversa un purificatore ad acqua ed una spirale tubolare che può preliminarmente riscaldarsi a vapore in inverno e rinfrescarsi in estate con acqua circolante.

Un saturatore ad acqua e vapore permette di correggerne le condizioni igrometriche. Il riscaldamento regolare dell'aria si fa in due camere apposite, che servono come camere di distribuzione a tutti i locali dell'edificio. L'aria viziata è espulsa dai locali attraverso alle bocche di ventilazione per l'eccesso della pressione interna sulla esterna; disposizione razionale ma costosa che evita le infiltrazioni irregolari dell'aria attraverso alle commessure delle porte e finestre, così frequenti e disagiati negli ambienti dove la chiamata delle bocche di estrazione si fa più energica di quella delle bocche di immissione.

Dalle caldaie destinate al riscaldamento si diparte una speciale condotta di vapore a 12 atmosfere, che lo somministra agli altri numerosi apparecchi a vapore disseminati nell'edificio.

Una pompa verticale di rarefazione a doppia azione è tenuta continuamente in azione da una macchina a vapore. Coi serbatoi di essa si collega una rete completa di tubi di rarefazione, nei quali è mantenuta una depressione di 600 mm. di mercurio. Ad ogni tavolo di laboratorio fa capo così un tubo esaustore, oltre alle condotte solite del gas e dell'acqua potabile; e torna utilissimo per le operazioni di essiccamento, di filtraggio, ecc. Depressioni maggiori si richiedono solamente per operazioni speciali, e ad esse si provvede con speciali pompe e macchine pneumatiche.

Una pompa di compressione distribuisce l'aria a parecchie atmosfere a locali speciali di sperimentazione ed alle grandi sale di lezione.

C. — *Laboratorio di fisica.*

È stato costruito poco dopo quello di chimica in una posizione pittoresca sopra una spianata del colle che domina Zurigo, e sul quale in piccolo spazio sorgono in meravigliosa armonia quasi tutti gli Istituti scientifici del Politecnico e dell'Università. L'ubicazione di esso è più elevata, perchè l'edificio resti più lontano dai quartieri popolosi della città; un vasto terreno circostante lo protegge dalle perturbazioni causate dal traffico industriale.

La direzione dell'istituto è affidata al professore H. F. Weber, del quale chi diresse questa escursione fu allievo prima, e poi lungamente aiuto nell'insegnamento. Al maestro venerato, all'uomo illustre che nella feconda solitudine del suo laboratorio s'è fatto apostolo infaticabile dell'insegnamento e della scienza, consacrando tutte le altissime energie della sua mente, sia lecito mandare da questo luogo un saluto pieno di riconoscenza, di ammirazione.

L'edificio di fisica comprende il laboratorio propriamente detto di fisica nel Politecnico federale, e quello di elettrotecnica che è specialmente frequentato dagli allievi ingegneri della scuola meccanica. Essendo l'insegnamento della fisica matematica, della fisica tecnica e della elettrotecnica affidato al medesimo professore, i due laboratori non sono sostanzialmente divisi, ma fruiscono in comune dei medesimi locali e mezzi grandiosi. Solamente le prime esercitazioni fondamentali di indole generale vengono eseguite in una speciale sezione del laboratorio di fisica sperimentale, della cui direzione è incaricato il prof. Pernet. Corsi singoli riguardanti capitoli speciali della fisica e della elettrotecnica vengono tenuti da altri professori,

o liberi docenti, ai quali la Direzione dell'istituto fornisce largo sussidio di mezzi di sperimentazione.

Il laboratorio di fisica possiede, oltre ad una bella collezione di materiale didattico e dimostrativo, un ricchissimo materiale scientifico sapientemente distribuito nei locali destinati a ricerche speciali.

Nelle sale del piano sotterraneo restano continuamente allestiti gli apparecchi per le misure di propagazione del calore e per le determinazioni fotometriche. Le sale contigue degli accumulatori contengono batterie numerose e di diversa capacità, che si possono collegare mediante cavi di distribuzione a tutti i locali del laboratorio. Grandi accumulatori accoppiati in parallelo possono sopperire correnti di intensità fino a 1000 ampère; piccoli accumulatori in serie con accuratissimo isolamento di paraffina possono dare deboli correnti a tensione elevata fino a 20,000 volt. In una piccola sala delle macchine un motore elettrico può comandare una dinamo per la carica degli accumulatori, una pompa ad aria ed una macchina per la liquefazione dell'aria e dei gas del sistema Linde, quale il Regio Museo si prepara ad installare nei nuovi locali del laboratorio di fisica tecnica.

Al piano terreno sono le sale destinate alle osservazioni di ottica, alle misure di calore, alle determinazioni di resistenze elettriche ed alle misure magnetiche e di intensità di corrente. Queste ultime si fanno in locali occupanti un braccio isolato dell'edificio, nella costruzione del quale è stato evitato, per quanto possibile, l'impiego del ferro. Le misure magnetiche assolute si fanno col metodo di Gauss; quelle elettromagnetiche di corrente colle bussole delle tangenti anche in tutti i laboratori di esercitazione degli allievi. I galvanometri balistici, destinati alla misura di piccole quantità di corrente, vengono tarati coll'impiego di induttori terrestri, o di sistemi di avvolgimenti di cui è noto il coefficiente di mutua induzione. I fenomeni di propagazione di correnti variabili in conduttori aventi resistenza e capacità vengono studiati col sussidio di un cavo artificiale, la cui resistenza priva di selfinduzione è costituita da filamenti di lampade ad incandescenza, e la cui capacità è rappresentata da condensatori a carta paraffinata. Con un sistema di 300 elementi di questa natura è realizzata una resistenza di 365,000 ohm ed una capacità di 620 microfarad.

I fenomeni dovuti alla chiusura di circuiti per tempi brevissimi vengono studiati mediante sistemi interruttori speciali; due pendoli di Helmholtz permettono di rilevarne i diagrammi contando i tempi

brevi in frazioni diecimillesime, ed in frazioni milionesime di un minuto secondo.

Al primo piano, oltre le collezioni di materiale didattico, sono le grandi e piccole sale di lezione, alcune sale di laboratori speciali e la biblioteca fornita delle più importanti pubblicazioni periodiche, oltrechè di molte opere classiche.

Al piano superiore le sale sono specialmente adibite a misure ordinarie di elettrotecnica, taratura di amperometri, voltometri, wattometri; ricerche sul comportamento degli accumulatori elettrici e dei materiali magnetici; determinazioni di capacità elettrostatiche e coefficienti di selfinduzione.

La grande sala delle macchine occupa un braccio mediano isolato dell'edificio ad un sol piano coll'officina di costruzione e di riparazione meccanica, nella quale si confezionano apparecchi di precisione.

Nella sala delle macchine una trasmissione longitudinale principale può ricevere il movimento da due motori a gas indipendenti ed uguali, della potenza ciascuno di otto cavalli, allogati nel locale sotterraneo colle caldaie pel riscaldamento a vapore. Coppie eguali di con di legno permettono di comandare per cinghie gli alberi delle macchine con velocità diversa, esattamente regolabile.

Due trasmissioni trasversali secondarie sono comandate con velocità costante da motori elettrici a corrente alternata da 6 kilowatt.

Le macchine dinamoeltriche numerose, di potenza fino a 10 kw. riproducono i principali tipi delle macchine industriali a corrente continua ed alternativa, monofase e polifase, a piccola e grande frequenza. Le connessioni loro cogli apparecchi di consumo si fanno con estrema semplicità mediante cavi sotto piombo, facenti capo a piccoli quadri o tavoli di inserzione, o ad un gran quadro centrale che può stabilire le comunicazioni con tutti i locali dell'edificio.

Trasformatori per corrente alternata, sistemi di resistenze induttive e prive di selfinduzione, condensatori di grande capacità o per alta tensione, freni dinamometrici ed elettromagnetici e dinamometri di trasmissione, con una ricchissima collezione di strumenti di misura, permettono di eseguire sopra una scala grandiosa tutte le determinazioni che interessano l'elettrotecnica. Ed i cavi conduttori nel suolo, e le linee aeree tese nella contiguità del laboratorio colla lunghezza complessiva di parecchi chilometri permettono di riprodurre in condizioni del tutto simili a quelle che intervengono nella pratica gli esperimenti più svariati di trasmissione a distanza della energia elettrica.

La gran mente che anima l'istituto ha saputo a tutto provvedere con perspicacia ammirabile, e sa tutto dirigere con ammirabile maestria e versatilità. Tutte le osservazioni ed i risultati hanno il suo controllo immediato e sagace; e le osservazioni più disparate vengono da osservatori diversi eseguite alle stesse ore, utilizzando tutti i mezzi meravigliosi di quel pacifico regno della scienza. Così, mentre nelle sale superiori le schiere degli studenti di meccanica attendono alle svariate misure delle grandezze elettriche e magnetiche, e nella sala delle macchine le trasmissioni si affaticano a muovere i meccanismi che consumano le decine di kilowatt, nelle sale più remote i fisici conducono le complesse misure assolute, o perseguono le loro ricerche originali; e nei locali che sottostanno ai sotterranei, ad una profondità di 12 m. sotto la superficie del suolo, l'osservatore paziente studia in una solitudine che non è perturbata da alcuna causa esteriore i delicatissimi fenomeni, alla regolarità dei quali nuocerebbero le minime scosse meccaniche, o le variazioni di temperatura di frazioni centesimali di un grado, o le più deboli infiltrazioni della luce del giorno.

Solamente quando le laboriosissime giornate finiscono, e tutto quel fremito di vita si spegne nelle sale numerose del vastissimo edificio, ancora a tarda sera poche persone si muovono, e pochissime finestre appaiono illuminate nella quiete infinita. Nella grande sala delle lezioni il professore prepara in persona le dimostrazioni eleganti del giorno successivo, o nello studio suo il maestro infaticabile vaglia i risultati delle misure complesse e chiude in formole geniali le conclusioni delle lunghe ricerche, feconde di nuove verità per la scienza.

V. — TRAM ELETTRICO DELLO ZÜRICHBERG.

La stazione generatrice dista pochi minuti dall'edificio di fisica, ed è stata costruita nel 1894-95 da una società di azionisti per collegare coi quartieri centrali della città quelli più elevati di Fluntern ed Oberstrass.

Fra gli impianti di tram elettrici, che nella città di Zurigo si sono venuti rapidamente moltiplicando in questi ultimi tempi, quello dello Zürichberg è particolarmente interessante perchè la forza motrice è somministrata da motori a gas povero prodotto nell'officina. I due generatori Dowson hanno la potenza di 150 cavalli, onde uno resta sempre di riserva. Delle tre motrici due hanno la potenza di 60 ed una di 120 cavalli; sono del tipo Crossley, fabbricate da Stirnemann

e Weissenbach di Zurigo. Le dinamo sono della fabbrica di Oerlikon con eccitazione composta.

Una batteria di 300 accumulatori Tudor, fabbricati ad Oerlikon, capaci di fornire per breve tempo 350 ampère, resta permanentemente in parallelo sulla linea, così che le dinamo e i motori possono lavorare costantemente con un carico medio in condizioni di funzionamento e di rendimento normale. Nelle ore di minimo consumo la batteria sola sopporta tutto il carico della linea.

Questa ha tra la stazione generatrice ed il lago la lunghezza di 3,6 km.; la pendenza media è di 4,65 0/0, la massima 7 0/0; il minimo raggio di curvatura è 12 metri. Una linea si stacca dalla principale pel servizio dei quartieri di Oberstrass. Le linee sono costituite con un filo aereo di 7 mm. ed hanno ritorno per le rotaie e per un filo nudo di rame sepolto parallelamente ad esse nel suolo. I vagoni hanno ciascuno due motori di 14 cavalli a semplice riduzione. La regolazione si effettua mediante reostati di ferro con isolamento di mica. La velocità si modera con un freno meccanico, o con freno elettrico lasciando lavorare il motore come generatore di corrente in un circuito di piccola resistenza, oppure rovesciando la corrente presa dalla linea. Il peso dei vagoni è di 5,4 tonnellate, di cui 2,4 competono al materiale elettrico. La velocità media è di 9 km.; la massima in tratti piani 15 km.; sui tratti in pendenza 10 km.

Il consumo medio di antracite per la produzione del gas combustibile è di 0,655 Kg. per cavallo effettivo, ed il valore esiguo di esso giustifica ampiamente la scelta del sistema adottato.

Nelle stazioni generatrici a vapore la cui potenza è dell'ordine di grandezza di questa il consumo di litantrace per la produzione di un cavallo vapore sale facilmente ad una cifra quasi doppia. Ora il prezzo dell'antracite di buona qualità è notevolmente maggiore di quello del litantrace ordinario, ed alle miniere di estrazione può anche avvicinarsi al doppio. Ma trattandosi di paesi molto lontani dal luogo di estrazione le spese di trasporto diminuiscono sensibilmente quel rapporto, così che un'economia notevole può essere mediante l'impiego del combustibile più caro e la produzione di gas povero realizzata. Era questo, ed è, il caso di Zurigo e soprattutto della centrale in questione, la quale sorge a distanza notevole dalle stazioni ferroviarie, ed è rispetto a queste notevolmente sovrelevata.

Perciò i motori di questo tipo hanno trovata applicazione in parecchie installazioni nella Svizzera, e potrebbero con vantaggio trovarla in molte italiane della stessa natura.

VI. — STAZIONI CENTRALI DELL'ACQUA POTABILE,
DELL'ILLUMINAZIONE ELETTRICA E DEL GAS
DELLA CITTÀ DI ZURIGO.

La città di Zurigo ha avvocati a sè in massima parte i servizi che per la natura loro hanno un interesse generale per la popolazione, e li amministra mediante uffici da essa dipendenti.

Le centrali dell'acqua potabile e dell'energia elettrica hanno sede comune nell'officina grandiosa di Letten, ed utilizzano la forza motrice dell'acqua della Limmat e forza motrice a vapore. L'acqua del fiume, dopo avere attraversato la città venendo dal lago, può essere tutta sottratta al suo letto naturale mediante una diga a valle dell'ultimo ponte, e portata nel canale di presa all'officina.

In questa sono 12 camere di turbine, nelle quali si utilizza un salto variabile da 1,50 a 3 m. secondo il grado di piena. Restano disponibili così in estate mediamente 1200 cavalli, in inverno forse la metà.

Dieci turbine Jonval a reazione da 150 cavalli lavorano due a due accoppiate mediante rotismi dentati sopra alberi cavi, e questi solidariamente comandano un albero centrale che attraversa longitudinalmente l'officina e compie 100 giri al minuto. L'albero muove le pompe aspiranti l'acqua del lago a conveniente profondità e distanza dalla riva, e destinate a mandarla nei serbatoi distributori, di cui parecchi sono situati a diversa altezza sui fianchi della collina per sopperire l'acqua filtrata ai quartieri diversamente elevati.

Alla parte estrema del grande albero principale si possono accoppiare quattro alternatori di 300 cavalli, facenti 200 giri al minuto, i quali possono anche comandarsi indipendentemente mediante turbine ad alta pressione da 300 cavalli, riceventi l'acqua dai serbatoi sovraccennati. I giunti a denti connettono le armature rotanti delle dinamo in posizione invariabile, tale da assicurare la coincidenza delle fasi senza alcun altro sistema sincronizzatore. Questi alternatori ad anello piatto del tipo Kapp, costrutti dalla casa di Oerlikon, per una frequenza di 50 periodi, una tensione di 2000 volt ed una intensità di corrente di 100 ampère, costituiscono la dinamo generatrice della prima centrale elettrica stabilita dal Comune di Zurigo negli anni 1891-92. La corrente alternata monofase veniva condotta ai

punti centrali della città mediante cavi sotterranei, ed ivi trasformavasi e distribuivasi alle lampade in sistema a tre fili a 2×100 volt.

Ma l'energia disponibile era di gran lunga insufficiente all'illuminazione pubblica ed alle richieste dei privati, e già all'epoca della costruzione della nuova Tonhalle nel 1895 non si poté provvedere all'illuminazione del grandioso edificio senza l'impiego di una potente batteria di accumulatori, destinata a caricarsi nelle ore del giorno, dapprima mediante raddrizzatori rotanti con velocità di sincronismo, di tipo Pollak; e poi, dopo constatato il cattivo funzionamento di questi, mediante convertitori ordinari costituiti da un motore sincro a corrente alternata e da una dinamo generatrice.

Perciò una prima macchina a vapore di Escher e Wyss, da 750 cavalli, venne aggiunta e destinata a comandare una macchina alternatrice di Oerlikon, del tipo a semplice ferro rotante, capace di fornire corrente monofase a 2000 volt o corrente trifase. E recentemente due altre motrici a vapore di Sulzer da 1000 cavalli si installarono a comandare due analoghi alternatori di Oerlikon, completando l'antica stazione centrale idraulica con una grandiosa centrale a vapore che lavora continuamente in parallelo e solidariamente con essa. La corrente trifase viene convertita mediante trasformatori rotanti in corrente continua nella sottostazione centrale dei trams della città. Macchine secondarie a corrente continua nella stessa centrale principale sopperiscono l'energia per motori di industrie locali e per due linee di trams elettrici.

All'alimentazione di altre linee tranviarie, come all'illuminazione del teatro principale, provvedono altre piccole stazioni centrali, le quali non offrono nulla di veramente notevole.

Ai bisogni del nuovo edificio della posta è stata adattata una stazione secondaria con accumulatori.

Nella mente delle Autorità municipali è il disegno di far sopperire tutta l'energia elettrica occorrente alla città di Zurigo da un unico impianto idraulico grandioso, utilizzando la forza motrice del Reno od altra che si rendesse disponibile entro il raggio di alcune decine di chilometri. Se il progetto avrà attuazione, il grandioso impianto a vapore di Letten funzionerà solamente come riserva di quello idraulico.

Estremamente interessante per l'eleganza della costruzione e per i grandi perfezionamenti introdotti nei processi di fabbricazione è la nuova officina municipale di Zurigo pel gas d'illuminazione. Questo ha per la città un'importanza grandissima, poichè serve per la massima parte dell'illuminazione pubblica e dei privati esercizi, mentre

l'illuminazione delle case private è ancora in gran parte a petrolio, causa il mitissimo prezzo di questo combustibile, che non eccede in Svizzera un terzo del prezzo attuale d'Italia.

Il gas d'illuminazione è ricavato colla distillazione di carbon fossile tedesco, e tutte le operazioni di scarico del carbone, carico di esso nelle storte e scarico di coke, spegnimento di questo ed immagazzinamento si fanno col soccorso di semplicissimi meccanismi a funzionamento automatico, così che al governo di tutta la officina basta un numero estremamente esiguo di operai.

Il carbone dai vagoni della ferrovia, che giungono ad un binario di raccordo, passa ad una macchina trituratrice che lo sminuzza in pezzi di grossezza uniforme. Un elevatore elettrico lo solleva a vagoncini, percorrenti all'altezza di 6 metri un binario a leggera pendenza, e questi per una leggera spinta a mano lo convogliano al grande magazzino. In corrispondenza dei diversi compartimenti un respintore a contrappeso arresta il vagoncino, ne apre il fianco per la scarica del carbone, e lo respinge vuoto al luogo di carica. Da ognuno dei compartimenti il carbone sminuzzato si può guidare mediante un doccione, a cui si imprime meccanicamente un moto di va e vieni, e mediante una trasportatrice analoga ad azione continua fino ad un elevatore a cucchiaie che lo solleva al disopra dei forni e ne riempie le tramogge di misura. Da queste il carbone è condotto direttamente alle storte di distillazione. Ad operazione compiuta il coke cade alla parte posteriore del forno nei vagoncini, nei quali ne è effettuato lo spegnimento mediante zampilli d'acqua numerosi; essi sono destinati a trasportarlo al magazzino finale. Il gas distillato attraversa tutta la serie regolare di sistemi di depurazione, lavatura, e misura prima di venire raccolto nelle grandi camere distributivi.

Così la fabbricazione è in modo ammirabile semplificata e resa più razionale. Ma non meno che dalla perfezione del processo industriale il visitatore è colpito dall'ordinamento sagace ed economico di tutto lo stabilimento. Nel quale a compenso della lontananza da numerosi centri abitati è apparecchiato agli operai un sanissimo conforto. Le refezioni vengono preparate in una cucina appropriata sui fornelli a gas, e servite in una elegante sala da pranzo. Nessun operaio può abbandonare il lavoro senza aver fruito del bagno e delle doccie, che per provvedimento altamente commendevole gli vengono imposte. Poichè si vuole non solamente che guadagni l'industria nella bontà dei suoi prodotti, ma anche che si migliori l'igiene e l'educazione di coloro che la fecondano col loro lavoro.

VII. — LE OFFICINE MECCANICHE ED ELETTRICHE
DELLA SVIZZERA.

La Svizzera deve una gran parte della sua prosperità economica alle numerosissime fabbriche di ogni natura, nelle quali si impiegano a migliaia i suoi operai intelligenti, senza che l'immigrazione dai paesi limitrofi o l'importazione di materiale fabbricato porti alla sua industria una concorrenza allarmante. Le fabbriche di macchine a vapore e di turbine e quelle di macchine elettriche, per l'estensione loro e per la bontà dei loro prodotti, si sono acquistata e mantengono una rinomanza mondiale.

Non essendo possibile qui descrivere ognuna di esse, basterà far cenno di quelle più importanti che la comitiva nel viaggio di istruzione ha visitato, senza preciso riguardo all'ordine delle visite fatte od alla loro importanza relativa. Grato sarà ripetere come in ognuna di esse da parte dei direttori e degli ingegneri che vi sono addetti gli studenti italiani abbiano trovata la più deferente e premurosa accoglienza.

A. — *Officina di Escher Wyss e C. a Zurigo.*

Sorgono nel quartiere così detto industriale di Zurigo, ed hanno binario di raccordo diretto colle ferrovie svizzere del nord-est. Le comunicazioni interne sono stabilite mediante numerosi binari a scartamento ridotto.

L'illuminazione nelle ore del giorno si fa abbondante per amplissime finestre e vetrate; nella notte mediante lampade ad arco. Le gru e le trasmissioni principali sono tutte comandate mediante motori elettrici a tre fasi; parecchie delle macchine principali hanno il loro motore speciale, da cui il movimento è trasmesso mediante vita perpetua. Macchine utensili trasportabili hanno motorino proprio a tre fasi, o motore ad aria compressa che può essere servito in luoghi diversi da una conduttura che si dirama dal serbatoio della pompa. La fonderia, l'officina speciale per le caldaie a vapore, quella per la costruzione dei battelli dove si fa larghissimo uso di alluminio, la sezione delle macchine a vapore e delle macchine frigorifere sono installate sopra aree grandiose, e dotate di potente e splendido materiale utensile.

Pel servizio complessivo dell'officina si consuma approssimativamente un'energia di 400 cavalli, la quale viene trasmessa elettrica-

mente dalla stazione generatrice di Zufikon-Bremgarten. Questa dista da Zurigo circa 20 Km. ed utilizza un salto della Reuss pel quale si rendono disponibili circa 1400 cavalli. Le turbine sono direttamente accoppiate ad alternatori trifasici della fabbrica di Oerlikon, i quali producono corrente a 5000 volt. Circa 80 cavalli vengono trasmessi alla centrale di Wohlen, nella quale la corrente in parte viene trasformata a 120 volt e distribuita a motori, e in parte è convertita in corrente continua per illuminazione.

Altri 250 cavalli si consumano a Zurigo nel molino Maggi, oltre alla energia somministrata alla officina di Escher e Wyss. Questa ha una propria centrale di trasformazione e di riserva, con macchina a vapore Corliss a triplice espansione, che comanda due generatori trifasici a bassa tensione; ognuno di essi può essere inserito parallelamente ai secondari dei trasformatori della trasmissione quando occorra un lavoro totale eccedente quello trasmesso. All'illuminazione sopperiscono due macchine a corrente continua comandate da motore trifasico.

La distribuzione elettrica dell'energia allo stabilimento Escher e Wyss funziona regolarmente da cinque anni, dall'epoca cioè della costruzione delle nuove officine, le quali vennero progettate coordinatamente alla trasmissione stessa. Poichè i motori in esse disseminati hanno una potenza complessiva di 800 cavalli, questa costituisce uno degli esempi più rimarchevoli e antichi di distribuzione a corrente trifase. Per numero di operai impiegati, per copia e bontà di produzione le officine Escher e Wyss stanno a paro delle prime officine d'Europa.

B. — *Officine di Oerlikon.*

La fabbrica di Oerlikon è stata fondata circa 25 anni fa nella località di questo nome, distante pochi chilometri da Zurigo, come manifattura di macchine-utensili, e solo dieci anni più tardi vi si iniziò la fabbricazione di materiale elettrico. Questa ora assorbe la massima parte della attività della fabbrica, sebbene essa continui ancora a produrre su vasta scala macchine-utensili e molini da farina.

Nello stabilimento sono impiegati circa 2000 operai; ancora qui una gran parte dell'energia viene distribuita elettricamente mediante corrente alternata a tre fasi. Questa si genera nella centrale di Hochfelden presso Bülach ad una distanza di circa 20 Km. con macchine a bassa tensione; vien trasformata per la trasmissione a 13,000 volt, e nell'officina si trasforma nuovamente a 120 volt per la distribu-

zione ai motori. L'energia disponibile alla stazione generatrice è solo di 300 cavalli, onde all'officina occorre sopperirne una quantità quasi eguale mediante una motrice Sulzer a vapore che comanda una trasmissione principale. In casi eccezionali il movimento a questa può darsi mediante un motore sincrono a corrente alternata, il quale a sua volta può comandarsi dalla motrice a vapore come generatore di corrente da distribuire agli altri motori. Esso però generalmente serve da motore e dà il movimento ad una dinamo a corrente continua, destinata alla illuminazione dell'officina.

La massima parte delle macchine-utensili impiegate è prodotta dallo stesso stabilimento. Delle macchine dinamo-elettriche una parte non irrilevante è destinata a produrre od utilizzare correnti continue: ma di gran lunga la parte maggiore è costituita da macchine a correnti alternate. Il tipo Kapp ad anello piatto fu primitivamente adottato. Ma più tardi per i grandi generatori fu sovente scelto il tipo a semplice ferro rotante, come per le macchine della centrale di Zurigo, e per molti viene ora adottato il tipo comune ad indotto fisso ed induttore mobile, costituito da una corona di poli ciascuno dotato del proprio avvolgimento. Sebbene l'eccitazione richieda qui l'impiego di una quantità maggiore di filo e di energia, si sogliono realizzare vantaggi maggiori per la diminuita dispersione di linee magnetiche e la minore reazione dell'indotto. Del resto, in questa come in tutte le buone fabbriche moderne, l'unità di tipo che caratterizzava le prime fabbricazioni modeste è oramai rigettata, poichè a scopi diversi si richiedono diversi mezzi, ed i pregi ed i difetti delle varie forme, diventate patrimonio comune, si sanno discutere con criteri sicuri.

La fabbrica di Oerlikon ha somministrato una grandissima parte del macchinario elettrico alla Svizzera ed agli Stati continentali dai primi anni in cui fiorirono le industrie elettrotecniche. In Italia il nome figura sopra moltissime macchine importate prima che l'industria nazionale sopperisse ai bisogni degli impianti più modesti e oltre che dei più grandiosi. Ora una rivale potente è sorta a fianco di essa per iniziativa del suo antico direttore; in pochissimi anni la fabbrica di Baden è giunta ad occupare nel mondo elettrotecnico uno dei primissimi posti.

C. — *Officine di Baden.*

Sono state fondate da Brown, Boveri e Co., nel 1891, ed al giorno d'oggi impiegano non meno di 1200 operai. Il nome del direttore

C. E. L. Brown è essenzialmente connesso collo sviluppo dei sistemi a corrente alternata, e le macchine alternatrici costituiscono la produzione più importante dell'officina.

L'energia è somministrata esclusivamente da motori bifasi, comandanti alberi di trasmissione comuni a parecchie macchine utensili, oppure appartenenti ad una macchina sola. Essa viene derivata dalla stessa stazione centrale che dà la corrente all'illuminazione della città e l'energia a molti altri motori. La stazione utilizza un salto della Limmat a due chilometri dalla città, mediante turbine ad asse verticale Jonval comandanti gli alternatori bifasi di 170 cavalli, e mediante altre comandanti separatamente le eccitatrici.

Gli alternatori risultano semplicemente dall'accoppiamento di due generatori uguali monofasi, calettati sullo stesso albero in posizioni spostate di mezza distanza polare; la corrente è generata con una frequenza di 40 periodi, ad una tensione di 1000 volt. Un alternatore mosso da macchina a vapore Sulzer completa come riserva l'impianto. Le lampade per l'illuminazione di Baden sono ripartite fra i due circuiti del sistema bifase a tre fili in gruppi, per quanto è possibile, equivalenti. I piccoli motori sono inseriti direttamente sui medesimi fili; i maggiori sopra condutture distinte.

Nell'officina Brown, Boveri e Co. i motori sono quasi tutti collocati sopra mensole metalliche, suscettibili di essere spostate lungo le colonne mediante chiocciolate comandate da volantini o mediante sistemi di leve. Così resta libera la massima porzione del suolo nell'officina, senza che i motori siano sottratti a facile ispezione e manovra; d'altra parte è singolarmente agevolata la regolazione della tensione delle cinghie, indispensabile per una buona trasmissione. Le macchine con motore proprio ne ricevono il movimento mediante vite senza fine. I grandi torni hanno una portata diametrale di nove metri. Le gru hanno singoli movimenti prodotti da motori distinti. La fonderia non basta per ora alla fusione dei pezzi di dimensioni molto rilevanti; onde questi vengono provvisti da officine esterne. La fabbrica però si va in modo rapido e continuo allargando in ogni suo ramo, onde essa sarà presto in grado di sopperire, indipendentemente da ogni concorso esterno, ai bisogni della sua produzione.

Le più ardite costruzioni moderne di macchine per alta tensione e di grande potenza sono uscite dalla fabbrica di Baden. Quelle di Paderno furono ivi costrutte fin dal 1897 per una tensione efficace di 13,500 volt, e per una potenza di 2000 cavalli; ma l'ing. Brown ancora in occasione della visita nostra non esitava a ripetere che

egli non vede alcun limite necessario per la massima tensione in costruzioni di questa natura. Potendosi adottare per le macchine un tipo che lasci spazio conveniente all'isolante, la costruzione di una dinamo per 20,000 volt non è per sè stessa più difficile e meno sicura di quella d'una dinamo per 2000. In realtà tutte le parti isolanti delle macchine e degli apparecchi destinati ad un potenziale molto elevato vengono fabbricate con grandissima cura, e sperimentate ad un potenziale notevolmente superiore a quello di regime. I fili degli avvolgimenti indotti, sempre fissi in questi grandi alternatori, sono separati dal ferro mediante tubi di micanite di spessore adeguato; gli interruttori per la chiusura dei circuiti sono a scatto, e parallelamente al contatto principale nell'aria hanno una serie di piccoli contatti nell'olio, i quali aprendosi stabiliscono una interruzione multipla. Per contro nei sistemi induttori, dove non intervengono tensioni elettriche ragguardevoli, lo spazio è razionalmente economizzato mediante sottilissimi isolamenti di carta, costituendo gli avvolgimenti mediante nastro di rame piatto colla base maggiore normale all'asse delle spire, e colla base minore nuda all'esterno.

Le correnti alternate polifasi hanno, per iniziativa della Casa Brown, Boveri e Co., trovate molte applicazioni alla trazione elettrica, permettendo di realizzare nelle trasmissioni da grande distanza e nelle distribuzioni lungo linee di sviluppo considerevole una forte economia di rame mediante tensioni elevate. Il primo esempio di tram elettrico con corrente trifase è stato quello di Lugano, costruito nel 1895 sopra un percorso di circa 5 Km. La corrente è mandata dalla centrale dell'illuminazione elettrica che dista 12 Km. con una tensione di 5000 volt, e si trasforma per la distribuzione alla linea a 400 volt. Due conduttori sono costituiti da fili aerei paralleli, distanti 25 centimetri, e il terzo dalle rotaie. Le vetture, pesanti 6 tonnellate, hanno un solo motore di 20 cavalli a semplice riduzione di velocità; la regolazione è fatta con resistenze inserite nell'indotto mediante un collettore a tre anelli di contatto. Gli scambi e gli incroci, dove la presenza dei due fili complicherebbe notevolmente l'impianto, hanno potuto semplificarsi come nei sistemi a corrente continua sopprimendo puramente uno dei fili di linea, e lasciando funzionare per brevi tratti il motore come quelli a corrente alternata monofase colla somministrazione di corrente ad uno solo dei tre avvolgimenti induttori.

Disposizioni analoghe sono state adottate dalla casa Brown, Boveri e Co. per la ferrovia elettrica che congiunge Stansstad sul

lago dei Quattro Cantoni coll'Engelberg. La costruzione data dal 1897, e costituisce uno degli esempi più interessanti di trazione elettrica con correnti ad alta tensione. Qui per l'estensione notevole della linea, che è lunga 22,5 chilometri, l'alta tensione conveniva per la distribuzione alle parti più lontane della linea stessa.

Perciò la centrale elettrica venne eretta in contiguità immediata della ferrovia ad Obermatt, a meno di due chilometri dalla stazione di termine, fra la quale ed Obermatt la linea ha una pendenza di 25 %, ed è munita perciò di dentiera. La corrente è generata a 750 volt da alternatori a tre fasi, mossi da ruote Pelton che utilizzano una caduta d'acqua di 350 metri circa. Una parte è direttamente utilizzata nei tratti di linea contigui alla centrale, ed una parte è trasformata a 5200 volt per la trasmissione alle sezioni più lontane, dove la tensione si riabbassa mediante trasformatori collocati a metà della linea. La linea telefonica pubblica a due fili segue alla parte opposta della strada il percorso della linea ad alta tensione, senza che le comunicazioni ne vengano perturbate quando le condizioni atmosferiche non sono specialmente sfavorevoli. Le carrozze hanno illuminazione elettrica alimentata da un piccolo trasformatore sul treno, e riscaldamento elettrico prodotto da sette sistemi di resistenze inseriti in serie sulla linea a 750 volt.

La regolazione della velocità è particolarmente semplificata con questo metodo di trazione per la proprietà caratteristica dei motori a campo rotante, i quali nei periodi di avviamento possono sviluppare forti momenti di rotazione con piccole velocità, ma a regime non subiscono variazioni grandi di velocità per notevoli variazioni di coppia resistente. La velocità non può eccedere il valore che corrisponde alla rotazione sincrona dell'armatura e del campo, senza che il motore si converta in una generatrice di corrente assorbendo il lavoro meccanico motore e cedendo energia elettrica alla linea; allora esso esercita evidentemente una energica azione frenante che rende impossibile un aumento rimarchevole della velocità. Ai vagoni automotori, ed alle locomotive elettriche, che vengono impiegate nel tratto a maggior pendenza della ferrovia dell'Engelberg come in quelle del Görnergrat e della Jungfrau, sono naturalmente adattati freni meccanici a mano ed automatici, mediante i quali la marcia può esser arrestata in caso di necessità nello spazio di pochi metri. Se sopra strada ordinaria si vuole cambiare la velocità del percorso si può variare il rapporto di trasformazione degli ingranaggi, oppure il numero di poli del motore con diversi aggruppamenti delle spirali di eccitazione.

Per tal modo il dominio delle correnti polifasi in brevissimo tempo si è venuto estendendo ai principali campi e più fecondi dell'industria elettrica. Se l'applicazione alla trazione si perfezionerà in modo da potersi generalizzare alle linee tramviarie nell'interno delle città, non sarà solamente realizzata una economia notevole negli impianti, ma saranno anche radicalmente prevenuti gli inconvenienti imprescindibili delle correnti continue; le corrosioni elettrolitiche esiziali alle condutture metalliche sotterranee, e le esterne azioni elettromagnetiche, che perturbano così gravemente le condizioni dei laboratori scientifici.

D. — *Officine di Winterthur.*

Malgrado l'esiguità della sua popolazione, Winterthur è certamente tra le città svizzere una delle più fiorenti per lo sviluppo che ha saputo dare alle sue industrie meccaniche.

Una scuola tecnica, a cui accedono allievi numerosi di tutta la Svizzera, prepara ottimi capifabbrica e direttori di officina; non pochi, fatti, dai primi anni di studio, avidi di imparare, completano la loro istruzione superiore al Politecnico federale. Le fabbriche danno lavoro remunerativo a molte migliaia di operai, e mandano in tutta l'Europa e al di là dell'Oceano prodotti di incontestato valore. Le tre principali appartengono rispettivamente ai fratelli Sulzer, a Rieter e Co., e alla Società Svizzera per la fabbricazione delle locomotive. La comitiva degli studenti italiani, nella breve escursione fatta da Zurigo, non ebbe tempo di visitare che la prima e l'ultima di esse.

La maggior produzione e più importante della casa Sulzer è notoriamente di macchine a vapore, ed i sistemi di distribuzione, con valvole di precisione a doppia sede che prendono il nome da essa, sono universalmente conosciuti. All'epoca della nostra visita erano in costruzione motrici della più disparata potenza, in gran parte orizzontali a doppia e tripla e quadrupla espansione, con coppie di stantuffi sullo stesso albero e cilindri accoppiati coll'asse comune secondo la ben nota disposizione a tandem. Il cantiere delle caldaie a vapore non era disgraziatamente accessibile, perchè vi si stavano eseguendo esperienze che la fabbrica intendeva di tenere segrete. Del resto il tipo e la bontà delle caldaie Sulzer non meno di quello delle motrici è ben conosciuto in Italia, dove ne sono state importate molte prima che le nostre migliori fabbriche di Venezia, di Legnano, ecc., avessero dato alle loro costruzioni quell'estensione e

perfezione che loro permette oggigiorno di stare a paro colle migliori estere. La casa Sulzer produce in grande numero macchine frigorifere ad ammoniacca del tipo Linde, di cui molte vengono impiegate anche nelle nostre fabbriche da ghiaccio. Essa costruisce inoltre su vasta scala tutti gli apparecchi di riscaldamento, segnatamente per sistemi a vapore a bassa e media pressione. La fusione dei recipienti metallici a pareti sottili ed a superfici decorate è fatta con una singolare finezza. La ditta ha un'officina figliale a Ludwigshafen ed impiega in complesso 5000 operai. Nelle officine di Winterthur la forza motrice è in massima prodotta con generatrici a vapore, di cui molte di vecchia costruzione sono disseminate nei punti più importanti dell'enorme stabilimento. Una piccola parte dell'energia viene convertita in energia elettrica per la distribuzione a macchine speciali e per l'illuminazione.

La casa Rieter costruisce essenzialmente motori idraulici, ed ha da pochi anni istituita una sezione per la fabbricazione di macchine elettriche per corrente continua ed alternata.

La Fabbrica svizzera di locomotive ha fornito una gran parte del materiale di trazione alle Società svizzere; pochissimo all'Italia, dove l'industria nazionale si è in questo campo da molto tempo quasi completamente emancipata dal concorso delle officine estere. All'epoca del nostro viaggio il numero degli operai non era al completo, mancando ordinazioni di grande importanza. Con tutto ciò era interessante l'ispezione di motori e locomotive destinate alle ferrovie di montagna, che abbondano nella Svizzera, e superano per arditezza quelle di tutti gli altri paesi civili.

Interessantissimo il materiale destinato alla linea ferroviaria Burgdorf-Thun; la quale, con scartamento ordinario e diretto collegamento alle principali reti svizzere, viene da pochissimi mesi esercita con sistema elettrico ad alto potenziale sopra una lunghezza di 40 km. I treni ordinari sono costituiti di un vagone motore e di un vagone ordinario; al traffico più intenso si provvede mediante locomotive elettriche munite di due motori da 150 cavalli, ed aventi una velocità normale di 36 km. all'ora. La corrente è presa mediante doppio trolley da una rete trifase a 750 volt, di cui due fili sono sospesi ed il terzo è costituito dalle rotaie. La alimentazione è fatta mediante 14 stazioni trasformatrici lungo la linea, che ricevono l'energia primaria dalla rete di trasmissione a 16,000 volt. L'equipaggiamento elettrico dei vagoni motori e delle locomotive è ancora qui della fabbrica Brown, Boveri e Co. di Baden.

La fabbrica di Winterthur produce anche caldaie fisse ordinarie, di cui alcune sono state importate in Italia. Essa dà inoltre un certo sviluppo alla costruzione di motori a gas povero del tipo Otto, i quali nella Svizzera hanno trovato in questi ultimi anni numerose applicazioni per l'economia rilevante di combustibile che permettono di realizzare, e che è tanto più apprezzabile in un paese montuoso lontano dai principali centri carboniferi.

E. — *Officina della Compagnia dell'Industria elettrica a Ginevra.*

Ha per ingegnere capo Thury, propugnatore convinto dei sistemi di distribuzione dell'energia elettrica *in serie*, e la parte più importante dei suoi prodotti è costituita da macchine ed apparecchi destinati a funzionare con corrente costante.

Non è luogo qui di discutere i vantaggi relativi dei sistemi a corrente od a potenziale costante nei casi ove occorre trasmettere una quantità rilevante di energia o superare una distanza considerevole. Le più grandiose installazioni moderne hanno dovuto inevitabilmente impiegare correnti alternanti, ed in un gran numero di casi correnti di fase diversa. Ciò non ostante Thury coi sistemi ideati da lui è riuscito a dimostrare che per quantità moderate di lavoro, e per distanze non eccezionali, anche le correnti continue ad intensità invariabile si possono impiegare con tutta semplicità e sicurezza. La Svizzera francese ha parecchi di questi impianti, ed uno funziona da anni in Italia senza che l'elevatezza delle tensioni adoperate abbia dato luogo a seri inconvenienti. Naturalmente tutte le parti del macchinario a potenziale elevato devono essere accuratamente isolate e per quanto è possibile inaccessibili.

Le macchine generatrici, come i motori del tipo multipolare Thury, vengono perciò fissate al basamento coll'intermezzo di potenti isolatori di porcellana, e connesse le prime colle loro motrici ed i secondi colle macchine che essi sono destinati a comandare mediante giunti elastici elettricamente isolanti. Se si domanda ai motori una velocità costante, quando varia la coppia resistente, si deve variare l'intensità del campo mediante reostati inseriti parallelamente alle spirali di eccitazione.

La fabbrica di Ginevra però produce anche macchine a corrente continua in derivazione e con eccitazione composita per alimentazione di sistemi di illuminazione o trazione a potenziale costante. Da non molti anni essa pure ha dato sviluppo alla costruzione di

materiale per corrente alternata monofase e polifase. È stato ideato da Thury il tipo di macchina a circuiti fissi coll'induttore esterno, costituito da una semplice campana d'acciaio avente proiezioni polari massiccie verso l'interno e ruotante con grande velocità. Disgraziatamente le prime grandi macchine installate a Chêvres hanno fatta cattiva prova, a quanto pare, per le cattive proprietà magnetiche del materiale dell'armatura, onde le nuove generatrici vennero costrutte a Baden con induttore mobile a corona di poli.

La fabbrica di Ginevra non compete per importanza con quelle di Oerlikon e di Baden; non perciò la visita di essa è meno istruttiva a complemento delle prime, od è meno perfetto il materiale che essa fornisce ed al quale l'inventore ha saputo imprimere un carattere così geniale di semplicità.

VIII. — IMPIANTI DI RHEINFELDEN.

Il progetto di utilizzare la grande forza motrice del Reno in quella parte del suo corso che è prossima a Rheinfelden data da più di dieci anni, ed era stato abbozzato già prima che l'esperimento grandioso di Lauffen, in occasione dell'Esposizione internazionale di elettricità di Francoforte s. M., avesse dimostrato l'assoluta praticità della trasmissione dell'energia elettrica a distanza mediante le correnti polifasi. La Società, che aveva per scopo di completare gli studi precedenti, acquistare le concessioni e provvedere i capitali necessari ad assicurare la riuscita dell'impresa, fu costituita nel 1889 dalla Società generale di elettricità in Berlino, dalla casa Escher Wyss e Co. di Zurigo, dalla firma Zschokke e Co. in Aarau e dalla fabbrica di macchine di Oerlikon.

Le concessioni non si poterono ottenere senza superare difficoltà dipendenti dalla diversa legislazione di due Stati limitrofi, il Granducato di Baden tedesco ed il Cantone Aargau svizzero.

Risolte queste, la Società si costituì definitivamente nel 1894 col nome « Kraftübertragungswerke Rheinfelden » con un primo capitale di quattro milioni di marchi ed affidò alle due ditte Escher Wyss e Co. e Zschokke e Co. la costruzione dell'impianto idraulico. Poichè era deciso che la utilizzazione si facesse sotto forma di energia elettrica, la Società di Berlino e quella di Oerlikon si erano riservate la fornitura del materiale relativo.

La portata del Reno, dopo lo sbocco dell'Aar, è di circa 350 $\frac{1}{2}$ metri cubi, e nella prossimità di Rheinfelden il pelo liquido si abbassa di circa

7 metri sopra un percorso di 2,4 chilometri. Essendo preventivato il costo dei lavori per la utilizzazione totale di questa energia in dieci milioni di marchi, la Società divisò di limitare il primo impianto alla utilizzazione del lavoro disponibile nel primo tratto di questo percorso, cioè in un chilometro circa a valle del Beuggersee. Le osservazioni di un decennio permettevano di fare assegnamento sopra un'energia di 13,800 cavalli-vapore, lasciando fluire nel letto del Reno 50 metri cubi d'acqua al 1" come era prescritto nella concessione. Secondo il progetto preparato nel 1895, che servì di base ai lavori definitivi, quest'energia si doveva utilizzare mediante 20 turbine, ognuna delle quali si costruì della potenza di 840 cavalli per avere una riserva adeguata.

La diga di presa a monte della rapida del fiume venne fondata sulla roccia del fondo, e costruita in muratura con uno spessore di 2 metri alla sommità. Essa ha una luce di 20 metri di larghezza per il deflusso libero dell'acqua ed i bisogni della navigazione.

Il canale di adduzione è largo 50 metri ed ha il fondo costituito da una volta rovesciata. Il muro che lo limita parallelamente alla riva ha uno spessore di 1,5 metri al sommo; 4 alla base; l'altezza è di 7 metri. Le sostanze pesanti vengono presso l'imbocco del gran canale raccolte in un canale purgatore trasversale, da cui si possono espellere abbattendo su questo un tavolato di copertura per la massima parte della sua lunghezza, e lasciandone defluire l'acqua sotto pressione nel fiume sottostante. Un collettore longitudinale di sabbia ed una doppia grata per le sostanze galleggianti servono a chiarificare sufficientemente l'acqua che viene data alle turbine. Il canale di deflusso è scavato nella roccia e segue il profilo normale del Reno; la riva opposta ha una solida muratura di rinforzo.

L'impianto dei motori consta di 20 camere di turbine, larghe m. 5,5, lunghe m. 10 e separate da un muro di m. 1,25. Esse vengono chiuse da doppie porte in ferro girevoli, alte 5 metri, e capaci di sopportare una pressione di 70,000 kg. Queste si comandano a mano dalla galleria di servizio. Nella eventualità di riparazioni le camere possono isolarsi a tenuta d'acqua mediante paratoie a travi a monte e valle, e prosciugarsi con pompe centrifughe munite di motore elettrico o con un eiettore. La volta superiore è costruita in modo da permettere l'estrazione della turbina completa. Il peso della turbina e della dinamo è di circa 120 tonnellate, quello del sistema rotante 70 tonnellate. Le due gru destinate al montaggio nella galleria delle macchine hanno una portata di 20 tonnellate.

Dovendo ogni motore utilizzare una portata variabile da 17 a 25 metri cubi con una caduta che oscilla da 2 1/2 a 5 metri, era indispensabile adottare turbine a piccola velocità ed a gran diametro, per quanto era compatibile colle dimensioni assegnate alle camere d'acqua.

Essendosi fissata la minima velocità dei generatori elettrici da accoppiarsi direttamente alle turbine a 55 giri, la casa Escher Wyss e Co. costruì queste sul tipo Francis a reazione, costituendo ciascuna con un doppio sistema di turbine sovrapposte. Ogni turbina possiede cioè due ruote distributrici e due giranti, ma poichè da ognuna delle distributrici l'acqua esce in due direzioni, le turbine funzionano come quadruplici. Ognuna delle due turbine ha diametro di 2,35 metri, altezza di 1,24; i distributori hanno 36 palette, le giranti 32. La distanza verticale delle due sull'asse è 3,37 metri. L'albero d'acciaio ha 30 cm. di diametro ed è munito di 3 perni, uno di punta e due a collare. Quello inferiore, con cuscinetto di legno duro, serve solo a sostenere la parte mobile durante il montaggio. Nella marcia regolare esso viene scaricato da un perno superiore anulare applicato all'albero della dinamo, tra il quale ed il cuscinetto corrispondente si inietta olio sotto forte pressione mediante una pompa.

Siccome le singole turbine lavorano con introduzione totale, la regolazione si fa mediante otturatori anulari esterni, che aprono contemporaneamente tutte le luci di una corona. Quando si ha piccola portata d'acqua e grande caduta, la turbina superiore resta completamente chiusa. Se cresce la portata e il salto diminuisce, si aprono primieramente le due corone inferiori della turbina superiore, e poi anche le superiori. La manovra si effettua a mano, oppure si lascia avvenire automaticamente comandando mediante un regolatore a forza centrifuga, molto sensibile uno stantuffo differenziale a guisa di servomotore ad olio compresso. Le massime oscillazioni della velocità non eccedono il 4 0/0. Il rendimento delle turbine a carico normale è di 75 0/0. Esso è naturalmente minore se diminuisce la caduta; però allora cresce la portata, e l'energia disponibile non resta in difetto.

Nel primitivo progetto era divisato di generare esclusivamente corrente alternata trifase, di cui una parte venisse trasmessa a distanza ad alta tensione e distribuita a motori o convertita in corrente continua per l'illuminazione elettrica, ed una parte venisse convertita parimenti in corrente continua di grande intensità per industrie elettrochimiche nella vicinanza dell'impianto idraulico. Ma poichè le grandi fabbriche ivi sorte opposero difficoltà all'installazione dei convertitori, nell'im-

pianto definitivo dodici generatori furono costrutti direttamente per corrente continua, ed otto soli per corrente alternata polifase. A diminuire le perdite di energia nelle linee di trasmissione, queste furono costituite con grossi cavi condotti pel più breve cammino attraverso al Reno sopra una costruzione a traliccio in ferro. Delle dodici dinamo a corrente continua sei hanno una velocità di 55 giri e producono 5000 ampère ad una tensione di 120 volt per la Società dell'Industria dell'alluminio, che è una filiale della Società di Neuhäusen; le altre sei hanno velocità di 68 giri e producono 4000 ampère a 160 volt per le fabbriche di sodio e carburo di calcio.

Gli alternatori generano corrente trifase colla frequenza di 50 periodi ed una tensione di 6800 volt. Di essi tre soli sono del tipo così detto induttore, avente tutti i circuiti fissi; cinque sono del tipo comune a corona di poli rotante, adottato per il minor prezzo di costruzione e spazio occupato, e perchè in esso i fenomeni di reazione dell'indotto e le dispersioni magnetiche hanno importanza minore.

Le dinamo eccitatrici sono comandate da motori elettrici a tre fasi, connessi direttamente colle sbarre collettrici a 6800 volt. Anche le pompe ad olio per i regolatori a servo-motore e per la lubrificazione dei perni di spinta sono comandate mediante motori elettrici.

Così la sala delle macchine, che è al presente pressochè completa, ed ha una larghezza di 10 m. colla eccezionale lunghezza di 150 m. costituisce coi suoi 20 gruppi generatori uno dei più grandiosi complessi meccanici creati dall'ingegneria moderna. Il quadro di distribuzione per le dinamo a corrente continua è al piano stesso delle macchine, e contiene per ogni generatrice l'interruttore del circuito, che va direttamente alla fabbrica, e gli strumenti di misura. Il quadro degli alternatori è in una galleria soprastante, ed anche qui gli apparecchi interruttori e di misura sono installati nel modo più semplice, restando i piombi di sicurezza nella parte posteriore. I reostati di regolazione possono comandarsi solidariamente quando le macchine lavorano in parallelo.

Dalla stazione generatrice la corrente alternata è condotta ai punti di alimentazione della rete ad alta tensione mediante cavi sotterranei. Quando la potenzialità della linea attuale sarà esaurita, si innalzerà la tensione a 16,000 volt mediante trasformatori. Le sottostazioni sono di tipo diverso, secondo che esse devono servire regioni ove è richiesta poca energia per motori e relativamente molta per l'illuminazione, o viceversa. Nelle prime la tensione di linea è ridotta

a 525 volt mediante trasformatori ordinari; sulla rete secondaria sono inseriti i piccoli motori, oltre ad un motore principale che comanda una dinamo generatrice di corrente continua a bassa tensione, parallelamente alla quale è inserita una batteria di accumulatori. Così è fatta, per esempio, la illuminazione elettrica della città di Rheinfelden. Nelle sottostazioni ove si domanda essenzialmente energia meccanica la tensione di linea viene semplicemente trasformata a 525 volt per i motori ed a 225 per la illuminazione che si effettua col sistema a tre fili. Il rendimento medio della produzione e distribuzione di energia elettrica alle lampade è di circa 72 %; il rendimento meccanico complessivo nella distribuzione dell'energia ai motori è forse 65 %.

La somministrazione dell'energia elettrica per l'illuminazione si fa ad un prezzo fondamentale di 50 centesimi per kilowattora sulle indicazioni dei contatori; però viene accordato uno sconto ai maggiori consumatori, il quale cambia da 5 a 80 % al crescere del numero d'ore di consumo da 500 a 6000. Il prezzo dell'energia per l'utilizzazione meccanica fornita ai motori o per altri scopi industriali è fondamentalmente di 2 centesimi per kilowattora; però gli abbonati devono oltre a questa pagare annualmente una tassa fondamentale per ogni kilovatt computato nella installazione, la quale varia da 225 a 105 franchi variando la potenza del motore da 0,1 a 500 kilowatt, così che per ogni kilovatt la tassa annuale non sia minore di 150 franchi. Uno sconto del 10 % è fatto a consumatori le cui installazioni si trovano sul terreno contiguo alla centrale, per quanto riguarda la tassa fondamentale. Contratti speciali vengono conclusi *à forfait*, ed in tal caso per ogni lampada elettrica di 16 candele vengono pagati 10 franchi per breve durata di accensione, 20 per durata media e 22,55 per lunga durata nell'anno. Durante le ore in cui non sono inserite le lampade possono connettersi colla rete di illuminazione piccoli motori, per i quali viene esatta una tassa annuale di 125 franchi per cavallo.

In base alla tariffa prescritta è facile vedere come il prezzo dell'energia elettrica per le industrie che si sviluppano nella contiguità di Rheinfelden sia di gran lunga minore di quello corrispondente alla produzione di essa mediante motori a vapore, escluso solamente il caso di un consumo estremamente limitato. E questo dà ragione dell'incremento enorme che le industrie locali hanno preso nel piccolo numero d'anni decorso dall'inizio dell'opera grandiosa. Le industrie elettrochimiche nell'immediata prossimità della centrale consumano

da sole 10,000 cavalli; e quasi 3000 cavalli sono distribuiti ad industrie minori sopra un terreno che ha un'estensione di quasi trenta chilometri. La Società progetta ora l'erezione di un'altra centrale per utilizzare la rimanente energia disponibile nella caduta del Reno a valle di quella descritta, ed il risultato sotto ogni aspetto lusinghiero della prima intrapresa ne assicura uno altrettanto buono alla seconda che sarà poco meno grandiosa.

Disgraziatamente nessuno degli stabilimenti elettrochimici sorti in vicinanza di Rheinfelden accorda a stranieri l'autorizzazione di esaminare i suoi impianti, o fornisce informazioni sopra i suoi processi di fabbricazione. Perciò la visita della fabbrica di soda, di quella di carburo di calcio, e di quella di alluminio non meno che della fabbrica d'alluminio di Neuhausen presso Sciaffusa, le quali avrebbero offerto un campo di studio estremamente interessante, fu preclusa alla comitiva degli studenti italiani.

Il breve tempo libero dell'escursione da Basilea a Rheinfelden venne speso nelle saline, stabilite nel 1844 a poca distanza dalla città. Nell'edificio di estrazione, che è in immediata contiguità del Reno, sono praticati quattro pozzi artificiali, dai quali le pompe mosse mediante ruote idrauliche dalla corrente del fiume, estraggono l'acqua salata. Questa deriva da potenti giacimenti di salgemma alla profondità di 120 metri, e si riversa in un serbatoio onde un'altra pompa la solleva all'altezza degli altri edifizi della salina. In tre di questi sono collocate 10 caldaie della superficie di 80 a 160 metri quadrati. L'evaporazione dell'acqua si fa alla temperatura di 85° abbruciando combustibile ordinario per un tempo medio di 48 ore, dopo le quali il sale in gran parte cristallizzato in piccoli grani si precipita e viene raccolto. L'essiccamento si effettua in camere riscaldate vicine, ed in grandi magazzini dove il sale resta ammucciato alcuni mesi prima di essere messo in commercio. Si attribuiscono al sale di Rheinfelden proprietà igieniche speciali, perchè nella sua composizione entra una certa quantità di solfato e carbonato di calce e cloruro di magnesio.

IX. — FABBRICA DI PRODOTTI CHIMICI A BASILEA.

La fabbrica è stata fondata nel 1864, ma solamente nel 1885 divenne proprietà della Società per l'industria chimica che ha sede a Basilea, con un capitale in azioni di 3,400,000 franchi. Lo stabili-

mento dà lavoro a più di 500 operai; esso contiene 19 caldaie a vapore della potenza complessiva di quasi 2000 cavalli, e non meno di cinquanta macchine e pompe a vapore. Una potente macchina ad ammoniaca serve alla produzione del ghiaccio artificiale, che è largamente utilizzato nei processi di fabbricazione industriale dei colori.

Questi si realizzano in grande scala, ed in gran parte costituiscono proprietà brevettata della casa. Oggetto loro sono anzitutto le materie prime ed i prodotti intermediari occorrenti nella fabbricazione dei colori, tra cui primeggia la dimetilanilina che è largamente impiegata nella produzione dei coloranti violetti e verdi, dei coloranti azoici e dei derivati dal tetrametildiamidobenzofenone e del tetrametildiamidodifenilmetano; poi materie coloranti rosse, gialle e aranciate, verdi, azzurre e violette, oltre a quelle grigie, brune e nere.

Sono specialità della Casa, tra le altre, il rosso d'antracene, che nella tintura delle lane dà un colore della natura delle alizarine, ma più resistente alla luce e alla lavatura, onde si impiega nella tintura di stoffe per usi militari in Germania; un sostituto della cocciniglia analogo al precedente e preparato in particolare per la stampa sulle stoffe di lana e di seta, il quale dà tinte superiori a quelle della cocciniglia per la resistenza all'acqua ed alla luce; inoltre una nuova classe di coloranti diretti derivati dal diamide, per la tintura del cotone senza mordente.

La Casa mette parimenti in commercio alcuni prodotti farmaceutici di sua fabbricazione, fra cui è brevettata da essa la malachina, derivata dalla aldeide salicilica e dalla parafenetidina, ed introdotta nella terapia come rimedio antireumatico ed antipiretico.

Per la prova dei colori lo Stabilimento è fornito di una piccola tintoria, dove le nuove sostanze vengono impiegate a tingere materie tessili di ogni natura; piccole macchine a stampare permettono la confezione di campioni di stoffe a colori comunque variati. Per la carta i colori si adoperano a tingere la pasta durante la sua fabbricazione, e lo Stabilimento ha riprodotto in piccola scala tutti gli apparecchi di una cartiera, dove i fogli di modeste dimensioni vengono in pochi minuti confezionati a mano, asciugati sotto i torchi e passati al laminatoio per dar loro un conveniente grado di levigatezza.

Una ricca collezione di campioni di ogni natura porta l'indicazione delle prove a cui essi furono assoggettati, e delle garanzie che li accompagnano e che vengono esibite all'atto delle ordinazioni.

X. — IMPIANTI IDRAULICI ED ELETTRICI
NELLA VALLATA DELL'AREUSE.

La vallata dell'Areuse presso Neuchâtel racchiude in sè uno dei complessi più interessanti di installazioni idrauliche ed elettriche. Per il criterio razionale nella utilizzazione delle forze motrici e per la natura dei sistemi adottati nelle distribuzioni l'escursione, nella quale ci fu guida cortesissima l'ing. Mathys di Chaux-de-Fonds, riuscì altamente istruttiva, non meno che geniale per l'incomparabile bellezza dei luoghi attraversati.

Il fiume cade da Noiraigue a Neuchâtel di circa 230 metri sopra un percorso di circa 20 chilometri. Una prima caduta di 29 metri viene utilizzata pella centrale di Val de Travers, poco a valle di Noiraigue. L'acqua è presa all'entrata delle gole in cui si rinserra la vallata per mezzo di un canale tagliato nella roccia con una lunghezza di 200 metri. La condotta forzata adagiata sul fianco della montagna ha metri 1,60 di diametro e 145 di lunghezza. L'officina è destinata a contenere cinque turbine Girard di Escher e Wyss, da 250 cavalli, con regolatore a servo-motore. Ciascuna comanda mediante un giunto Raffard una dinamo Thury a sei poli, con avvolgimento in serie, capace di produrre una corrente costante di 65 ampère con una tensione variabile fino a 2600 volt. La rete di distribuzione, nella quale, con quattro macchine inserite si può avere una tensione massima superiore a 10,000 volt, è destinata alla distribuzione di energia meccanica ed all'illuminazione elettrica dei Comuni di Noiraigue, Travers-Couvert e Fleurier, ad una distanza massima di 17 chilometri.

L'officina non potè essere visitata dalla comitiva per la brevità del tempo disponibile, ma è perfettamente analoga a quella di Combe-Garrot, descritta più avanti.

L'acqua dell'Areuse uscendo da questa prima officina è ripresa mediante un canale simile al precedente, in modo da utilizzare un salto di metri 52,5 all'officina di Champ du Moulin, dalla quale l'acqua del fiume viene elevata a 500 metri di altezza per l'alimentazione della città di Chaux-de-Fonds e la distribuzione di forza motrice. Le turbine ad asse orizzontale comandano perciò direttamente le pompe a stantuffo, che mandano l'acqua al serbatoio regolatore della pressione; da questo si alimenta la condotta principale.

La terza parte della caduta è utilizzata nell'officina della Combe-

Garrot, che distribuisce l'energia elettrica ai Comuni di Chaux-de-Fonds e Locle. L'acqua è presa mediante un tunnel lungo un km. facente capo alla condotta forzata, che ha m. 1,10 di diametro, 200 di lunghezza, e realizza un salto di 91 metri. L'officina ha posto per nove gruppi di motori generatori da 400 cavalli. Le turbine ad asse orizzontale, costrutte da Escher e Wyss, sono ancora qui accoppiate direttamente mediante giunto Raffard alle dinamo. La regolazione è fatta mediante un albero longitudinale mosso elettricamente ed attraversante tutta l'officina. Il regolatore a forza centrifuga comanda una leva, mediante la quale si innesca la prima ruota di un ingranaggio; da questo viene messo in movimento in un senso o nell'altro l'otturatore.

Le dinamo sono costrutte per una intensità di corrente costante di 150 ampère, e per una tensione che può salire a 1800 volt. Quando l'officina marcerà con otto generatrici a pieno carico, sarà dunque realizzata sulla linea una massima tensione di circa 15,000 volt. Il quadro di ogni dinamo è di un'estrema semplicità, poichè contiene solamente un amperometro, un voltmetro, un regolatore di eccitazione, che permette di inserire una resistenza variabile parallelamente alle spire, e una chiave di corto circuito. Quando si tratta di inserire per cresciuta domanda di energia una nuova generatrice sulla linea, si apre dolcemente l'otturatore della turbina, in modo che questa si metta in marcia con piccola velocità. Regolando questa e l'eccitazione si consegue la corrente voluta nel corto circuito della macchina; questo viene rotto allora estraendo la chiave corrispondente, e la velocità e la eccitazione si regolano in modo da ottenere ai morsetti la tensione che si vuole. Per disinserire una qualunque delle macchine basta togliere l'acqua alla turbina. La velocità diminuisce fino a zero, e se la dinamo rimanesse in circuito, essa tenderebbe a funzionare come motore assorbendo energia elettrica dalla rete e girando in senso contrario. Ma appena si inizia questo movimento entra in funzione un interruttore di sicurezza, il quale mette la macchina in corto circuito. Macchine e quadri sono naturalmente isolati colla massima cura dalla terra; per le macchine servono bulloni attraversanti forti isolatori di porcellana, e per l'accoppiamento colle turbine anelli isolanti del giunto elastico.

La condotta elettrica comprende una linea unica che attraversa in anello chiuso i territori dei due comuni di Locle e Chaux-de-Fonds. Vi sono inseriti in serie esclusivamente motori elettrici per corrente costante del tipo Thury, utilizzati a fornire energia meccanica all'in-

dustria, oppure a produrre corrente per l'illuminazione muovendo una dinamo generatrice per bassa tensione eccitata in derivazione. Generalmente è allora inserita parallelamente alla dinamo una batteria di accumulatori, che vengono caricandosi durante il giorno, e nelle ore di maggior consumo concorrono colla dinamo a sopperire la corrente domandata. Sui circuiti di illuminazione, a due o tre fili, vengono anche intercalati piccoli motori elettrici. I motori in serie hanno isolamento analogo a quello delle generatrici, ed interruttore di sicurezza comandato da un regolatore a forza centrifuga.

Le distribuzioni elettriche di Val de Travers e di Chaux-de-Fonds e Locle costituiscono due degli esempi più rimarchevoli di sistemi in serie ad intensità di corrente costante. L'ing. Thury della Compagnia dell'industria elettrica di Ginevra, che li ha ideati, se ne è fatto strenuo propugnatore, e colle sue costruzioni che funzionano da anni in modo inappuntabile anche in Italia ne ha dimostrata la assoluta praticità. Tuttavia la grande spesa di rame negli impianti che hanno una vasta estensione, ed i pericoli dovuti all'alta tensione della linea fanno oggi in generale preferire i sistemi a corrente alternativa, i quali del resto sono i soli che permettano sopra una unica rete la distribuzione di quantità molto rilevanti di energia.

L'ultima parte della caduta dell'Areuse è utilizzata nella officina di Clées che con un salto di 56 m. fornisce l'energia elettrica alla città di Neuchâtel. La distanza della centrale dalla città è di circa 10 Km. La distribuzione di energia per forza motrice si effettua mediante corrente trifase a 3900 volt; per l'illuminazione mediante corrente monofase. Nella massima parte degli impianti moderni la regolazione della tensione sopra reti trifasi è fatta così bene, da non rendere necessaria questa separazione radicale dei due sistemi almeno quando i motori non sono di una grande potenza; le lampade vengono allora ripartite quanto è possibile uniformemente fra i tre rami della rete.

Le turbine da 300 cavalli sono ad asse orizzontale con introduzione radiale. Gli alternatori della casa Alioth di Basilea hanno l'indotto fisso e l'induttore a poli alternati con una sola spirale di eccitazione, analoghi a quello di Lauffen che ora funziona nella trasmissione dell'energia alla fabbrica di Oerlikon. Un alternatore di riserva può essere adoperato a generare corrente monofase o trifase.

La linea aerea di trasmissione fa capo ai cavi sotterranei, che distribuiscono la corrente ai trasformatori nella città connessi colla

rete di illuminazione e con quella dei motori maggiori. I motori di piccola potenza vengono inseriti anche nel circuito dell'illuminazione, e si mettono in movimento generando un campo rotante provvisorio mediante una corrente derivata di fase spostata. Pel servizio dei trams elettrici sono installati dei convertitori Alioth, che trasformano direttamente la corrente alternata polifase in corrente continua mediante un'armatura a doppio avvolgimento; nei sistemi convertitori più recenti però la dinamo generatrice di corrente continua a 500 volt è mossa da un motore trifase ad alta tensione separato. Parallelamente alle dinamo sono inserite batterie di accumulatori per la regolazione del servizio, e per la continuazione di esso nelle ore di interruzione della stazione generatrice di Clées.

XI. — IMPIANTI IDRAULICI ED ELETTRICI DELLA CITTÀ DI GINEVRA.

Il progetto di utilizzare l'acqua del Rodano per distribuire forza motrice alla città di Ginevra data da quasi trent'anni. Nel 1879 una stazione generatrice a vapore della potenza di 300 cavalli fu costrutta per elevare l'acqua mediante pompe; essa esiste ancora, e funziona raramente come stazione di riserva. Nel 1882 la città di Ginevra ottenne la concessione della potenza motrice del Rodano nel territorio della città. Gli studi, a cui presiedette l'ingegnere Turrettini, furono condotti col doppio intento di utilizzare la forza motrice disponibile e di regolarizzare il livello del lago Lemano. Dei due bracci in cui il fiume è diviso dall'*Isola* fu scelto quello di sinistra come canale industriale colla minor pendenza possibile; quello di destra come canale di scarico a gran pendenza per l'eccesso d'acqua del lago. Soppressi tutti i lavori idraulici precedenti, la separazione dei due bracci fu continuata mediante una diga longitudinale che collega l'estremità dell'*Isola* colla Coulouvrenière, munita di paratoie di scarico tra il braccio sinistro e quello destro, ed in questo il livello dell'acqua a monte venne regolato mediante una diga mobile, tipo Camère. Lo stabilimento delle turbine venne eretto alla Coulouvrenière, in guisa da sbarrare il ramo sinistro del fiume, la cui parte a monte costituisce così il vero canale di presa, e quella a valle, che si riunisce subito col ramo di destra, il canale di fuga. L'edificio è stato costruito per 20 turbine; ma 18 di queste bastano per utilizzare tutta l'acqua del canale di presa. Le turbine, costrutte da Escher Wyss e C. a

Zurigo, sono del tipo Jonval a reazione e della potenza di 210 cavalli effettivi con una velocità di 26 giri al minuto. Hanno tre corone concentriche, di cui solo le due interne munite di otturatore, sistema Laurent-Decker. Esse possono così utilizzare un salto variabile da 3,70 a 1,68 metri, smaltendo un volume d'acqua compreso tra 6 e 13 metri cubi. L'albero di ogni turbina, mediante una manovella, comanda direttamente gli stantuffi tuffanti di due pompe orizzontali a doppio effetto, del tipo Girard, aventi gli assi a 90° tra loro.

Le pompe aspirano direttamente, attraverso ad una condotta di lamiera che ha m. 1,20 di diametro, l'acqua dal lago di Ginevra ad una distanza notevole dalla riva e ad una profondità di 16 metri, e la mandano alle condotte di distribuzione. Di queste esiste una doppia rete; una ha 82 chilometri di sviluppo con diametro di tubi variabile da 4 a 60 cm., e distribuisce l'acqua per gli usi domestici e per gli antichi motori a stantuffo con una altezza di carico di 65 metri rispetto al livello del lago; l'altra ha uno sviluppo di 93 chilometri con tubi di diametro variabile da 4 a 70 cm. e distribuisce acqua a pressione di 140 metri per gli usi domestici in regioni situate a distanza massima di 10 km. e pei motori di maggiore potenza. All'epoca dell'Esposizione di Ginevra nel 1896 erano serviti dalla prima rete 130 motori a bassa pressione, rappresentanti una potenza motrice complessiva di 230 cavalli; dalla seconda 207 turbine ad alta pressione, d'una potenza complessiva di 3000 cavalli.

A mantenere uniforme la pressione nella rete di distribuzione erano originariamente impiegate solo le camere d'aria delle singole pompe, e quattro grandi serbatoi, parimenti in lamiera di ferro, dove l'aria era mandata con uno speciale compressore a due cilindri sistema Colladon. Coll'estendersi della rete si rese necessaria la costruzione di un grande serbatoio della capacità di 12,500 m³ ad aria libera situato sull'altura di Bessinge a 5 chilometri dall'edificio delle turbine. Esso funziona naturalmente da accumulatore dell'acqua durante le ore di minor consumo, permettendo alle pompe di lavorare in condizioni medie di regime costante. Una valvola di sicurezza sistema Faesch e Piccard chiude automaticamente la presa dal serbatoio, se avviene una rottura rimarchevole nella rete. Uno speciale regolatore con pompa centrifuga, mossa da una turbina che ha regolata la distribuzione da un servo-motore, serve a mantenere all'acqua una pressione costante, anche quando venendo essa in copia dal serbatoio perde nella condotta una parte della sua altezza di carico. La pompa centrifuga entrando allora in azione può elevare la pressione di m. 13 di colonna

d'acqua. Se il livello dell'acqua nel grande serbatoio eccede una determinata altezza, ne vien dato elettricamente segnale alla officina generatrice e vengono ivi arrestate le turbine.

L'acqua potabile è venduta a Ginevra in ragione di 48 fr. per litro distribuito in un minuto dalla condotta a bassa pressione; 60 fr. da quella ad alta pressione. L'acqua pei motori durante il giorno è pagata in ragione di 400 fr. per cavallo dai piccoli consumatori, di 140 fr. per consumi non minori di 100 cavalli. Durante la notte l'utilizzazione della forza motrice si avvantaggia di uno sconto di 50 0/0.

In un breve volgere d'anni, e soprattutto dopo l'introduzione della illuminazione elettrica, l'energia disponibile nella officina della Coulouvrenière era destinata ad esaurirsi. Perciò nel 1892 il Consiglio amministrativo fece studiare il progetto d'una nuova stazione di turbine da impiantarsi sul Rodano a 6 chilometri circa di distanza da Ginevra. Fu elaborato il progetto d'una grande centrale elettrica a Chèvres ad 8 chilometri dalla Coulouvrenière, e nel gennaio 1893 fu votata per l'esecuzione dei primi lavori la spesa di 3 milioni; per l'impianto definitivo era preventivata una spesa di 6 milioni. La prima parte dei lavori comprendente tutte le opere idrauliche e l'impianto di cinque turbine fu ultimata entro il 1895. L'edificio per 10 altre turbine fu costruito più tardi, e l'impianto delle ultime turbine e generatrici elettriche si sta effettuando attualmente. Ma poichè anche l'energia totale di 12,000 cavalli, che si rende disponibile così, sarà in breve tempo esaurita, la Città di Ginevra progetta fin d'ora l'impianto di una terza grandiosa stazione generatrice elettrica sul Rodano a valle di Chèvres, nella quale dovrà essere utilizzata una nuova forza motrice complessiva di 13,000 cavalli; meraviglioso esempio di saggia intraprendenza, alla quale Ginevra, come molte altre città della Svizzera, deve in gran parte la sua invidiata ricchezza industriale.

Una diga trasversale, che sbarra tutto il corso del fiume, costituita da grosse pile in muratura e da diaframmi in ferro equilibrati per la manovra con contrappesi, crea a Chèvres in tempo di magra una caduta di 8,50 metri, la massima compatibile colle condizioni precedenti del fiume in modo che il riflusso non si faccia sentire a monte dello sbocco dell'Arve e non turbi il funzionamento delle turbine alla Coulouvrenière. La portata in magra è di circa 120 metri cubi; in piena ordinaria raggiunge 900 metri cubi. Per limitare anche allora il rigurgito a monte è indispensabile aprire in parte la diga; con ciò naturalmente si diminuisce la caduta, la quale d'altronde è già resa minore dal soprelevarsi dell'acqua nel canale di fuga. Così accade a

Chèvres che in piena il salto si riduce a 4,30 metri. In piene eccezionali la portata può superare 1000 metri cubi, onde è indispensabile per smaltirla aprire tutta la diga e arrestare le turbine; il caso però è molto raro. L'estate e l'autunno sono tempi ordinari di piena.

I motori idraulici costruiti da Escher e Wyss sono ancora qui costituiti da due turbine distinte, calettate sullo stesso albero verticale a due livelli differenti. In magra la turbina inferiore agisce da sola utilizzando il salto più grande, e può produrre 1200 cavalli effettivi con un rendimento del 75 per cento. La turbina superiore entra in azione quando cresce la portata, in modo che quando questa è salita da 14 a 21 metri cubi e la caduta disponibile è diminuita da 8,50 a 4,30 metri, la doppia turbina coll'otturatore del tutto aperto può sviluppare circa 800 cavalli con un rendimento di 65 per cento. Un regolatore di precisione con servo-motore ad olio comanda gli otturatori in modo da mantenere una velocità costante di 80 giri.

L'impianto totale colle sue 15 turbine disposte sopra una fronte di 136 metri può sviluppare così in magra 10,500 cavalli, e 12,000 circa in piena.

Le turbine hanno ancora qui il perno di sospensione anulare alla parte superiore, e l'attrito vi è diminuito radicalmente mediante la iniezione di olio in pressione a 15 atmosfere. Anche nel caso di arresto delle pompe l'iniezione è mantenuta da un serbatoio d'aria compressa a 30 atmosfere.

I generatori elettrici sono direttamente montati sugli alberi delle turbine. I primi installati sono del tipo a circuiti fissi ideato da Thury pochi anni or sono, e furono costrutti dalla Compagnia dell'Industria elettrica di Ginevra.

I circuiti indotti erano costituiti da spirali piatte adagiate all'esterno di un grande tamburo di ferro; le due metà di questo costituiscono due corone la cui posizione relativa può essere variata in modo che le spirali indotte dell'una e dell'altra risultino verticalmente sovrapposte, oppure sfalsate per lo spazio di una mezza distanza polare. Sulle due corone fisse sono ancora avvolte le due spirali orizzontali destinate alla eccitazione del campo.

L'induttore è costituito da una campana esterna d'acciaio, mobile coll'albero della macchina, dalla cui superficie interna proiettano a modo di denti i blocchi di acciaio massiccio costituenti i poli. Le variazioni del flusso d'induzione attraverso alle spirali inducono in queste le forze elettromotrici volute, sebbene la direzione del campo resti invariata. La disposizione relativa delle due corone per-

mette di generare colla medesima macchina correnti alternate monofasi, o correnti bifasi spostate di 90°. Le macchine erano state progettate per dare 180 ampère a 3000 volt con una frequenza di 45 periodi per 1". Disgraziatamente la ghisa delle corone fisse conteneva tracce di manganese e sostanze estranee, per la presenza delle quali la sua permeabilità magnetica risultò sensibilmente minore di quella prevista. Accadde così che le macchine non poterono dare sotto carico più di 2500 volt. Occorse, per rimediare all'inconveniente, di dotare le spirali indotte di nuclei laminati di ferro, diminuendo notevolmente l'intervallo d'aria fra le superficie magnetiche, e modificare la forma dei denti per diminuire le correnti parassite. Nel tempo necessario alla riparazione la tensione veniva elevata con trasformatori.

Le macchine più recenti sono state costrutte da Brown, Boveri e C. di Baden, ed hanno l'induttore mobile colla sua corona di poli, portanti ciascuno il proprio avvolgimento nella forma già descritta.

Della corrente generata nella centrale di Chèvres una piccola parte viene utilizzata per industrie elettro-chimiche locali, ed una parte distribuita con fili aerei a reti suburbane.

Ma di gran lunga la maggior parte viene trasmessa a Ginevra. Il gran quadro di distribuzione non era, all'epoca della nostra visita, definitivamente installato, essendo stato il primo disgraziatamente distrutto nel settembre del 1898 da un incendio, occasionato da un corto circuito elettrico, onde vennero pure danneggiate molte macchine; il secondo quadro era in via di costruzione.

La linea di trasmissione, per le difficoltà incontrate nella condotta di fili aerei, venne costituita con quattro grossi cavi di rame nudi, tesi sopra supporti isolanti in un canale sotterraneo, ed annegati in una miscela coibente. Ad ogni chilometro si trovano interruttori di sezione per isolare i punti difettosi. Fili piloti isolati separatamente servono alla misura della tensione di consumo dalla centrale.

La linea si biforca a Ginevra all'entrata del ponte della Coulouvrenière per la distribuzione alle diverse parti della città.

Tuttavia una gran parte dell'illuminazione pubblica di questa è ancora alimentata da impianti speciali, i quali non offrono nulla di veramente rimarchevole.

Una rete di distribuzione a corrente continua ha per generatrici macchine a bassa tensione di Thury, mosse da turbine con regolazione di velocità del tutto costante. La rete è a tre fili ed ogni circuito doppio viene alimentato da due macchine in serie; essa serve la parte mediana della città.

Una rete a corrente alternata ha i generatori mossi da turbine ad alta pressione nello stabilimento stesso della Coulouvrenière, ed alimenta mediante cavi sotterranei i trasformatori; i circuiti secondari hanno anche qui le lampade inserite in sistema a tre fili e si estendono alle parti periferiche della città.

L'impianto dei tram elettrici è a sua volta alimentato da dinamo Thury installate nell'officina della Coulouvrenière, e mosse da turbine ad alta pressione. Queste hanno regolatore con servo-motore del nuovo tipo a scatto dalla casa Faesch e Piccard di Ginevra, il quale per una brusca variazione di carico di 70 0/0 non permette una variazione di velocità maggiore di 4 0/0. Recentemente sono state installate anche delle macchine trasformatrici Alioth per la rete dei tram, alimentate con corrente alternata dalla centrale di Chèvres. Alcune altre sono state aggiunte parallelamente alle dinamo Thury sulla rete a tre fili dell'illuminazione.

Accadendo che l'energia fornita dalla centrale di Chèvres sia insufficiente, si possono far camminare queste macchine convertitrici mediante le turbine, ricavandone corrente bifase; la tensione di questa allora viene elevata mediante trasformatori.

XII. — FERROVIA ELETTRICA DEL SALÈVE.

È la prima ferrovia di montagna munita di dentiera, sulla quale si sia applicata la trazione elettrica. È destinata a mettere in comunicazione con Ginevra i villaggi di Mornex e Monnetier e la località pittoresca di Treize Arbres.

La ferrovia si compone di due tronchi facenti capo a Veyrier e Etrembières e riunentisi a Monnetier-Mairie. In 45 minuti sopra un percorso di 9 chilometri si supera un dislivello di 900 metri; la pendenza massima è 25 0/0, la media 12 0/0 circa, così che sarebbe stato impossibile di costruire la linea a semplice adesione.

La dentiera è di tipo Abt semplice sui tratti di minor pendenza; doppia su quelli di pendenza maggiore. Il minimo raggio delle curve è 35 metri; lo scartamento un metro. Le rotaie colle traversine metalliche e la dentiera costituiscono il conduttore di ritorno per la corrente. Come secondo conduttore serve una rotaia dello stesso tipo Vignoles capovolta, in modo da presentare un largo contatto ai conduttori striscianti; essa è sostenuta a circa 50 centimetri sul suolo mediante aste di ferro con robusti isolatori di porcellana raccoman-

date alle traversine, ed ha opportuni giunti di dilatazione. La corrente è presa mediante due corsoi di bronzo, portati dalla carrozza mediante molle laterali per assicurare il contatto.

Ogni carrozza ha due motori di 50 cavalli, la cui velocità normale è 600 giri, destinati a comandare mediante un ingranaggio di trasformazione col rapporto 13 : 1 il rocchetto che ingrana nella dentiera. La massima velocità sulla linea è di 10 chilometri all'ora. La regolazione di velocità si fa come al solito mediante reostati. Una corrente derivata attraverso a 5 lampade ad incandescenza serve alla illuminazione.

È provvisto per sicurezza sopra i tratti in pendenza rilevante un triplice sistema di freni. Un freno meccanico a vite, le cui mascelle di bronzo agiscono sopra una puleggia scanalata fissa all'albero del motore, non senza abbondante lubrificazione d'acqua; un freno elettrico, che si mette in azione facendo funzionare il motore come dinamo generatrice sopra resistenze che si possono diminuire a piacere; un altro freno elettrico più potente, il quale funziona in casi di estrema urgenza, rovesciando la corrente presa dalla linea nel circuito del motore e produce l'arresto brusco ed immediato del treno.

La stazione generatrice utilizza una caduta di 3 m. dell'acqua dell'Arve mediante turbine Rieter ad asse verticale, direttamente accoppiate con dinamo Thury; essa non ha nulla di particolarmente notevole. Ma la ferrovia elettrica del Salève offre per sè stessa un grande interesse per il sistema di distribuzione della corrente mediante terza rotaia, che può con sicurezza realizzarsi solo sopra linee completamente chiuse, e di cui in Europa non si hanno che pochissimi esempi.

III. — RELAZIONE

sulle gite d'istruzione compiute dagli allievi del corso di Industrie meccaniche.

I. — VISITA AL LANIFICIO BONA IN CASELLE.

Partiti da Torino alle 8,20 dopo un breve viaggio si giunse a Caselle. Una vettura espressamente mandata dal cav. Basilio Bona ci attendeva alla stazione e in pochi minuti fummo allo stabilimento. Appena presentati dal chiarissimo prof. Bonelli all'egregio cav. Bona, ci accorgemmo subito con qual premurosa e preziosa guida si doveva trattare, essendosi l'egregio proprietario offerto di accompagnarci egli stesso e si incominciò senz'altro la visita dello stabilimento.

Si entra da prima in un piccolo laboratorio. Sono i locali della cernita della lana. Il lavoro viene fatto da donne e consiste nella classificazione delle lane di Australia, di Buenos-Aires e di Puglia secondo il grado di finezza di pelo e secondo il grado di sudiciume che contengono. Nello stesso locale altre operaie classificano i ritagli dei tessuti, i cascami di fabbrica ed i resti delle filande per assoggettarli poi ad una seconda lavorazione, colla quale si ricava la lana meccanica.

Da questo locale passiamo in un altro dove stanno ammucchiate grandi masse di lana in fiocco colorata con indaco pronta a passare alla fabbricazione dei panni da militare, che formano una parte importante dei prodotti dello stabilimento.

Entriamo quindi nel locale dove si fa la carbonizzazione del casame delle carde, della borra, del follone e dei residui delle slappolatrici. Questi resti contengono sostanze estranee e specie materie vegetali, delle quali è necessario liberarli per poter ancora utilizzarli per la fabbricazione della lana meccanica. Quest'operazione si fa mettendo queste sostanze in forni a temperatura di 80°.

Le materie così purificate vengono poi lavate entro tini con acqua leggermente alcalina nella quale è disciolta della terra del follone per neutralizzare l'azione della carbonizzazione e dare morbidezza alla lana.

Seguitando nella visita passiamo davanti ai magazzini di carbone per l'alimentazione delle caldaie a vapore e per la produzione di gas illuminante, al piccolo gazogeno ed agli annessi forni di distillazione, all'asciugatoio della lana all'aperto e quindi entriamo nel locale della lavatura. Il lavatoio consta di due caldaie, con agitatori a palette, in cui vi è dell'acqua sodata alla temperatura di 50° centigradi. La lana così lavata e digrassata viene risciacquata in acqua limpida, poi spremuta fra due rulli e quindi portata all'asciugatoio consistente in caloriferi ad aria calda a temperatura di 80° centigradi. In questo, locale vi è pure un idroestrattore a forza centrifuga, con una velocità di 1200 giri, per l'asciugamento della lana.

Procedendo avanti troviamo gli apparecchi destinati alla carbonizzazione delle pezze di panno. Le pezze passano su d'una tela senza fine posta entro una camera parallelepipedica, dove havvi una temperatura di 80° centigradi generata da una corrente di vapore. Questo apparecchio vaporizza ben 800 metri di panno al giorno, e l'operazione si fa all'oscuro, poichè la luce potrebbe influire sui risultati della medesima.

Entriamo quindi in un altro fabbricato dove sonvi i locali destinati alla tintoria. Nel primo si trovano 4 vasche per la tintura della lana in fiocco: sono vasche di due metri di diametro a doppio fondo con l'armatura interna di rame e l'esterna di ferro. Tra le due armature arriva il vapore ad 1½ di atmosfera. Nel locale attiguo si fa la tintura delle pezze di panno. La pezza viene prima lisciviata in un bagno mordente di terra saponaria e poi portata da rulli consecutivamente entro e fuori a bacini che contengono il bagno di tintura. Durante la nostra visita si tingeva in indaco ed abbiamo saputo che sono necessarie 10 ore per ottenere un buon panno tinto. Nello stesso ambiente si lava entro una caldaia la lana tinta per la ricuperazione dell'indaco in eccesso di tintura.

Passiamo quindi nei locali del mordenzaggio della lana che viene fatto entro vasche contenenti soluzioni di bicromato potassico, o di acido solforico, o di solfato di rame a seconda del colore della tinta.

La lana che veniva così preparata per la tintura era composta di matasse di filati, le quali prendevano all'escire dal bagno un bell'aspetto giallognolo; da questo bagno venivano portate alle caldaie di tintura dove dovevano restare un'ora e mezza.

Passata così in rassegna la preparazione e la tintura della lana, si venne ai locali per la filatura e tessitura.

Osserviamo da prima una macchina composta di due cilindri

prenditori, muniti di punte, la quale lacera i ritagli dei tessuti, riducendoli in fiocchi, che serviranno alla lavorazione della lana meccanica. Più oltre vediamo l'operazione della oliatura della lana con oleina, fatta a mano sul pavimento del locale oppure meccanicamente, mediante una macchina speciale.

Seguono tre carde sistema Débets: una per lana corta e l'altra per lana lunga; la terza carda, chiamata *la continue*, dà uno stoppino già pronto ad essere portato alle filatrici.

Nello stesso locale vediamo macchine di filatura e di tessitura, una slappolatrice per la pulitura della lana cardata, operazione che sussegue l'operazione della battitura o sfioccamento della lana, ed alcune macchine per ritorti.

Usciti da questo locale, si visitano le due turbine Girard: una della forza di 65 cavalli e l'altra di 25. Da questi motori la forza viene portata ai vari laboratori dell'intero stabilimento mediante trasmissioni telodinamiche.

Si visitano quindi i magazzini dei filati e dei tessuti, dove ci vengono fornite spiegazioni sulla qualità dei filati, titolo, provenienza, ecc., e dove potemo osservare tutti i prodotti della casa, come panni per militari, per alpinisti, stoffe di lusso per uomini e per donne, flanelle, coperte di lana, ecc.; un vero assortimento di tessuti in lana, col vasto commercio dei quali il cav. Bona onora il Piemonte industriale, vincendo la concorrenza delle stoffe estere per confezione e prezzo.

Visitata poi la piccola fabbrica di sapone, si passò in un altro vasto fabbricato destinato alle varie operazioni di apprestamento dei tessuti. Si osservano per prime le garzatrici della stoffa con garzatoi formati da fiori di carde, poi le cimatrici meccaniche per tagliare i peli del tessuto sollevati dalla garzatura, e per renderli di uniforme lunghezza. Vediamo quindi l'operazione della follatura, che si fa subire ai tessuti per feltrarli, e che si fa con gualchiera entro bacinelle contenenti una soluzione di soda. Dalla macchina per follare il panno passa alla lavatura e quindi all'asciugamento sopra cilindri stenditori, dai quali la stoffa viene stirata per compensare il ritiro subito nella follatura. In questo locale poi vi sono operaie che eseguono la mollettatura delle pezze, la quale operazione consiste nell'asportare mediante pinzette tutti i nodi, le estremità sporgenti dei fili e le altre imperfezioni del tessuto.

Lasciando questo locale si passa nella sala delle calandre per la pressatura del tessuto e del successivo *décatissage* o dislustratura,

poichè la calandra dà al tessuto un lucido che sparisce colla dislustratura, che si fa ponendo il tessuto su cilindri bucherellati entro cui vi entra vapore. A questo scopo si usano anche le presse idrauliche, e se ne videro parecchie in funzione, dove il tessuto viene piegato tra cartoni lisci e lastre di metallo scaldate col vapore. È però un'operazione lunga, dovendo essere ripetuta varie volte prima di ottenere una buona lustratura senza guastare il panno nei ripieghi attorno i cartoni.

Per ultimo si visitò il fabbricato delle caldaie per la produzione del vapore necessario all'apprestamento delle stoffe, alla tintoria ed all'alimentazione di un motore Sulzer, della forza di 100 cavalli; ed infine l'impianto di una ruota idraulica a cassetta sussidiaria, la quale utilizza un salto dell'altezza di m. 4,50.

Prima di finire l'ingrato compito di guida, il cortese proprietario ci condusse nel suo studio, dove finì di completare le notizie dateci sul suo stabilimento, e ci offrì, in memoria della visita, alcune tabelle da lui composte sui diagrammi del titolo dei filati ed una gamma dei colori d'indaco per la graduazione della tinta per i panni dei militari.

II. — VISITA ALLA CARTIERA ITALIANA DI SERRAVALLE SESIA.

Bene accolti fummo in questa nota fabbrica di carta, la cui produzione media giornaliera è di 300 Ql. di ogni qualità; dalla carta da stampa a quella più fina da lettera, da quella da disegno e registri alla *pelure* con colla o senza per sigarette, dai cartoncini bristol alle carte filogranate, non tenendo conto delle carte a preparazione speciale, come quelle per eliografie, quelle paraffinate e ceresinate, quelle uso americano per illustrazioni di lusso, ecc.

La forza motrice è fornita da un canale derivato dalla Sesia e della portata di m³ 6. Esso sviluppa in tre salti, dell'altezza complessiva di 25 metri, 2000 cavalli idraulici per mezzo di 18 turbine di diversi sistemi.

Per l'asciugamento della carta e per altre operazioni richiedenti vapore sono state installate, in tre batterie distinte, 15 caldaie Cornovaglia della complessiva superficie riscaldata di m² 900. In caso di deficienza d'acqua, le stesse caldaie servono anche per alimentare una motrice Sulzer compound di 400 cavalli-vapore.

Lo stabilimento dà lavoro a 3000 operai ed attualmente tratta il solo straccio.

Appresi questi dati d'indole generale, si fece una rapida visita a tutto lo stabilimento cominciando dai grandi magazzini di stracci, dove notammo diversi spolverizzatori, il luogo di cernita ed una macchina americana pel taglio dei cenci.

La lisciviatura viene operata da 10 lisciviatoi, in parte cilindrici ed in parte sferici, della capacità di metri cubi 7 ciascuno.

Dalla lisciviatura gli stracci vengono passati alla lavatura e sfilacciatura, indi alla imbiancatura e per tali operazioni la cartiera possiede 46 pile olandesi lavatrici e sfilatrici e 14 imbiancatrici.

Da queste macchine si ottiene la *mezza pasta* bianchissima, la quale viene poi fatta sgocciolare in apposite vasche.

Si procede poi alla preparazione della pasta atta a fare la carta, cioè alla composizione delle paste, alla raffinatura, collatura ed eventualmente alla colorazione, ed a tale scopo sono impiantate 60 pile olandesi fra mescolatrici e raffinatrici.

La collatura viene fatta con colla vergine ed alla colorazione viene fatta precedere l'operazione del mordenzaggio con allume.

Tutte queste macchine preparatrici della pasta corrispondono a parecchi tini per la lavorazione a mano; a nove macchine continue, e a due macchine in tondo per la lavorazione delle carte a manomacchina. Da queste si ottiene la carta che però ha ancora bisogno di essere allestita e finita, e per queste ultime operazioni sono impiantate 24 caldaie per la cilindratura, 14 regolatrici Brisfard, diverse tagliatrici Verny, piegatrici, ecc.

La cartiera possiede pure una fabbrica completa di buste, nella quale vi sono ingegnose macchine per la confezione di esse. Questa fabbrica è capace di una produzione giornaliera di 300,000 buste.

Notammo pure un laboratorio per quaderni con una macchina per quaderni calligrafici Boscary e una tipografia e litografia.

BALLERIO MARIO.

BRUSA ANDREA.

FEPE ANTONIO.

SACERDOTI GUIDO.

TRUFFO ANTONIO.

IV. - RELAZIONE

sulle gite d'istruzione compiute dagli Ufficiali della R. Dogana che frequentarono il corso d'istruzione teorico-pratico presso il R. Museo Industriale Italiano.

I. - VISITE A STABILIMENTI MECCANICI.

Gli Impiegati doganali, che frequentarono il corso di istruzione presso il Regio Museo Industriale, per la parte del corso che riguarda le macchine e le merci metalliche completarono le nozioni apprese nelle lezioni orali con varie visite ad alcuni stabilimenti industriali.

Tali visite ebbero luogo nei giorni 4 e 5 settembre a Milano sotto la guida del sottoscritto.

Gli stabilimenti che furono visitati sono i seguenti:

Gadda e C°, fabbrica di dinamo ed apparecchi elettrici — Miani e Silvestri, officina di costruzioni in ferro e materiale per ferrovie — Fonderia Milanese di acciaio.

Nello stabilimento Gadda e C° si esaminò minuziosamente ogni specie di macchine elettriche, sia per corrente continua che alternata, trasformatori, materiali isolanti, e tutti gli accessori elettrici usati negli impianti.

I signori Impiegati doganali ebbero campo di formarsi un concetto preciso della forma di questa specie di macchine non solo, ma anche di ogni parte staccata di esse e dei trasformatori, in modo da poter agevolmente riconoscerne qualunque parte, anche se presentata separatamente e senza avvolgimenti.

Furono guide premurose ed instancabili in questa visita il direttore ing. Banfi e l'ing. Pagani, i quali ci furono larghi di schiarimenti e spiegazioni con eccezionale cortesia.

Nello stabilimento Miani e Silvestri ci fu guida lo stesso ingegnere Silvestri, il quale ci condusse attraverso ad ogni riparto della grandiosa officina, nulla tralasciando che ci potesse interessare.

Si esaminarono i vari procedimenti di fucinazione del ferro e le successive operazioni di tracciamento e lavorazione. Si ebbe campo di osservare una grande e svariata quantità di materiale ferroviario, sia fisso che mobile, e la lavorazione che tale materiale riceve per il suo impiego.

Fu pure di molta utilità il poter vedere in azione una numerosa e svariata quantità di macchine utensili per la lavorazione dei metalli e dei legnami, che permise di meglio apprezzare lo scopo di ciascuna di esse e fissarne perciò nella memoria le caratteristiche.

La grandiosità dell'officina avrebbe richiesto un più lungo e minuzioso esame, ma la ristrettezza del tempo concesso a questa gita non ce lo permise.

Le poche ore ivi passate furono per altro feconde di moltissime cognizioni, grazie specialmente all'interesse col quale il sig. ingegnere Silvestri ci accompagnò nella rapida escursione.

La visita alla Fonderia Milanese di acciaio ebbe per i signori Impiegati doganali una importanza eccezionale.

Infatti trattavasi, non solo di acquistare nozioni sopra i metodi di produzione dell'acciaio, ma anche, e principalmente, di imparare a distinguere ai caratteri esterni i getti di ghisa da quelli di acciaio, questione talvolta assai difficile anche per chi è versato in metallurgia, e che ben sovente dà luogo a controversie nell'applicazione della tariffa.

Tale scopo fu pienamente raggiunto nella visita a detto stabilimento, che occupò l'intera giornata del 5 settembre, e ciò grazie alla competenza, alla cortesia ed alla premura grandissima dei signori ingegneri Vanzetti e Bertelà, i quali posero a disposizione tutti i mezzi necessari e diedero tutte le indicazioni, che potevano recar luce nella soluzione del non facile problema.

I signori Impiegati doganali poterono assistere a varie colate del convertitore Robert e formarsi un concetto esatto della produzione dell'acciaio con questo metodo, della preparazione delle forme e della fondita dei getti.

Inoltre ebbero agio di rendersi intima ragione della differenza fra i getti di acciaio, nè dolce, nè duro, e quelli di ghisa acciaiosa, saggiandone alcuni esemplari col martello, collo scalpello e colla lima, ed asportandone numerosi campioni, che dagli egregi ingegneri sopra nominati furono appositamente fatti preparare.

Il venerdì, 15 settembre, ebbe infine luogo una visita all'Emporio Meccanurgico Ansaldo e C^a in Torino, dove si esaminò la ricca e completa raccolta di macchine a vapore, macchine idrauliche, macchine utensili, ecc., ivi esposta.

Così ebbero termine le gite di istruzione per questo ramo dell'insegnamento del corso pratico per gli Impiegati doganali, gite che riuscirono certamente molto utili ed istruttive, non ostante la ristret-

tezza del tempo ad esse concesso; di ciò va dovuto in gran parte il merito al personale tecnico degli stabilimenti visitati che con estrema premura, con spontanea gentilezza e con rara competenza si mise a nostra disposizione.

Lo scrivente ha altrove rilevata l'importanza e l'utilità di queste gite di istruzione, ed esprime di nuovo il desiderio, che esse abbiano ad assumere negli anni venturi anche maggiore importanza.

Ing. CARLO BACCI.

Torino, 30 settembre 1899.

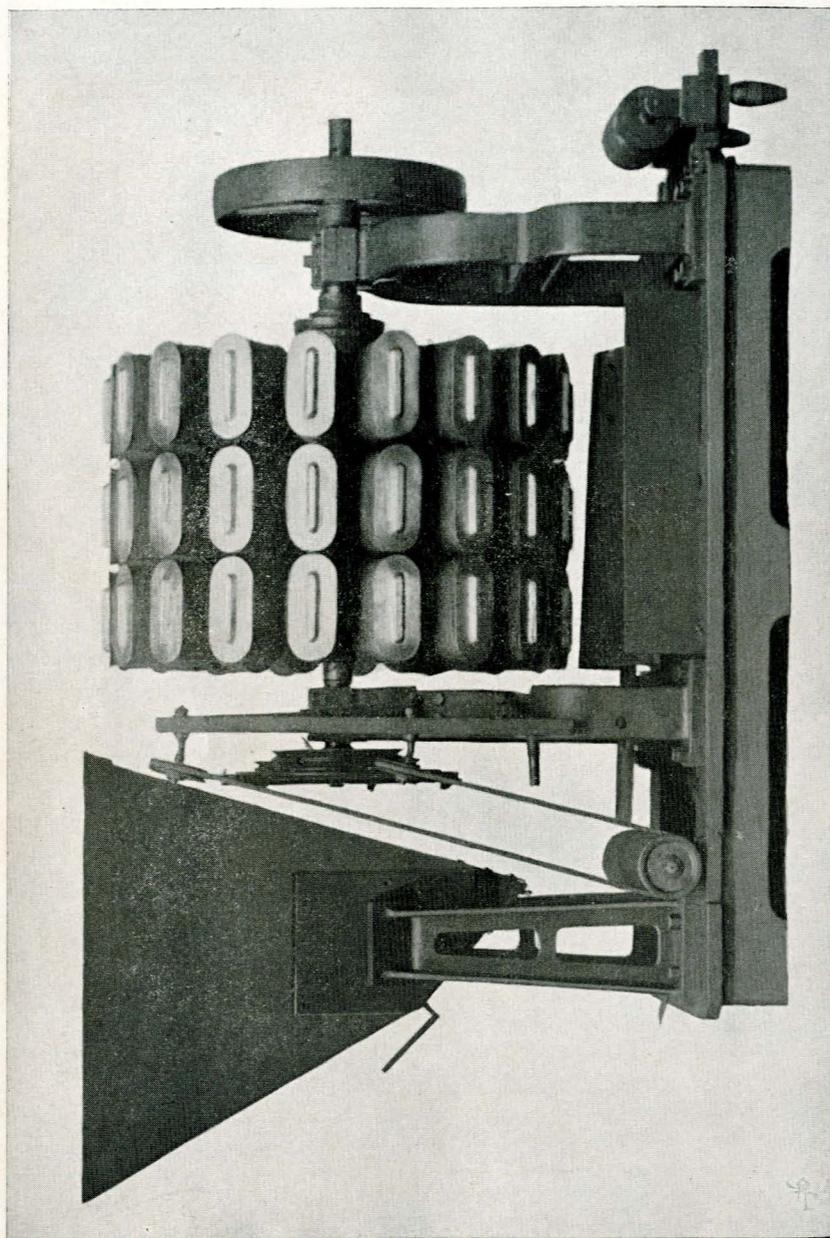
II. — VISITA AL LANIFICIO BONA IN CARIGNANO.

A complemento delle cognizioni ricevute durante il corso, i signori Impiegati doganali vennero accompagnati a visitare, oltre varî stabilimenti in città, la grandiosa fabbrica di pannilana dei signori cav. Battista e cav. Eugenio Bona, sita in Carignano. Ricevuti colla più squisita cortesia dai signori proprietari del lanificio, furono quindi dal signor cav. Eugenio guidati attraverso ai numerosi laboratori, a partire da quello delle lane greggie sino a quello dei panni pronti per la spedizione. Fermandosi ad ogni macchina od operazione l'egregio signor cav. Bona dava minute spiegazioni e ragguagli su esse; ed oltre a dare chiara soddisfazione alle molteplici domande che gli erano rivolte, si compiacque ancora di richiamare l'attenzione dei visitatori sulle cose poco apparenti, ma assai importanti, illustrandole con minute spiegazioni. Questa visita occupò tutta la giornata, interrotta soltanto dall'ora della refezione, alla quale l'intelligente industriale, che colle sue premurose attenzioni si era attirata la simpatia di tutti i visitatori, volle cortesemente invitarli nella sua graziosa palazzina.

Questa visita lasciò in tutti un caro ricordo, sia per le molte ed interessanti cose vedute e per le cognizioni raccolte, sia per la squisita cortesia dei signori Fratelli Bona.

Prof. Ing. CESARE THOVEZ.

Torino, 3 ottobre 1899.



La Cernitrice elettro-magnetica di QUINTINO SELLA.

La CERNITRICE ELETTRO-MAGNETICA di QUINTINO SELLA

Notizie raccolte da ALFONSO COSSA

incaricato dell'insegnamento di Chimica mineraria.

L'egregio signor Shenton, recente acquirettore delle miniere di ferro e di rame di Traversella, che erano di proprietà della nobile famiglia Riccardi di Netro, nel prendere possesso del nuovo acquisto vi trovò fuori d'uso da parecchi anni ed in cattiva condizione di conservazione alcuni esemplari d'un apparecchio elettro-magnetico, ideato dal compianto Quintino Sella, per separare il minerale di rame da quello di ferro. Per mezzo dell'avv. Vittorio Alessio, egli offerse in dono uno di questi apparecchi, rimesso a nuovo per cura del meccanico Martina, al R. Museo industriale di Torino. Il comm. avv. Frola, benemerito Presidente della Giunta direttiva di questo Istituto, gradì l'offerta; ed ora l'apparecchio del Sella, dopo avere figurato molto opportunamente alla recente Esposizione elettrotecnica di Como, arricchisce le collezioni del Museo industriale, dove sarà religiosamente conservato, come un importante cimelio dei primi e più ingegnosi tentativi dell'applicazione dell'elettricità all'industria mineraria.

Il comm. Frola mi onorò dell'incarico di raccogliere intorno all'apparecchio del Sella la maggior somma possibile di notizie e di farne una brevissima descrizione. Accettai con grato animo questo incarico, perchè esso mi porge l'occasione di completare lo studio che sulla vita e le opere scientifiche dell'eminente statista e scienziato italiano ho pubblicato già da molti anni (1).

* * *

Fino a verso la metà del secolo morente la miniera di magnetite di Traversella veniva coltivata con buon successo. Duecento operai

(1) *Sulla vita ed i lavori scientifici di Quintino Sella* - Roma, 1885.

scavavano annualmente circa 50 mila quintali di minerale, che era venduto allo stato greggio alle magone dell'alta valle d'Aosta.

In alcuni punti il deposito di magnetite si trova inquinato da pirite ramosa, la quale, come è noto, toglie gran parte del suo valore al minerale di ferro. Era d'altronde prevedibile che questo minerale non avrebbe potuto utilmente essere lavorato coi soliti metodi per estrarne il rame, a motivo della piccola quantità di questo metallo, che oscilla tra il 2,5 e il 3 per cento. Infatti la *Società Piemontese*, che aveva impiantato due forni a manica ed un forno di affinazione, dopo pochi mesi d'esercizio dovette sospendere ogni lavoro.

In queste circostanze il conte Ernesto Riccardi di Netro, uno dei proprietari della miniera di Traversella, si rivolse nel 1854 al giovane ingegnere delle miniere Quintino Sella perchè studiasse il modo di attuare economicamente la separazione della magnetite dal minerale di rame. Questa separazione non poteva ottenersi coll'ordinaria cernita a mano, perchè la calcopirite è troppo intimamente mescolata colla magnetite; e nemmeno era possibile di conseguire lo scopo desiderato collo *slizzo*, giacchè è troppo piccola la differenza tra i pesi specifici dei due minerali.

Il Sella concepì per il primo l'idea di superare queste difficoltà approfittando della proprietà magnetica del minerale di ferro, ed immaginò molto ingegnosamente un apparecchio di separazione basato sul principio delle elettro-calamite o calamite temporarie. Le esperienze, eseguite sulla fine dell'anno 1854 con una piccola macchina costruita dal Sella, lo invogliarono ad applicarla su vasta scala ed a modificarla in modo da eliminare i pochi inconvenienti notati nei primi tentativi. Avendo il Sella ottenuto per questa sua invenzione nel 19 luglio 1855 un brevetto di privativa per la durata di 15 anni (1), si recò a Parigi per commettere all'abile costruttore Froment un apparecchio composto di 48 magneti temporanei, capace di trattare giornalmente varie tonnellate di minerale. Ma colà giunto osservò all'Esposizione universale un apparecchio analogo a quello da lui ideato e costruito dallo stesso Froment per commissione di

(1) Attestato di privativa (n. 98) per anni 15 a cominciare dal 30 settembre 1855 rilasciato al signor Quintino Sella a Torino per una applicazione di un principio scientifico alla preparazione meccanica di minerali contenenti magnetite.

Descrizione delle macchine e procedimenti per cui vennero accordati attestati di privativa in conformità alla legge 12 marzo 1855 - Torino 1855, tipografia Marzorati, vol. I, puntata 2^a, pag. 151.

Chenot, il quale lo fece costruire coll' intenzione di valersene per separare dalle scorie il ferro spugnoso ottenuto con un suo metodo speciale, che consisteva nel trattare i minerali di ferro con ossido di carbonio (1).

Pertanto l'idea prima d'introdurre nelle operazioni metallurgiche le cernitrici fondate sulle proprietà delle elettro-calamite, è comune tanto a Sella quanto a Chenot. Però diverso era lo scopo; giacchè, come risulta evidentemente dalla descrizione del brevetto di privativa, l'apparecchio del Sella era destinato a separare due minerali uno dall'altro, aventi presso a poco la stessa densità; mentre quello del Chenot aspirava ad un intento, il quale fu assai meglio raggiunto coi soliti mezzi meccanici, essendo molto diversi tra loro i pesi specifici del ferro ridotto e delle scorie carboniose (2). Però i figli di Chenot, considerando l'importanza dell'applicazione indicata dal Sella, un anno dopo, e precisamente il 7 luglio 1856, presero un attestato di privativa non solo per l'elettrocernita del ferro spugnoso, ma anche per la separazione dei minerali naturali (3).

Inoltre a constatare il merito e l'originalità dell'invenzione del Sella basta aggiungere che il commutatore, che è la parte più importante della macchina cernitrice, come quella destinata a rendere alternativamente attive ed inerti le elettro-calamite, ideato dopo molti studi dal Sella, è di gran lunga superiore a quello di Chenot, e ciò è tanto vero, che il Froment, non esitò ad adottarlo esclusivamente per le cernitrici elettro-magnetiche che egli ha in seguito costruito.

* * *

La cernitrice elettro-magnetica Sella si compone di due o più anelli avvolti sopra un tamburo cilindrico. Secondo i raggi di questi anelli sono disposte dodici coppie di piccoli cilindri di ferro dolce, che costituiscono le elettro-calamite, che sono attivate o rimangono inerti,

(1) Rapports du jury international sur l'exposition universelle de 1855 — Rélation de M. Callon sur l'art des mines et la métallurgie — Paris 1856, pag. 25.

Perfectionnements dans la fabrication de l'acier, du fer et des différents alliages fondus, soudés ou montés, par M. C. A. B. Chenot — Le technologiste, tome XVIII. pag. 67 — Paris 1856.

(2) Ed. Grateau. Mémoire sur la fabrication de l'acier fondu par le procédé Chenot — Paris 1856.

(3) Specification of A. L. and E. C. Chenot — Improvements in sorting ores, or separating metals from each other, and from certain combinations with other substances — Published at the great seal office — London 1857.

secondo che i denti del commutatore si trovano o non in contatto con la lamina che conduce la corrente elettrica. Il tamburo gira attorno al proprio asse disposto orizzontalmente e parallelamente a quello sopra il quale si muove una tela continua, che porta il minerale. Nello stesso tempo che l'asse del tamburo imprime alla tela un movimento continuo, imprime pure un movimento alternativo ad una piccola tavoletta che distribuisce sulla tela il minerale, che cade gradatamente da una tramoggia.

Si trova una descrizione molto particolareggiata della cernitrice elettro-magnetica del Sella in una importante memoria pubblicata dal professore ingegnere Gaetano Burci nel 1860 (1), ed è appunto da questa memoria che io ho attinto la massima parte delle notizie che ho qui compendiate.

Il conte Ernesto Riccardi di Netro, visti i buoni risultati delle esperienze preventive fatte colla cernitrice Sella, deliberò di adottarla per il trattamento del minerale misto di ferro e di rame nella sua miniera di Traversella, e ne affidò l'impianto di tre al poc'anzi nominato ingegnere Burci, il quale vi introdusse un miglioramento che consiste nell'aver disposto l'apparecchio in modo che basti una sola passatura sulla tela per ottenere una sufficiente separazione dei due minerali, mentre nell'apparecchio non modificato ne occorre almeno tre. Ciascuna delle macchine Sella poteva lavorare giornalmente otto tonnellate di minerale, e la spesa necessaria per sviluppare la corrente elettrica ottenuta con pile di Bunsen non oltrepassava lire 1,50. L'effetto che si ottiene è di concentrare nella quinta parte del minerale misto, i solfuri di rame, che contengono una quantità di metallo variabile dal 10 al 12 per cento; il minerale così arricchito poteva essere vantaggiosamente trattato in seguito coi soliti metodi di riduzione.

Questa cernitrice elettro-magnetica figurò all'Esposizione nazionale che si tenne a Torino nel 1858 nel Castello del Valentino, dove tre anni dopo per opera principalmente di Quintino Sella fu insediata la prima scuola italiana di applicazione per gli ingegneri (2). Successivamente un modello dell'apparecchio Sella fu pure esposto e pre-

(1) L'elettricità applicata alla preparazione meccanica del minerale di rame estratto dalla miniera di Traversella — *Nuovo Cimento*, vol. XII, fascicolo di luglio-agosto 1860. Pisa 1860, Tip. Pieraccini.

(2) Relazione dei Giurati dell'Esposizione nazionale dei prodotti delle industrie seguita nel 1858 in Torino. Torino 1860. Relazione dell'ingegnere deputato Despina, pag. 51.

miato con medaglia d'oro all'Esposizione internazionale di Londra del 1862 (1).

Da una lettera, cortesemente comunicatami, diretta dall'avvocato Alessio al comm. Frola, risulta che le cernitrici elettro-magnetiche Sella continuarono a funzionare con buon esito a Traversella fino a dieci anni circa or sono, quando il proprietario della miniera conte Riccardi si indusse ad affittare la miniera a persona male pratica, la quale dopo l'esperimento di pochi mesi lasciò tutto in abbandono e in cattive condizioni.

L'esempio dato dal Sella di applicare l'elettricità al trattamento preliminare dei minerali metallici, fu ben presto imitato! Cernitrici elettro-magnetiche di vario modello ben presto si diffusero approfittando dei continui e grandi progressi dell'elettro-tecnica. Chi ha avuto l'occasione di ammirare nella galleria dell'elettricità nell'esposizione nazionale di Torino del 1898, la cernitrice ideata ingegnosamente dall'ing. Ferraris per la lavorazione delle calamine ferruginose di Monteponi e la confronti colla macchina inventata più di quaranta anni fa dal Sella, potrà formarsi un concetto giusto dell'immensità di questi progressi. Ma i progressi verificatisi in un'applicazione industriale, per quanto essi sieno grandi, nulla tolgono al merito di chi per primo concepì l'idea di questa applicazione e seppe ingegnosamente attuarla.

(1) Relazione dei Commissari speciali italiani all'Esposizione internazionale di Londra del 1862. Vol. I, pag. 13. Relazione del comm. Giulio Curioni, segretario del R. Istituto lombardo di scienze, lettere ed arti.

Sulla mineralogia e metallurgia del ferro. Torino 1864.



riato con medaglia d'oro all'Esposizione internazionale di Londra del 1883 (1).

Da una lettera, cortesemente comunicatami, diretta dall'Avvocato Alessio al comm. F. Toft, risulta che la centrale elettro-magnetica della costruzione a l'anziano con buon esito a traversarla fino a dieci anni or sono, quando il proprietario della miniera, conte Richard si indusse ad affittare la miniera a persona maie pratica, la quale dopo l'esperienza di pochi mesi lasciò tutto in abbandono e in cattive condizioni.

L'esempio dato dal Sella di applicare l'eletticità al trattamento, e l'esperienza del minerale metallico, fu ben presto imitato. Correnti elettro-magnetiche di vario modello ben presto si diffusero, eppure il modo dei continui e grandi progressi dell'elettro-tecnica. Qui ha avuto l'occasione di esaminare nella galleria dell'eletticità all'Esposizione nazionale in Torino del 1883, la centralina ideata ingegrosamente dall'ing. Ferraris per la lavorazione delle calamine ferruginee di Montepioni e la centralina colla macchina inventata più di quaranta anni fa dal Sella, potrà formarsi un concetto giusto dell'importanza di questi progressi. Ma i progressi verticosi in un'applicazione industriale per quanto essi siano grandi, nulla valgono al merito di chi per primo concepì l'idea di questa applicazione e seppe ingegnerosamente attuarla.

(2) Relazione dei Commissari italiani all'Esposizione internazionale di Londra del 1883, Vol. I, pag. 12. Relazione del comm. Galio Curioni, segretario del R. Istituto lombardo di scienze, lettere ed arti.

Sulla mineralogia e metallurgia del ferro, Torino 1881.

...

...

...

CONFERENZE

SULL'INDUSTRIA DELLA CARTA

tenute presso il Regio Museo Industriale Italiano
dal prof. Ermenegildo Rotondi,
assistito per la parte pratica dal dott. Gianotti.

Parole pronunciate dal Presidente, on. Secondo Frola, inaugurando il corso delle Conferenze.

Signori,

Prima che il prof. Rotondi tratti, con quel valore che tutti gli riconoscono, l'argomento che costituisce oggi il tema delle Conferenze, a me spetta come Presidente un dovere, quello cioè di porgere a tutti voi intervenuti una parola di ringraziamento per l'onore fatto al Regio Museo: il vostro intervento in tema così arido, ma pur così importante, dimostra il risveglio che va accentuandosi nel nostro paese nel ramo economico, nel ramo industriale, in quella parte positiva degli studi che tanto influisce sulla prosperità di un popolo.

Questo è il più gradito degli incoraggiamenti che può essere dato all'Istituto, che mi onoro di rappresentare; il quale, conscio dei suoi doveri, non tralascia di adoperarsi con tutto lo zelo per il vantaggio della scienza, dell'industria e del commercio.

Ed ora poche parole d'introduzione.

Fra gli scopi che in questi ultimi anni si prefisse il R. Museo nelle molteplici e svariate sue esplicazioni, tutte dirette allo scopo di serio indirizzo pratico negli studi, vi fu precipuamente quello di istituire quei gabinetti, quei laboratori, che non esistendo ancora in Italia, pur corrispondono allo sviluppo, al vantaggio di fiorenti industrie italiane: con ciò un duplice scopo, di porgere cioè non solo un aiuto allo sviluppo moderno della scienza, ma anche di portare un vero vantaggio all'industria; per tacere di altre istituzioni, si provvede a quella del Gabinetto di assaggio delle carte, reclamato dalle necessità del commercio, dallo stato della nostra industria cartacea, da molti rapporti del vivere civile.

Coadiuvato, efficacemente dalla Camera di commercio, approvato in quest'indirizzo dal Governo, il R. Museo ha provveduto a tale impianto onde gli esami microscopici, chimici e dinamici procedessero nel modo il più sicuro e gli argomenti tutti che a ciò si riferiscono ottenessero il miglior svolgimento.

Boccardo già accennava nel suo primo libro sul commercio e sull'industria, che la fabbricazione della carta è una di quelle che meglio servono a dimostrare la potenza dell'umano lavoro, il quale, impadronendosi d'una materia prima di niuno o di poco valore e di nessuna apparente utilità, la trasforma con metodi semplicissimi in un prodotto che i progressi industriali hanno bensì permesso di ottenere a buon mercato, ma che rende per ciò stesso i più grandi servizi, e recentemente uno scrittore francese, in una splendida monografia nella *Revue des deux Mondes*, pone la carta tra i più grandi meccanismi della vita moderna: ed invero pur prescindendo dagli oggetti di ornamento, di consumo, di indumento, di abitazione, di divertimento, nei quali i Cinesi e Giapponesi ci sono maestri, a quanti rapporti essa non dà luogo nel campo finanziario, giuridico, nel commercio, negli studi storici, nella compilazione dei documenti e nella loro conservazione?

Però il gran uso della carta fece sì che si pensasse ad altre materie prime, ai succedanei della carta, anche per la scarsità e prezzo della principale di quelle; ma l'impiego di diverse materie prime, tutte non confacenti allo scopo, fece risorgere la necessità di avere una carta più robusta, più forte.

Di più collo sviluppo della stampa nel modo che tutti conoscono, coi progressi della scienza, le preoccupazioni crescono ed il pensiero umano corre veloce secondo i capricci del gusto; è aumentato il numero di chi legge e di chi scrive, ed i libri d'oggi si succedono a quelli di ieri in tanta copia e con tale rapidità, che sarà impossibile che i lavori, le idee presenti possano essere tutte ricordate dalle generazioni future.

Accresciuto a dismisura l'uso della carta e contemporaneamente essendosene abbassato il costo, che è il massimo dei pregi all'occhio del consumatore, è naturale che essa abbia perduto in qualità, in bontà e specialmente in durata.

Ora la minor durata della carta è argomento che deve destare serie inquietudini, donde uno degli scopi importanti dei nostri studi, delle nostre investigazioni, cercare la maniera di conservare, nel modo migliore e per il più lungo tempo possibile, il pensiero italiano dei tempi moderni.

Ecco gli argomenti tutti che io abbozzai e che verranno svolti con quella cura, con quell'amore che la loro importanza richiede; con quella cura, con quell'amore che ogni cittadino italiano deve prefiggersi, il bene del nostro paese, l'incremento della nostra industria, il vantaggio del nostro commercio.

Così il Regio Museo Industriale Italiano, che tra breve in più spirabile aere potrà trasportare le sue aule ora troppo ristrette, assurgerà a vera Università Industriale, a lustro e decoro della patria nostra, rivendicandole quella fama che già l'Italia aveva nei commerci, nell'industria. Emancipata così dall'estero essa potrà dimostrare che col volere, ammaestrata da secolari storiche tradizioni, collo studio può anche oggidì assidersi tra le grandi nazioni, nell'arringo del progresso intellettuale, scientifico e industriale.

SUNTO DELLE CONFERENZE

SOMMARIO — *Controllo delle carte e metodi per eseguirlo - Processi d'incollatura della carta - Nuove applicazioni del celluloso - L'elettricità nell'industria della carta.*

L'impiego sempre crescente dei succedanei agli stracci nella fabbricazione della carta, l'introduzione di macchine perfezionate per la formatura e rifinitura della stessa, fecero sì che si trovano oggidì in commercio delle carte che all'apparenza sembrano di buona qualità, ma che non soddisfano punto ai requisiti indispensabili per la conservazione degli scritti e stampati. Da ciò la necessità del controllo delle carte destinate agli atti pubblici e per la conservazione degli archivi.

Tale controllo è anche reclamato dalla maggioranza dei fabbricanti di carta, potendosi solo con esso rendere possibile una leale concorrenza nelle forniture alle pubbliche e private Amministrazioni.

* * *

Fino dall'anno 1887 il prof. Reuleaux fece presente al Governo tedesco lo stato deplorabile nel quale, a causa della poca durezza della carta, erano ridotti alcuni atti ufficiali negli archivi, rilevandovi in alcuni documenti alterazioni così profonde da rendere necessaria la trascrizione sopra altre carte.

Fu in seguito alla constatazione di tali fatti ed alle petizioni dirette al Cancelliere dell'Impero tedesco, a mezzo di Carlo Hoffmann, dai principali interessati nell'industria cartaria, che si riconobbe la necessità della fondazione di gabinetti d'assaggio delle carte, ed il primo incominciò a funzionare a Charlottenburg nel maggio 1884 alla dipendenza dell'Istituto reale di assaggi tecnici che si eseguono in quel Politecnico.

Fu in appoggio ai risultati delle ricerche eseguite in detto Istituto che ebbe luogo in Germania, a datare dall'anno 1886, la esecuzione della carta normale, la quale è oggidì ivi prescritta nelle forniture governative ed altri pubblici uffici e deve soddisfare alle prescrizioni portate da apposito regolamento del 1° gennaio 1893, col quale le

carte si dividono in quattro classi a seconda della diversa destinazione e sono prescritti i formati, i pesi, gli importi, la quantità delle ceneri, il grado d'incollatura, la tenacità, l'allungamento e l'adozione per le carte da scrivere di una marca in filigrana apposta allo stato umido indicante la firma del fabbricante, la dicitura normale e la designazione della classe e dell'impiego a cui è destinata (1).

* * *

Sull'importanza del controllo delle carte il deputato Chauvière e diversi suoi colleghi hanno presentato alla Camera dei Deputati francese la proposta di una legge (2), tendente alla fondazione di un ufficio governativo (3) di controllo delle carte destinate alla conservazione dei documenti pubblici e privati, ed all'obbligo di far figurare nelle carte messe in vendita le indicazioni precise della loro fabbricazione e luogo d'origine.

Il professore Martens dell'Istituto di Charlottenburg, recentemente incaricato dal suo Governo di fare degli assaggi sopra varie qualità di carte, impiegate in diversi stampati eseguiti per conto dello Stato e dei privati, trovò che solo sei campioni sopra circa 100 analizzati potevano conservare discretamente la stampa, e conchiudeva che le stampe eseguite sopra le altre carte non sarebbero più leggibili fra quaranta o cinquant'anni.

* * *

L'importanza del controllo delle carte appare quindi evidente, ed in questi ultimi anni si fondarono gabinetti di controllo nei vari paesi. Se ne istituì uno in Russia nell'anno 1891, in Svizzera nel 1893, in Austria nel 1894, in Danimarca nel 1897.

* * *

Al Congresso Bibliografico Italiano, che si tenne a Torino nello scorso anno (4), fu molto discusso sui provvedimenti per migliorare

(1) HERZBERG W., *Papier-Prüfung*. Vi è una traduzione in francese ed in italiano.

USIGLI DR. A., *Note sugli Istituti d'assaggio delle carte*.

(2) Proposta di legge, annessa al processo verbale del 6 dicembre 1898, dalla Camera francese dei Deputati.

(3) A Parigi esiste un gabinetto privato per assaggio delle carte diretto da E. Favier, ed uno presso la Camera di commercio.

(4) Società bibliografica italiana, 3ª riunione generale tenutasi a Torino nel 1898.

la qualità della carta impiegata nelle edizioni a stampa e negli atti pubblici, e fu emesso il voto che il Governo con apposita legge stabilisca i caratteri fondamentali che devono avere le diverse carte adibite al servizio dello Stato, faccia l'impianto di uno speciale laboratorio di analisi per controllare l'applicazione e l'osservanza delle norme suddette, e che inoltre tale disposizione venga estesa dalle pubbliche Amministrazioni agli Atti che devono conservarsi negli Archivi e ad un certo numero di copie delle opere, riviste e giornali e tassativamente a quelle che i tipografi debbono per obbligo consegnare alle Biblioteche dello Stato.

D'altra parte la Corte dei Conti (1) ha pensato di raccomandare ai vari Ministeri l'adozione dei provvedimenti diretti alla conservazione delle scritture.

* * *

Col 1° settembre dell'anno 1897 incominciò a funzionare a Torino il primo Gabinetto ufficiale italiano per il controllo delle carte ed inchiostri. Incaricato della direzione del medesimo, mi è sembrato che qualche conferenza potrebbe essere utile per richiamare l'attenzione di tutti quanti si occupano dell'industria cartaria sui vantaggi che ad essi potrebbero derivare da tale istituzione. Da ciò l'origine di tali conferenze destinate sostanzialmente a fare conoscere anche praticamente, mediante esercitazioni, i requisiti che devono avere le carte per essere giudicate di buona qualità ed i metodi coi quali i requisiti stessi possono essere constatati. Per ciò fare occorreranno:

Prove meccaniche e fisiche,

Ricerche chimiche,

Ricerche microscopiche.

* * *

Le prove meccaniche comprendono la determinazione della lunghezza di rottura, dell'allungamento e della resistenza allo sgualcimento.

La lunghezza di rottura e l'allungamento si determinano valutando con speciali macchine il carico di rottura e l'allungamento che su-

(1) Bollettino della Società bibliografica italiana, 1898.

bisce una listerella di carta di determinata larghezza e lunghezza. Tutti gli apparecchi in uso per tali determinazioni, ridotti alla massima loro semplicità, constano di due morsette nelle quali si fissano le estremità della striscia di carta, in modo che abbia una data lunghezza e che la carta stessa possa allungarsi progressivamente assoggettandola a tensione sempre maggiore fino all'istante in cui questa si rompe. Mediante disposizioni speciali si può determinare l'allungamento subito dalla striscia di carta al momento della rottura ed il carico che produsse la medesima.

Di queste macchine alcune sono a molla (1), dalla cui tensione si deduce il carico e l'allungamento; in altre, come quella di Teclu's (2), la rottura è determinata dall'aria compressa e la pressione viene segnata da un manometro a mercurio, altre sono a pendolo in cui lo sforzo è prodotto dallo spostamento di una leva.

La più semplice delle macchine a pendolo e la più facile a registrare è quella sistema Schopper di Lipsia, che fornisce risultati assai concordanti quando si opera in ambiente avente un determinato grado di umidità, avendo questa grande influenza sulla lunghezza di rottura e d'allungamento. Ordinariamente si opera a 65 gradi dell'igrometro a capello di Usteri-Reinacher di Zurigo, usando striscie della lunghezza di 18 centimetri e della larghezza di centimetri 1,5.

Con questa macchina (della quale per brevità si tralascia qui la descrizione, che si può trovare nella pubblicazione di Herzberg più volte citata) si determina dallo spostamento del peso il carico di rottura di listerelle tagliate nei due sensi del foglio, ossia il numero dei chilogrammi necessari per produrre la rottura delle listerelle e contemporaneamente si legge sopra apposita scala l'allungamento subito dalle medesime.

Il carico di rottura non permette di apprezzare la solidità della pasta della carta ossia dell'impasto (solo potrebbe servire di confronto fra due carte dello stesso spessore), perchè per uno stesso impasto la solidità varia col variare dello spessore della striscia. — Per ovviare all'influenza di questo fattore si calcola in base al carico di rottura ed al peso medio delle striscie la lunghezza di rottura, intendendosi per tale la lunghezza che dovrebbe avere una striscia di carta di larghezza e spessore qualunque sospesa ad un'estremità perchè si rompa sotto il proprio peso. In questo caso è evidente che

(1) HERZBERG, *Papier-Prüfung*.

(2) *Papier-Zeitung*, 1898, n. 20.

la lunghezza di rottura è indipendente dalla larghezza e spessore del campione, ma solo variabile colla qualità dell'impasto e modo di fabbricazione.

Supponiamo che la semisomma del peso di due striscie (tagliate l'una nel senso della macchina e l'altra nel senso trasversale) della lunghezza di centimetri 18 e larghezza di cent. 1,5 sia di grammi 0,315 e che il carico medio di rottura delle medesime sia di chilogr. 5,60 ; per la definizione di ciò che si intende per lunghezza di rottura si avrà indicandola con x , che corrisponderà a metri 3171, perchè

$$0^m,18 : 0^g,315 = x : 5600^g$$

$$x = 3171 \text{ metri.}$$

L'allungamento medio si deduce facendo la semisomma degli allungamenti che subiscono le striscie di carta della lunghezza e larghezza retro indicate tagliate nei due sensi del foglio.

Il rapporto fra la lunghezza della striscia ed il peso della medesima si chiama numero di finezza. Nell'esempio precedente corrisponderebbe a

$$\frac{0,180}{0,315} = 0,57$$

* *

La prova allo sgualcimento ossia al *chiffonnage* o *froissement* ha una grande importanza perchè tende a dare un'idea del modo di conservarsi della carta all'uso. L'operazione ordinariamente si eseguisce riducendo a pallottola o gomitolino un mezzo foglio di carta, poi sviluppandolo di nuovo e ripetendo l'operazione fino a che sul foglio vi siano numerosi e piccoli tagli molto corti. La carta viene indi increspata e in seguito compressa e stropicciata energicamente col palmo delle mani.

Dal numero minore o maggiore delle operazioni, che si dovranno fare per avere il foglio pieno dei piccoli tagli molto corti di cui superiormente si disse, si giudica della resistenza della carta allo sgualcimento.

I risultati dell'esperienza sono affatto personali e non si possono rappresentare con cifre, ma hanno un certo valore se ottenuti da uno stesso operatore paragonativamente con carte tipo.

* *

Dai risultati relativi al carico di rottura di striscie di carte tagliate nei due sensi del foglio si può arguire se una carta è fabbricata a

macchina od a mano, poichè, in quest'ultimo caso, il carico di rottura delle striscie di carta tagliate nei due sensi del foglio non varierà sensibilmente, mentre l'opposto avviene nella carta a macchina, nella quale la resistenza alla rottura è maggiore nel senso del foglio corrispondente al senso dell'andamento della macchina.

Direttamente si può determinare il senso della macchina tagliando un circolo del diametro di circa 10 centimetri e mettendolo per qualche secondo nell'acqua; se dopo si leva con una pinza e si mette nel palmo della mano avendo cura d'impedirne l'aderenza, i bordi si staccano, si piegano all'insù e si incrociano; il senso in cui avviene la ripiegatura indica il senso della macchina.

Se la carta non è collata si incolla; perciò si scioglie della colofonia in alcool a 95, si imbeve la carta e si lascia evaporare l'alcool.

Il piegamento dei bordi del circolo avviene perchè colla bagnatura le fibre gonfiano e il rigonfiamento dà per risultato di tendere la carta, e siccome è più estensibile nel senso trasversale che in quello della macchina ne avviene sollevamento dei bordi.

Nelle carte a mano, quando l'orientazione delle fibre è eguale nei due sensi, non può avvenire ripiegamento come nelle carte a macchina. Nelle carte a mano-macchina il comportamento non è molto dissimile in confronto a quelle a mano e perciò con l'appoggio delle prove indicate non si può con certezza asserire se una carta è a mano o mano-macchina (al tamburo).

Un altro modo molto semplice per determinare il senso della macchina è quello di Nickel. Esso così opera: si tagliano due striscie di carta l'una nel senso della lunghezza, l'altra della larghezza, di eguali dimensioni e si sovrappongono; si prendono ad una delle estremità in modo che facciano un arco operando in modo che in una esperienza l'una abbia ad occupare la parte superiore e l'altra l'inferiore ed in una seconda esperienza avvenga l'opposto.

La striscia superiore si staccherà dalla inferiore qualora questa sia quella tagliata trasversalmente al senso della macchina.

Se la striscia inferiore è quella tagliata nel senso della macchina le due striscie restano aderenti. La spiegazione del fenomeno si deve cercare nella differenza d'elasticità delle striscie. La striscia tagliata nel senso della macchina presentando l'allungamento minore mostrerà naturalmente una inflessione minore che la striscia presa nel senso trasversale e per conseguenza si ripiegherà meno facilmente. Per fare l'esperimento si usano striscie della larghezza di 15 millimetri e della lunghezza di 18.

* *

La determinazione della dilatazione della carta, allorchando si bagna o si lascia in un ambiente umido dopo essere stata in un ambiente secco, è una questione assai importante per la tiratura dei disegni in cromolitografia, biglietti di banca, ecc., per i quali sarebbe bene che la dilatazione fosse nulla, potendosi in tale caso rendere le tirature in diversi colori perfettamente eguali relativamente al posto che occupa la tiratura.

L'allungamento maggiore o minore che subisce la carta è pure in relazione alla maggiore o minore deformazione che subisce il foglio e quindi gli oggetti stampati, il che ha grande importanza nelle mappe catastali, tirate coi metodi ordinari della fotozincografia, ed anche negli originali fatti specialmente sulla tavoletta pretoriana.

Di tale questione si occupò anni or sono una Commissione nominata dal Ministero delle finanze per lo studio delle carte da impiegarsi per le mappe catastali ed i risultati sono in parte consegnati nella relazione della Commissione stessa (1).

Dette esperienze si eseguirono tracciando sulla carta delle linee di determinata lunghezza e rimisurandole dopo di avere conservata la carta in ambiente a grado igrometrico e temperature differenti.

* *

La determinazione dello spessore della carta si eseguisce mediante l'apparecchio di Rehse (2) composto di una vite micrometrica sulla quale è fissato un tamburo graduato e di un pezzo fisso (che si può regolare per avere esatta la graduazione a partire dallo zero) fra i quali si mette la carta.

Il passo della vite è di millimetri 0,5, vale a dire che un giro completo della vite la fa avanzare di millimetri 0,5 nella direzione del suo asse. Il tamburo è diviso in 100 parti eguali di modo che per $\frac{1}{100}$ di giro la vite ed il tamburo sono spinti di $0,01^{mm} \times 0,05^{mm} = 0,005^{mm}$; basta quindi moltiplicare la lettura diretta per questo numero per avere lo spessore assoluto della carta.

* *

Le principali ricerche chimiche che interessa eseguire sulla carta sono: determinazione della quantità di cenere, della quantità d'acqua,

(1) *Rivista di topografia e catasto*, annata 1899. Relazione della Commissione composta dell'ing. Errera, prof. E. Rotondi e cav. Strumia per lo studio della qualità della carta da impiegarsi per le mappe catastali.

(2) HERZBERG. Opera citata.

della quantità della colla, riconoscimento degli acidi e del cloro, quello della pasta di legno meccanica e la solidità della collatura. Solo di queste due ultime determinazioni mi occuperò, essendo i metodi per l'esecuzione delle altre generalmente noti.

* * *

Per riconoscere chimicamente la pasta di legno o meccanica si toglie se è del caso, la colla dalla carta mediante trattamenti con acqua calda, se si tratta d'incollatura alla gelatina o con alcool leggermente acidulato od alcalinizzato, nel caso di incollatura vegetale. Dopo conveniente lavatura si essica ed indi si tratta coi seguenti reattivi:

L'acido solforico concentrato a 66 B. dà colorazione nera colla pasta di legno, il cloridrato di floroglucina colorazione rossa, mentre il cloridrato di naftilammia e il solfato di anilina dànno colorazione gialla.

Se la carta è colorata e non si può scolorare mediante trattamenti con acidi e alcoli diluiti per riconoscere la pasta di legno, si ricorre all'osservazione microscopica.

* * *

Si può anche chimicamente determinare con sufficiente approssimazione la quantità di pasta di legno contenuta in una carta coi seguenti metodi:

1) Metodo di Wurster:

Esso fa uso del dipapier o carta alla dimetilparafenilendiammina che si può acquistare dalla ditta dottor Schuchardt di Gorlitz.

Si bagna il dipapier con una o due gocce d'acqua od aceto e si mette fra due fogli di carta da analizzare. Se vi è pasta di legno si colora in rosso di intensità diversa, che confrontasi con scala speciale colorata con approssimazione del 5-10 p. cento.

2) Metodo di Müller:

L'autore per determinare la quantità di pasta di legno si fonda sulla proprietà che essa ha di essere quasi insolubile nell'ossido di rame ammoniacale, mentre la cellulosa vi si discioglie facilmente.

3) Metodo Benedikt-Bamberger:

Si valuta la quantità di pasta di legno dal numero di metile ossia dalla quantità di $C H_3$ che si separa allo stato di ioduro di metile nell'ebollizione della sostanza con acido iodidrico. Trovo inutile di descrivere questo metodo perchè alquanto complicato; coloro a cui

può interessare troveranno sufficienti indicazioni in una memoria degli autori inserita nel *Moniteur Scientifique* del 1891 e nella *Chemiker Zeitung* dello stesso anno.

* * *

La determinazione della solidità della collatura ha per iscopo di stabilire se una carta da scrivere si lascia attraversare o no dall'inchiostro.

La questione da risolvere è assai difficile, poichè la qualità ed in particolar modo l'acidità dell'inchiostro ha grandissima influenza, da ciò anche l'utilità di stabilire gli inchiostri normali e il loro controllo, del che si dirà in altra occasione.

I metodi per giudicare della bontà della carta debbono soddisfare alla condizione di riconoscere se una carta ha una incollatura sufficiente da poter servire senza che l'inchiostro l'attraversi e se il grado di collatura di due campioni è uguale o differente, stabilendo anche il grado di una tale differenza. I metodi proposti per risolvere il problema sono diversi e fra questi mi occuperò del metodo della penna, del tiralinee di Leonhardi, di Post e di Schlüttig e Neumann.

Il metodo della penna consiste nello scrivere sul foglio da sperimentare ed osservare se l'inchiostro è penetrato o no nella carta. È un metodo personale e subbiiettivo perchè, pur ammettendo di adoperare penna ed inchiostro di qualità sempre uguale, si possono avere risultati diversi al variare della pressione che si esercita sulla penna e quindi dell'operatore.

L'inchiostro normale da servire a queste prove si può preparare secondo Schlüttig nel seguente modo (1):

Tannino	grammi 30	oppure 24,4	per litro
Gomma arabica	» 10	» 10	»
Acido cloridrico	» 2,5	» 2,5	»
Solfato ferroso	» 20	» 30	»
Acido ferrico	» 1	» 1	»
Acido gallico	» —	» 7,7	»

Il metodo del tiralinee consiste nel sostituire l'uso del tiralinee alla penna. Questo metodo presenta gli stessi difetti che l'impiego della penna, pur ammettendo di usare un tiralinee ad apertura costante.

(1) SCHLÜTTIG, *Die eisengallustinten*.

Leonhardi sostituisce, nel metodo alla penna le cui punte devono distare di un millimetro l'una dall'altra, l'inchiostro con una soluzione neutra di cloruro di ferro contenente grammi 1,531 di ferro per 100, che per la sua proprietà di attraversare la carta può lottare coi migliori inchiostri. Per riconoscere se la soluzione di ferro ha attraversata la carta, versa sulla parte opposta a quella sopra cui si scrisse e dopo che la scrittura è asciugata, una soluzione eterea (sarebbe bene sostituirla con una soluzione acquosa nel caso di carta incollata con resina essendo questa solubile nell'etere) di tannino.

Se la carta è male incollata si ha una colorazione nerastra più o meno intensa.

I citati metodi ponno servire in fabbrica per riconoscere in modo semplice e rapido se una carta è adatta per scrivere, ma non per stabilire se un campione è bene collato in confronto di un altro, al che sino ad un certo punto servono il metodo di Post e meglio quello di Schlüttig e Neumann.

* * *

Il metodo di Post si applica lasciando cadere da un'altezza di 10 centimetri varie gocce di una soluzione di cloruro di ferro contenente grammi 1,531 0/10 di ferro, in modo che ciascuna corrisponda a circa grammi 0,03 di ferro; perciò la soluzione si fa cadere da un opportuno contagocce e si lascia agire sulla carta per tanti secondi quanti sono i grammi che pesa la carta per metro quadrato; indi con pipetta si assorbe la parte di goccia non assorbita e si asciuga con carta da filtro. Dopo d'averla lasciata essiccare completamente all'aria si tratta dalla parte opposta, come nel metodo di Leonhardi, con una soluzione di tannino; dalla formazione o no della colorazione caratteristica che produce il tannino sui sali di ferro e dall'intensità della colorazione stessa si può avere, specialmente facendo prove di confronto, un'idea sul grado di collatura della carta sottoposta ad analisi.

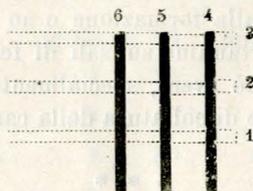
* * *

Nel metodo di Schlüttig e Neumann si fa uso di una soluzione fatta con

Cloruro di ferro	gr.	1
Acqua distillata	»	100
Gomma arabica	»	1
Acido fenico	»	0,2

e dall'apparecchio da essi ideato che si trova descritto nell'opera dell'Herzberg più volte citata. Sulla superficie della carta, disposta sopra il detto apparecchio, si lascia cadere tre porzioni eguali della soluzione di cloruro di ferro alla distanza di metri 0,030 l'una dall'altra. Il liquido discendendo dalla superficie inclinata della carta si arricchisce in ferro e mette tanto più tempo a seccare quanto è più distante dal punto in cui è caduto e penetra eziandio tanto più profondamente nella carta, ossia poco all'estremità superiore della striscia che la soluzione di cloruro di ferro forma sulla carta e molto all'estremità inferiore. Si può per conseguenza osservare sopra una striscia unica la scala di tutta una serie di soluzioni di cloruro di ferro di diversa acidità (il che corrisponde ad una serie d'inchiostri di diversa acidità) la cui tendenza alla penetrazione insignificante al principio si accresce sensibilmente sino a diventare considerevole. Le parti medie della striscia, che si trovano a circa metri 0,07 dall'estremità superiore, corrispondono all'acidità penetrante dei migliori inchiostri, quelle al contrario che formano la parte superiore rappresentano gli inchiostri che attraversano difficilmente anche le carte sottili. Se la carta non è collata o mal collata allora il cloruro di ferro cola rapidamente tutto al lungo penetrando ovunque; se la collatura è molto solida la penetrazione non si fa del tutto o solo all'estremità inferiore.

Dopo 15 minuti dalla formazione dell'ultima striscia si volta il foglio e si lascia cadere in modo analogo a quanto si fece per il cloruro di ferro, una soluzione di tannino (1 d'acido tannico per 100 d'acqua e 0,2 di fenol), facendo sì che le striscie di tannino incrocino quelle di ferro come indica la figura



La soluzione di tannino aumenta in concentrazione lungo le striscie 4, 5, 6, nelle stesse condizioni che il cloruro di ferro lungo le 1, 2, 3, e la colorazione massima dovuta dal ferro sul tannino si dovrà osservare nei punti di intersecazione delle striscie 1, 6, e la minore ai punti d'intersecazione 3, 4.

Se le carte non sono solidamente collate i nove punti di intersecazione si colorano in nero intenso qualche secondo dopo la forma-

zione delle strisce di tannino. Se dopo qualche minuto si vedono apparire reazioni colorate cominciando in 1.6, se anche i punti di intersecazione interiori 1.6 - 2.6 - 1.5 - 2.5 sono nettamente colorati in grigio la carta si deve dire solidamente collata. Se dopo 24 ore sopra uno o più punti di intersecazione interna non si vede che apparire una colorazione grigia molto debole, allora la carta è fortemente collata.

Il metodo di Schlüttig dà buoni risultati qualora si abbia l'avvertenza di operare sempre nelle stesse condizioni e sopra carte che si conservino per qualche ora in ambiente a 65 gradi igrometrici, avendo l'umidità grande influenza specialmente nelle carte incollate alla gelatina.

In questo Gabinetto si opera sempre nelle condizioni seguenti: La distanza della caduta del liquido sopra il foglio inclinato a 45 gradi sul piano orizzontale è di 3 centimetri; il tubo nel quale il liquido è contenuto è disposto verticalmente, ha un diametro interno di mm. 3,5 ed una lunghezza di mm. 250 circa. L'altezza della colonna liquida che deve cadere sul foglio è di mm. 62.

* * *

Le ricerche microscopiche hanno specialmente per scopo di riconoscere la qualità delle fibre di cui è composta una carta e di determinare fino ad un certo punto la quantità reciproca delle medesime.

È questa una ricerca molto delicata, e qui solo dirò delle operazioni preparatorie a cui si deve assoggettare la carta, lasciando la facoltà a quelli a cui può interessare specialmente tale ricerca, come pure tutte le altre di cui precedentemente dissi, di esercitarsi nel Gabinetto, essendo per le esecuzioni pratiche di queste incaricato l'assistente Dr. Gianotti.

Per potere convenientemente analizzare la carta col microscopio si deve anzitutto liberarla dalla colla che può contenere. Perciò si fa bollire con una soluzione di idrato di sodio all'1-2 0/0, ed indi si lava sopra uno staccio fino a reazione neutra.

La massa lavata si spazzola per bene in mortaio di porcellana con poca acqua in modo da renderla il più omogenea possibile. La massa spappolata e compressa opportunamente fra le dita si mette in una soluzione fatta con

grammi 20	acqua
»	1,15 iodio
»	2 ioduro potassico
»	1 glicerina

vi si lascia per qualche istante, indi si toglie, si elimina con leggiera pressione l'eccesso di liquido e si fa la preparazione fra due vetrini e si osserva al microscopio con un ingrandimento, di 200-400 diametri.

Per le varie fibre ordinariamente usate nella fabbricazione della carta si può fare la classificazione seguente:

Restano incolori le paste al bisolfito di legno, di paglia, di sparto.

Si colorano in giallo le fibre di iuta, le paste meccaniche.

Si colorano in bianco le fibre di cotone, di lino, di canapa.

Facendo osservazioni di confronto con carte ottenute da impasti noti, si arriva colla pratica delle osservazioni a riconoscere non solo la qualità delle diverse fibre, ma a determinare anche la percentuale delle medesime contenute in un impasto.

Per le analisi col microscopio si possono consultare le seguenti pubblicazioni:

W. HERZBERG, *Papier-Prüfung*.

RITTER, *Die Mikroskopie der faserstoffe*.

* * *

L'incollatura della carta ha per scopo d'impedire la diffusione dell'inchiostro, e tale intento si può ottenere passando la carta in una soluzione di colla animale; le superficie del foglio si ricoprono così d'uno strato, che dopo l'essiccamento impedisce alla carta di assorbire l'inchiostro.

Questo metodo è conosciuto col nome di collatura animale o superficiale, in opposizione a quello detto di collatura in massa od in pasta, che si fa nell'epuratore od olandese, usando ordinariamente la colofonia trasformata dapprima con carbonato di soda in colla bruna o sapone di resina ed indi in latte di colla o colla bianca.

L'incollatura alla resina è un'operazione difficile, che richiede non solo molta pratica ma anche studio, poichè molti elementi intervengono per la buona riuscita dell'operazione.

Vi hanno influenza la qualità e quantità di resina, quella del carbonato di soda, la quantità, qualità e temperatura dell'acqua impiegata per la formazione del latte di resina, la qualità e quantità del solfato di allumina, usato per scomporre il sapone di resina, dipendendo dalle condizioni sopra accennate la quantità di resina libera o combinata che dovrà produrre la collatura.

Lo stato di lavorazione della pasta e la qualità della fibra vi hanno pure molta influenza.

E infatti noto che quanto più la pasta è raffinata e soffice, tanto più facilmente assorbe il latte di colla, e che la cellulosa di paglia e di sparto facilita la collatura delle fibre di lino e cotone.

Non è qui il caso di indicare il modo di preparare il sapone di resina e la colla bianca, ma solo di rammentare che è a seconda delle cose sopra esposte che in pratica, con l'uso di quantità di resina eguale per l'incollatura di una data quantità di pasta, si hanno risultati diversi, e come buone incollature si ottengono usando anche minori quantità di resina in confronto ad altre che con più resina riescono cattive. Si aggiunga che il metodo di liscivazione adoperato per la preparazione delle fibre ha grande influenza nella incollatura, potendo produrre un principio di mercerizzazione di cui dirò in seguito.

* * *

È noto che alcuni industriali cercarono di migliorare la incollatura al tino colla resina mediante l'aggiunta di gelatina, la quale però, non essendo precipitabile dall'allume, va per la maggior parte perduta attraverso le maglie della tela metallica usata per la formatura della carta, motivo per cui tale metodo non diede buoni risultati.

Migliori risultati si ebbero rimpiazzando la gelatina colla caseina del latte, la quale, sciolta nell'ammoniaca, fornisce un liquido precipitabile dal solfato d'allumina, ed i sali che ne risultano fanno perfettamente corpo colla pasta della carta.

La caseina offre il vantaggio di essere attirata e ritenuta più facilmente dalla cellulosa di cotone e legno, di presentare maggior sicurezza nella buona riuscita dell'operazione e la carta così preparata riesce soffice, solida, resistente ed a superficie molto unita.

Si può fare anche l'incollatura mista con caseina e resina.

* * *

Da non molto si suggerì l'impiego della caseina e gelatina insolubilizzata a mezzo della formaldeide per la incollatura e pattinatura della carta.

La fabbrica di prodotti chimici di E. Schering di Berlino rivendica la privativa per tale impiego contestando il brevetto di Schenfelden e la cosa è *sub judice*; a questi due pretesi inventori s'aggiunge il signor A. Hall (1) degli Stati Uniti, che prese un brevetto americano.

Egli mescola la formaldeide e la sostanza da spalmare sulla carta in una proporzione di due parti di formaldeide per 100 di caseina disciolta

(1) Brevetto americano n. 630772.

in ammoniaca od una miscela di essa con caolino, fosfato di bario, ecc. ed ottiene una pellicola che, quantunque insolubile in acqua, pare prenda e trattenga i colori da stampa meglio che non altre superficie tanto che si può far bollire in acqua una carta così trattata e poi litografata in svariati colori senza che perda la ben minima traccia dei medesimi.

Pare che una particolarità del processo di Hall e che lo diversifica dai precedenti sia quella di far uso di ammoniaca invece di idrato o carbonato di soda per sciogliere la caseina. Come si disse, alla caseina l'autore aggiunge anche sostanze minerali e dà per la pattinatura la ricetta seguente:

Caseina trattata con ammoniaca parti 20,

Sostanze minerali (caolino, bianco fisso) parti 80,

Acqua quanto basta per fare una pasta di conveniente densità,

Soluzione al 40 % di formaldeide il 3,5 % di miscela.

*
* *

Una nuova materia per l'incollatura della carta proposta da Beadle (1) è il celluloso solfotiocarbonico.

Prima di dire di tale applicazione credo opportuno di rammentare l'azione che l'idrato di sodio in soluzione concentrata ha sulla cellulosa.

Mercer nel 1844 osservò che, allorquando si sottopone alla filtrazione attraverso tessuto di cotone un liscivio concentrato di idrato di sodio, la fibra trattiene una parte dell'alcali, si raccorcia ed aumenta di spessore. La tenacità del tessuto aumenta e con essa aumenta altresì l'affinità per i colori, quasiché il tessuto fosse stato mordenzato.

Gladston (2) nel 1852 analizzò il composto che la cellulosa forma colla soda dopo d'averlo lavato con alcool per asportare l'eccesso di sodio e trovò che contiene il 14,50 % d'idrato sodico e che la combinazione è tanto instabile che si scompone con acqua ripristinandosi il celluloso-idrato $C_{12} H_{20} O_{10} H_2 O$ o idrocellulosa.

*
* *

La scoperta di Mercer, che permette di realizzare una sensibile economia nel consumo delle materie coloranti nelle operazioni tintorie, venne giudicata assai favorevolmente all'Esposizione universale

(1) *Revue industrielle*, 1897, vol. 28.

(2) *Berichte der Deuts. Chem. Gesellschaft*, 1893, e *Bull. de la Soc. chim.* 1893, 1° 295.

di Londra del 1851, ma pel fatto che provocava una eccessiva contrazione del tessuto non risultò remuneratrice e cadde nell'oblio.

Pochi anni or sono una stamperia alsaziana, approfittando dell'accennata proprietà del cotone, giunse a produrre in modo mirabile gli effetti di ringrinzimento parziale dei tessuti (crépon) che un tempo era compito esclusivo del tessitore.

Thomas e Prevost, essendosi proposti di mercerizzare il cotone e di conservare al medesimo le dimensioni primitive, operarono il trattamento colla soda mantenendo teso il tessuto e non senza sorpresa constatarono che il medesimo acquistava la lucentezza della seta.

Lowe ebbe pure a rimarcare un tale fenomeno.

La mercerizzazione riesce tanto più facile quanto più bassa è la temperatura alla quale si fa l'operazione.

La proprietà della cellulosa di formare una combinazione coll'idrato di soda per dare dell'alcali cellulosa ha acquistato in questi ultimi tempi nuova importanza in seguito alle ricerche di Cross, Bevan e Beadle, i quali trovarono che il derivato alcalino della cellulosa (1) reagisce sul bisolfuro di carbonio per dare origine a del tiosolfocarbonato di cellulosa, sostanza che con acqua dà una soluzione detta ordinariamente *viscoso*, per l'aspetto che presenta.

Il viscoso col riscaldamento, oppure con l'aggiunta d'acidi o di sali, si decompone ripristinando il celluloso sotto forma di una massa trasparente e plastica detta viscoide (2), che trova impiego per fissare sopra i tessuti i pigmenti minerali in luogo dell'albumina e caseina e, qualora venga convenientemente compressa, serve in luogo del celluloide per foggare articoli diversi.

È il viscoso che Beadle propone per la collatura della carta. Esso dice che introdotto nella pila coll'aggiunta di prodotti chimici convenienti si precipita del viscoide nelle fibre della pasta sotto forma di una massa fioccosa.

L'influenza che esercita nella collatura dipende naturalmente dalla quantità impiegata e può aumentare la forza o resistenza della carta dal 30 al 100 0/0; vi comunica più rigidità, migliore aspetto dopo il *satinage*, facilita la incollatura se usato unitamente alla colla bianca, trattiene le fibre più corte che sovente passano attraverso la tela metallica, infine migliora il rendimento della macchina.

(1) *Berichte der deuts. Chem. Gesellschaft*, 1893.

(2) *Zeitschrift für angewandte Chemie*, Memoria di SIEGMUND FORENCI, 1899.
Mon. scient. 1899.

Il viscoso, secondo l'autore, serve specialmente per la fabbricazione della carta d'imballaggio e comincia ad essere usato per carta da giornali. Quando non si ha bisogno di produrre carta forte, il viscoso permette di servirsi di materie fibrose di qualità inferiore e diminuire così il prezzo di vendita.)

Si consiglia di precipitare il viscoso nella collatura della carta con sali di zinco che si aggiungono come l'allume nella collatura alla resina, in tal modo si forma del solfuro di zinco e la cellulosa resa insolubile si fissa fra le fibre della carta.

Tra le recenti applicazioni del viscoso rammento la filatura del medesimo, che può farsi in modo analogo alla preparazione della seta artificiale col metodo di Chardonnet, e la confezione di tessuti misti-xyloline di cotone e cellulosa filata (1).

* *

Fra i prodotti industriali della cellulosa ricordo la preparazione della pergamena artificiale, della nitrocellulosa, materia prima per la preparazione del celluloido e del pegamoid, sostanze generalmente conosciute, per cui credo inutile parlarne. Dirò invece dei seguenti nuovi prodotti:

* *

Surrogato alla pergamena vegetale (2).

Allorchè si riconobbe che dal celluloso al bisolfito sottoposto a prolungata macinazione negli Olandesi si poteva ottenere una pasta che trasformata in fogli presentava in una certa misura la impermeabilità all'acqua ed alle materie grasse, caratteristica della pergamena vegetale, e che la carta così ottenuta non costava che la metà di quella, si fabbricò sopra vasta scala un tale prodotto, che in breve tempo sostituì la pergamena vegetale ottenuta con acido solforico nell'imballaggio delle sostanze alimentari.

Per riconoscere la bontà del nuovo surrogato, specialmente per rapporto all'impermeabilità dei corpi grassi, si mantiene verticalmente la carta sopra la punta della fiamma della candela: la qualità è buona se avanti che la carta cominci a bruciare vi è formazione di piccole e numerose bolle molto avvicinate le une alle altre.

(1) *Mon. scient.* 1899.

(2) *Zeitschrift für angewandte Chemie*: Memoria citata, *Monit. scient.* 1899.

Per riconoscere il succedaneo dalla pergamena vegetale vera, lo si sottomette alla masticazione, oppure si suddivide in un mortaio fino a ridurlo in pasta; in essa non si riconoscono filamenti di sorta se si tratta di pergamena vegetale, mentre accade il contrario nel surrogato.

* *

Il *cellulite* (1) si ottiene riducendo, per mezzo della triturazione nell'acqua, la cellulosa al solfito affatto priva di materie incrostanti allo stato impalpabile e priva di struttura fibrosa in modo da avere una massa lattiginosa. Abbandonando la massa all'evaporazione spontanea o mediante riscaldamento a 40° si ha colla compressione un blocco di cellulosa amorfo a cui si dà il nome di cellulite.

La cellulite, che può anche prima dell'essiccamento colorarsi con materie diverse, si lascia lavorare come le corna, l'ebanite e corpi simili: resiste all'azione dell'alcool, petrolio, grassi ed è dotata di una certa elasticità.

* *

Fibra vulcano.

La proprietà di trasformare il celluloso in massa amorfa non spetta solo all'acido solforico, ma altresì al cloruro di zinco ed alla soluzione ammoniacale dell'ossido di rame.

Da alcuni anni in America ed in Germania si impiega il cloruro di zinco per preparare un cartone duro impermeabile all'acqua e non conduttore dell'elettricità che si chiama fibra vulcano.

La fabbricazione di questo prodotto riposa sopra la formazione di cartoni preparati con cloruro di zinco che vengono sovrapposti gli uni agli altri e convenientemente compressi, avendo cura di eseguire una lavatura completa onde eliminare l'eccesso di reattivo.

Si trovano in commercio due sorta di fibra vulcano: la fibra flessibile e la fibra dura. La prima è impiegata per la preparazione di tubi per condotta di liquidi acidi od alcoolici e del gas od altri oggetti in cui si usa il caoutchouc ed il cuoio. La modificazione dura si trova sotto forma di placche, di sbarre, ed in tale stato può essere segata, forata, tornita, ecc.

Vi sono qualità rosse e nere, ed è un prodotto fra i più cattivi conduttori dell'elettricità.

(1) Brevetto tedesco n. 9201 di Köln-Rottweider Valverfabriken.

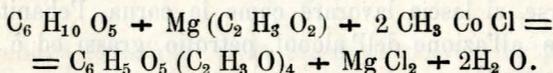
Si impiega anche per confezionare ruote dentate che permettono un lavoro regolare e senza rumore.

* * *

Acetato e butirrato di cellulosa.

Il Dr. Carlo Otto Weber nella *Zeitschrift für angewandte Chemie* del 1899 (1) tratta di un nuovo derivato della cellulosa che è il punto di partenza di una serie di prodotti analoghi, di cui molti importanti ed aventi grandi applicazioni industriali.

Tale prodotto è l'acetato di cellulosa che viene preparato in seguito agli studi di Cross e Bevan, trattando la cellulosa $C_6 H_{10} O_5$ con acetato di magnesia $Mg (C_2 H_3 O_2)_2$ e cloruro di acetile $CH_3 Co Cl$, con che si ottiene una cellulosa tetraacetica



Dal tetraacetato di cellulosa si prepara il butirrato di cellulosa.

La produzione di tali sostanze venne intrapresa dalla Continental Viscose Co. in Breslavia con brevetto tedesco.

I derivati acetici e butirrici della cellulosa non sono esplosivi e difficilmente infiammabili. Le loro sostanze sono di natura colloide

L'acetato è completamente insolubile nell'alcool metilico, etilico, acetato di etile, amile, acetone ed etere; solubile invece nel benzoato di etile, cloroformio, epiclolidrina, anidride acetica, acido acetico e nitro-benzina.

La soluzione del tetraacetato nella nitro-benzina dà un liquido che si coagula rapidamente col raffreddamento formando una massa gelatinosa trasparente.

È degno di nota il fatto che le soluzioni di tetraacetato di cellulosa in cloroformio, epiclolidrina, benzoato di etile si possono diluire con acetone senza che si formi precipitato.

Le soluzioni di acetato di cellulosa, evaporate sopra una superficie di vetro in strato sottile, lasciano pellicole aventi una grande trasparenza.

Il tetraacetato resiste agli acidi diluiti, ad eccezione dell'acido nitrico, ed alle liscive alcaline anche ad alta temperatura.

Serve come isolante e può sostituire il caoutchouc e la guttaperca.

(1) Vedi anche *Mon. Scient.* 1899.

Resiste pure alle alte temperature; solo a 150° comincia a ramollirsi, ma non si decompone.

Il tetrabutirrato di cellulosa ha molte proprietà comuni coll'acetato.

In strato sottile presenta proprietà simili all'acetato, ma è più flessibile e molle.

Dalle cose dette risulta evidente l'importanza di questi corpi per le applicazioni industriali, sia per la loro infiammabilità, la resistenza all'umidità, alle alte temperature e per il loro potere isolante.

Questi eteri della cellulosa sono destinati a rimpiazzare i fogli di mica come isolatori e ad essere utilizzati per la fabbricazione di lacche metalliche, perchè la loro grande resistenza agli agenti atmosferici li rende assai indicati per queste applicazioni.

* * *

L'energia elettrica venne da non molto introdotta nelle cartiere come mezzo imbiancante ed esperimentata per la preparazione della cellulosa dal legno.

Il principio scientifico di tali applicazioni è il seguente. Sotto l'azione della corrente le soluzioni acquose di cloruro di sodio si decompongono in idrato di sodio, che si porta al polo negativo, ed in cloro, che si porta al polo positivo. Se la scintilla scocca attraverso aria ed ossigeno fra due conduttori, opportunamente separati da una parete di vetro, si forma ozono: questo gas ed il cloro sono energici agenti ossidanti e decoloranti e l'idrato di soda per le sue proprietà caustiche è un energico dissolvente delle sostanze legnose ed incrostanti: perciò è usato nella liscivazione degli stracci e nella preparazione della cellulosa dal legno.

Ciò premesso, vediamo qualche applicazione dei predetti principî nelle cartiere.

* * *

Per l'imbiancamento elettrico della cellulosa si impiega ordinariamente il metodo di Hermite (1) che consiste nell'elettrolizzare una soluzione fatta con

acqua	parti	100
cloruro di sodio	»	4,5
cloruro di magnesio	»	0,5

(1) *Manuel d'électro-chimie* par H. BECKER.

in un opportuno recipiente (detto elettrolizzatore) in modo che si formi specialmente ipoclorito di sodio e magnesio, cloro libero, idrato di sodio e magnesio.

Il liquido elettrolizzato mediante opportuna disposizione passa in un altro recipiente detto di decolorazione, ove si trova la sostanza da imbiancare. La soluzione, dopo aver esercitata la sua azione decolorante e ripristinato il cloruro primitivo, passa nel recipiente elettrolizzatore, indi nuovamente in quello di decolorazione, e così via.

In tal modo si fa un ciclo completo e la stessa soluzione si può usare per un tempo più o meno lungo a seconda della quantità di sostanze organiche che vanno ad accumularsi, le quali, se in troppo grande quantità, sono d'ostacolo al buon andamento dell'operazione e perciò la soluzione deve essere rinnovata.

Il cloro elettrolitico ha il vantaggio di non lasciare nel prodotto imbiancato residui di calce che possono essere dannosi: la cellulosa si lascia meglio lavorare e meglio si comporta nelle varie operazioni di collatura e colorazione.

Praticamente, secondo Hermite un cavallo elettrico produce in 24 ore kg. 2,4 di cloro equivalente a circa kg. 8 di cloruro di calce, e secondo esso l'economia del processo elettrolitico sarebbe del 50 0/0 in confronto dell'impiego del cloruro decolorante.

Il Kellner (1) usa una disposizione diversa da quella di Hermite.

Esso prepara in apposito elettrolizzatore il liquido decolorante della forza che si richiede e tale liquido dopo aver agito sulla materia da decolorare si rifiuta e più non si elettrolizza. Kellner ottiene liquidi imbiancanti contenenti 1,5 0/0 di cloro.

L'imbianchimento elettrico è oggidì impiegato con successo nelle cartiere d'Essonnes, di Worgl (Tirolo), dell'Haye-Dexartes, di Mazère sur-le-Salat, di Lancey, di Quimperle, di Mantes, di Manville, di Bessé-sur-Braye, di Novillars e d'Antière, ecc.

* * *

L'ozono è una modificazione dell'ossigeno che ha una potenza ossidante assai energica ed è già entrato in concorrenza col cloro come mezzo ossidante.

L'ozono è l'elemento attivo dell'imbiancamento al prato.

L'ozono si produce quando si fanno scoccare delle scintille elettriche attraverso all'aria od all'ossigeno mediante un rocchetto di Ruhmkorff od altro apparecchio che produca il medesimo effetto.

(1) *Manuel d'électro-chimie*, par H. ВЕККЕР.

Agli ozonizzatori industriali si danno disposizioni diverse e quelli oggidì ordinariamente in uso sono quelli di Siemens e Halske (1) e di Otto (2).

L'ozono per imbiancare si usa in soluzione coll'acqua ed allo stato gassoso.

Secondo Andreoli (3) perchè l'ozono sviluppi il suo grande potere decolorante è necessario che agisca in presenza d'altro agente: per esempio trattare dapprima le fibre d'imbiancare con soluzioni deboli di acido cloridrico, ammoniaca o essenza di trementina, poi esporle all'azione del gas ozono.

Froedlich osserva che quando si fa passare dell'ozono attraverso l'essenza di trementina si formano fumi bianchi la cui composizione chimica non è determinata, ma che esercitano un'azione decolorante energica; di modo che quando si mettono nell'essenza di trementina i corpi da imbiancare ed indi si portano in spazio riempito d'ozono, essi si imbiancano rapidamente. Lo stesso dicasi se alla essenza di trementina si sostituisca l'ammoniaca.

Nello stabilimento di Greiffenberg in Slesia (4), ove si fecero esperienze di imbiancamento di 500 chilogrammi di lino al giorno, si tratta dapprima il filo con soluzioni deboli di acido cloridrico o ammoniaca o essenza di trementina e quindi lo si introduce in camere ove si fa arrivare l'ozono, la cui azione resta, per il trattamento preventivo a cui si assoggetta il filato, di molto aumentata senza che si manifesti alcuna azione distruttiva.

Dalle ricerche termochimiche di Favre, Thomsen, Berthelot (5) si deduce che un cavallo-ora può teoricamente produrre grammi 1030 di ozono.

Ne risulta da ciò che, se l'energia necessaria alla formazione dell'ozono è fornita sotto forma di elettricità, la produzione d'un chilogramma di ozono verrà allo stesso prezzo del cavallo-ora, ossia in media 10 centesimi.

Negli apparecchi industriali si ha solo un rendimento del 20%,

(1) Nella *Lumière électrique* del 1891 si trova la disposizione degli apparecchi di Siemens e Halske.

(2) Negli *Annales de Chim. et Phys.* del 1898 si trova indicata la disposizione degli apparecchi di Otto.

(3) Sull'ozono vedi la memoria di Andreoli nel *Mon. Scient.* del 1899, *L'éclairage électrique* del 1894-95.

(4) *Éclairage électrique*, novembre 1894.

(5) *Éclairage électrique*, luglio 1897.

ossia il prezzo di formazione di 1 Cg. di ozono sale a L. 5 al chilogramma senza tener conto delle spese d'esercizio generale e di ammortamento.

La principale causa del debole rendimento è l'elevazione di temperatura che decompone l'ozono man mano che si produce.

Nel mentre teoricamente un cavallo elettrico dovrebbe dare un chilogr. di ozono all'ora, praticamente cogli apparecchi industriali non si hanno che 20 grammi per cavallo-ora.

L'industria della produzione dell'ozono presenta quindi il campo a notevoli perfezionamenti, e coll'effettuazione di questi potrà estendersi il suo uso ora limitato ad applicazioni speciali, nelle quali il costo dell'agente decolorante non ha influenza sensibile relativamente allo scopo finale che si vuol conseguire.

*
* *

Il Kellner (1) pel primo sperimentò l'azione della corrente per la produzione della cellulosa dal legno.

Il principio su cui è basato il suo metodo è quello dell'impiego simultaneo della corrente e del calore (128 gradi) per la produzione e rigenerazione continua degli elementi agenti sulla materia incrostante del legno ed altri vegetali durante l'operazione della liscivazione.

Il legno, con soluzione all'8 0/0 di cloruro di sodio, è collocato in cilindri comunicanti e riscaldati con vapore a 126°, nei quali si fa passare la corrente elettrica.

Dopo 15-20 minuti si cambia la direzione della medesima, e così il legno è soggetto ad un'azione alternativa di cloro ed alcali, che ne facilita la disaggregazione. Kellner ideò pure apparecchi per la fabbricazione della cellulosa senza concorso del calore, ed il nuovo procedimento fu installato dalla ditta Siemens e Halske di Vienna in diverse fabbriche.

Nodon, Bretonneau e d'Althonsée brevettarono un nuovo processo per trasformare in pasta il legno e la paglia.

Essi impregnano la materia da trasformarsi in pasta con una soluzione alcalino-terrosa, ovvero con una soluzione di solfuri o di silicati alcalini, e la collocano in un recipiente di legno a tronco di cono, al cui fondo vi sono porte, le quali sono munite di piccoli fori, pei quali, anche quando sono chiuse, può passare il liquido proveniente dalla sostanza messa nei recipienti. Sopra le porte si trovano gli

(1) SCHUBERT, *Fabr. de la cellulose.*

elettrodi di rame che mettono capo ad un polo; si riempie di materia il recipiente e sopra vi si mette un vaso poroso di gran superficie che si riempie di idrato di sodio, che deve penetrare nella massa sottostante e nel quale entra l'altro elettrodo. Si fa passare la corrente, la quale effettua tosto la combinazione degli alcali o degli altri reagenti in principio nominati colla materia agglutinante del legno.

Finita l'operazione si leva la materia, aprendo le porte che stanno al fondo del recipiente, e la pasta ottenuta dopo lavata si lavora nelle pile.

Tale sistema avrebbe il vantaggio di richiedere apparecchi poco costosi, e di fornire un prodotto superiore per resistenza delle fibre, perchè non state assoggettate all'azione del vapore, operandosi a temperatura ordinaria, alla quale i reagenti chimici usati non esercitano azione sulla cellulosa.

Solo la pratica potrà decidere sulla attuabilità del processo Nodon.

Torino, marzo 1899.

