

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo di tutte le opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori ed Editori.

IDRAULICA PRATICA

SULL'ECONOMICO IMPIEGO DELL'ACQUA SOTTO PRESSIONE

per trasmettere la forza motrice alle gru ed alle altre macchine per il sollevamento od il trasporto dei pesi nelle officine di costruzione e di riparazione, nelle stazioni ferroviarie e nei porti.

1. — Nel fascicolo di dicembre dell'anno passato, pubblicando la relazione sul progetto del deposito franco e dei locali di esportazione in Napoli, degl'ingegneri Gaetano Bruno, Carlo Ciappa, Luigi Ferrara ed Alfonso Guerra, abbiamo in una breve nota a piè di pagina, preso riserva di ritornare in apposito articolo sulle ragioni economiche e tecniche, le quali ci conducono a preferire in ogni caso un sistema completo di meccanismi ed apparecchi idraulici, comunque piccola sia l'estensione delle banchine, ed irregolare si manifesti il movimento delle merci, al sistema proposto « di buoni e comodi apparecchi a mano, coadiuvati da altri a vapore, per sopperire ai casi di grandi movimenti da compiersi in breve tempo ».

Ci basterà a tale intento richiamare alla mente alcune nozioni su ciò che intendiamo in simili casi per apparecchi idraulici, e sull'idea essenzialmente economica degli *accumulatori*.

2. — È fuori dubbio che sempre quando occorra forza motrice, e si avesse una caduta d'acqua disponibile, il saperne convenientemente servire per mezzo di ricevitori idraulici bene studiati (ruote, turbine, motori a stantuffo, ecc.), è sempre la soluzione più economica, specialmente in Italia ove il combustibile è a troppo caro prezzo.

Ma ben di rado avviene che la caduta d'acqua si trovi proprio là ove essa abbisogna: solo in alcuni casi è possibile condurre l'acqua e artificialmente creare la caduta sul luogo stesso dell'impiego; e sebbene la costruzione di un canale scoperto sia sempre una grande spesa, pure la possibilità di farlo deve essere considerata sempre come una particolare fortuna dei luoghi.

3. — Sorrise in altri casi l'idea di servirsi di una condotta d'acqua intubata, ovviando così a qualsiasi difficoltà nella configurazione del terreno, e la condotta delle acque potabili nelle grandi città ci offri, e tuttora ci offre alcuni esempi.

Da una statistica pubblicata appositamente per l'Esposizione Universale di Parigi risulta che nella Svizzera dal 1871 al 1877 inclusivo si applicarono 270 piccoli motori a colonna d'acqua del sistema Schmid. A Friburgo è dove si gode di più bella caduta, avendosi disponibile una pressione di 130 metri; e in quella città sette motori Schmid erano stati

impiantati nel 1877. A Losanna si ha una pressione di 120 metri, e negli anni 1876 e 1877 s'impiantarono 23 motori Schmid, tutti quanti della forza compresa fra uno e due cavalli. Il maggior numero di questi motori si trova a Zurigo dove alla fine del 1877 se ne avevano già 87, lavorando colla pressione di 45 metri d'acqua; nel solo anno 1874 se n'erano impiantati 28. Anche a Ginevra dove si dispone di pressione da 30 a 45 metri, si avevano in azione, alla fine del 1877, 80 motori Schmid, trenta dei quali della forza di un cavallo-vapore, e trentacinque altri di due cavalli.

Ma il fare una lunga condotta d'acqua per tubi affine di somministrarla agli utilisti di una qualche città non è metodo certamente economico. La spesa dei tubi permette solo codesto lusso per le acque potabili, e d'uso domestico, quando cioè al problema meccanico si sostituisce un problema d'igiene, altamente umanitario. Inoltre la perdita di battente per attrito dell'acqua nei tubi è molto rilevante, e bisogna proprio essere posti in posizione felice, siccome è posta Torino, perchè da un tubo della lunghezza di ben 18 chilometri possa effluire acqua ancora alla pressione di più che due atmosfere, a quasi 25 metri d'altezza.

4. — L'idea tuttavia di servirsi della forza motrice dell'acqua sotto pressione nei tubi, se non può accettarsi in via economica e generale per le grandi distanze, torna invece utilissima a risolvere il problema della distribuzione della forza motrice a più utenti vicini; torna tanto più economica quanto più sono piccole le distanze, e molteplici i punti in cui essa potrebbe saltuariamente occorrere. Le trasmissioni per mezzo di pressione d'acqua sono anzi altamente economiche quando si hanno anche in un solo stabilimento molte macchine le quali debbano lavorare soltanto ad intermittenza, e per poco tempo, ma che molta forza richiedono durante l'azione.

E su questo punto molto essenziale crediamo particolarmente d'insistere, perchè d'ordinario ingegneri e costruttori meccanici danno ed hanno dato sempre grande importanza agli studi per produrre economicamente o bene utilizzare la forza motrice, ma quanto a trasmetterla nel modo veramente il più economico nei singoli casi speciali, oh non ci pensano affatto.

Le trasmissioni non sono mai state considerate quale parte integrante del meccanismo complesso di uno stabilimento; si studiano motori speciali, s'impiantano macchine operatrici di tutte le specie; ma quanto al modo di trasmettere e d'impiegare la forza motrice si segue sempre il metodo generale; lunghi alberi di trasmissione longitudinali e trasversali, orizzontali e verticali, gruppi di ruote dentate coniche, puleggie e cinghie, e poi intorno ad ogni macchina operatrice tanti organi di trasformazione del moto e della velocità quanti sono necessari per conformarsi al sistema indiscutibile e generale della trasmissione.

5. — Se non che bisogna avvezzarsi a considerare i problemi meccanici da un punto di vista molto più generale, e che anzi non esiterei a dire, un po' meno matematico ed un poco più filosofico. Compiango il vero materialismo di coloro che si sforzano ad abbassare l'organismo umano al livello di una macchina qualunque, e credono di aver fatto una grande scoperta, perchè un qualche generale principio di meccanica od anche lo stesso ciclo di evoluzioni fisiche di una macchina a vapore veggono esattamente riprodursi in loro stessi, o com'essi dicono, nella macchina uomo. Quelli non pensano che chi ha congegnato una macchina e chi la perfeziona è l'uomo stesso, il quale non può far altro che copiare e riprodurre, sovente senza accorgersene, una gran parte di se stesso, o dei fenomeni della natura che lo attorniano. Nè potrebb'essere altrimenti, dappoichè ci studiamo di ottenere colle macchine ciò che, o per quantità, o per precisione, o per continuità di azione, ci sarebbe assolutamente impossibile ottenere dalla macchina uomo. Invertiamo adunque addirittura il problema, e si giudichi della bontà di un sistema meccanico, e del grado di perfettibilità di un meccanismo, secondochè più l'uno e l'altro rispondono a quelle idee fondamentali ed a quel complesso di principii generali ed economici che regolano le nostre azioni; e solamente allora noi vedremo come sia vero prezzo dell'opera esaminare e studiare la perfetta corrispondenza di questi due grandiosi lavori del progresso sociale, l'uno *meccanico*, l'altro *morale*.

Sì, o lettori, noi non facciamo che rimanere nel vero, considerando ad es. il *volante* d'una macchina, come una massa di forza viva predominante, chiamata ad esercitare un primo atto di volontà su quegli altri organi minori, i quali dovendo muoversi di moto alternativo, sono costretti a spostare il loro centro di gravità ad ogni istante, ossia hanno con loro il naturale istinto di opporsi continuamente alla uniformità del moto. E di fatto noi troviamo, che i principii generali della meccanica applicata assegnando ai volanti quelle proporzioni più grandiose e più acconcie a concepire sotto una stessa velocità angolare la maggiore forza viva, e disponendoli sull'albero che ha la maggiore velocità di rotazione, ci prescrivono le due condizioni insuperabili colle quali fin anco il predominio materiale e morale delle nazioni si svela; la forza imponente ed il posto migliore.

Nè qui si arresta ancora il meccanico a cui spetta di studiare l'ufficio che un volante ha da compiere. Mentre una macchina muove e lavora, riscontrasi in certi istanti un eccesso del lavoro motore sulla resistenza che le si oppone da vincere, e si vuole che il volante accumuli in se stesso, e conservi sotto forma di forza viva, la maggior parte di questo lavoro dalla macchina raccolto in eccedenza, per restituirlo dopo pochi istanti, quando la resistenza da vincere verrà a superare a sua volta il lavoro motore. Vuolsi in una parola che quest'organo meccanico soddisfaccia all'idea fondamentale di un primo risparmio. Evidentemente non è che un'idea ristretta a pochi giri della macchina, è una idea di ben corte vedute, ma paragonabile in tutto a quella non meno piccina, che dev'essere nata all'uomo preistorico nell'età della pietra, quando un primo dominio sull'istinto animalesco dev'essersi fatto sentire, ed un primo atto di volontà deve averlo determinato a non più divorare in un giorno tutta la provvista che era riuscito non senza fatica

a formarsi, ma di pensare all'indomani almeno, quando appunto per la sentita necessità di perfezionare o di rifarsi un'arma, avesse avuto ad incontrare una maggior resistenza da vincere, o dovesse impiegare tutte le forze, e tutto il giorno a dirozzarsi una selce!

Ma se codesta idea del risparmio, come è tradotta nel volante di una macchina motrice è molto primitiva, è troppo ristretta, noi la vediamo invece divenuta gigante nell'applicazione dell'*accumulatore* alle trasmissioni per mezzo di pressione d'acqua, le quali diventano per esso grandemente economiche.

6. — Fin dal 1846 William Armstrong costruiva nelle sue officine ed erigeva sul *quai* di Newcastle la prima gru con motore a colonna d'acqua; e questa *storica* gru, che funziona tuttora lodevolmente, e che prese il nome del suo inventore, deve essere considerata come il vero punto di partenza dell'impiego industriale dell'acqua sotto pressione.

A quest'apparecchio l'acqua doveva essere somministrata dai tubi dell'acqua potabile, ed al sollevamento dei pesi si provvede mediante l'azione simultanea ed accoppiata di tre stantuffi scorrevoli in cilindri obliquamente disposti; gli stantuffi scorrendo in un senso, il peso viene innalzato, e nel caso contrario il peso discende; mentre lo stantuffo di mezzo può all'occorrenza lavorare da solo, sempre quando il carico da sollevare fosse relativamente piccolo. Un quarto stantuffo con asta munita di dentiera, movendosi in cilindro orizzontale, e scorrendo in un senso o nell'altro, serve ad orientare la gru.

Ma come si passò dalla gru idraulica di Armstrong alla idea dell'*accumulatore*? Un'essenziale questione si presentava da risolvere per bene assicurare la riuscita di questi ed altri simili apparecchi, dovendosi trovar mezzo di ottenere una pressione d'acqua costante, della quale si potesse sempre disporre a volontà; la pressione delle ordinarie condotte d'acque potabili essendo soggetta a troppo grandi variazioni, provenienti naturalmente dal maggiore o minor consumo d'acqua che si fa nelle città.

E fu perciò immaginato il così detto *accumulatore*.

S'immagini, coll'idea analoga dei torchi idraulici, uno stantuffo rifluire scorrevole in un cilindro verticale a pareti assai resistenti, del diametro variante a seconda dei casi e per esempio, di 45 o di 60 centimetri, e di lunghezza ordinariamente compresa fra 6 ed 11 metri. Una grande cassa cilindrica a sezione anulare circonda questo cilindro ed è superiormente sospesa all'estremità dello stantuffo, sicchè muovesi verticalmente con esso, opportunamente diretta con apposite guide. Questa cassa è tutta piena di materie pesanti; sono scorie di ferro, prismi di ghisa, ecc. Il sollevamento dello stantuffo e di tutto il peso della cassa si ottiene iniettando l'acqua nel cilindro, al di sotto dello stantuffo, per mezzo di un'apposita tromba mossa d'ordinario da una piccola macchina a vapore. L'acqua dell'*accumulatore* si spinge per mezzo dei tubi distributori nei diversi luoghi ove richiedesi forza motrice per essere semplicemente somministrata coll'apertura di una valvola all'una od all'altra delle diverse gru od altre macchine operatrici.

Così ideato l'*accumulatore* non tardò a ricevere nuove e ben più estese applicazioni economiche, essendochè non solo non vi ha più gruppo di gru idrauliche destinate a qualche

servizio senz'altro vi siano uno o più accumulatori; ma questi furono impiegati ad immagazzinare, ed al momento voluto a distribuire la forza motrice stata loro somministrata a poco a poco dal lavoro costante e non interrotto di una piccola motrice.

7. — L'accumulatore altro non sarebbe adunque che un gran serbatoio di forza, il quale abita a pian terreno e tiene le veci stesse di un gran serbatoio d'acqua in sulla sommità di un'alta torre; colla sola differenza che la pressione idraulica è mantenuta non più per mezzo d'una colonna d'acqua, ma di un gran peso; e questo peso è tale da esercitare una pressione in alcuni casi superiore a quella che ci venisse da un castello d'acqua dell'altezza di 450 metri! un castello d'acqua che i costruttori sarebbero alquanto imbarazzati ad erigere, e che ci costerebbe una spesa ingente, per non dire impossibile, ed a cui siamo riusciti a supplire nel modo il più economico con un semplicissimo principio generale di meccanica.

Nè qui si arrestano ancora i vantaggi dell'accumulatore; la sua azione economica diventa quasi miracolosa quando parecchie delle macchine da adoperarsi lavorano ad intermittenza e colla più grande irregolarità; quando la forza da trasmettersi è soggetta a grandi e subitanee variazioni. Oh allora un accumulatore assume le funzioni di regolatore, ed opera nel modo il più previdente, il più preciso, il più economico che immaginar si possa. Le diverse gru di un medesimo stabilimento, o le altre macchine destinate al momentaneo sollevamento, od al trasporto dei grandi pesi, possono tutte dover rimanere in riposo e per un tempo considerevole; e quando meno lo si pensi, potrebbero tutte richiedere nel medesimo istante un eccezionale sviluppo di forza motrice; quale macchina colossale, o diremo meglio, quante macchine motrici non dovrebbero impiantarsi per tali lavori, e per quanto tempo dovrebbe poi ciascuna di esse restare oziosa, lasciando andare in pura perdita molta forza motrice per l'impossibilità pratica di arrestare la corrente dell'acqua nel canale, o la corrente del calore che mantiene nella caldaia la voluta pressione; e quanti macchinisti e fuochisti! La sola macchina invece che muove la pompa e solleva lo stantuffo accumulatore, lavora di continuo, producendo, se vuolsi, poca quantità di lavoro, ma sempre costante, sempre raccolta, e sempre pronta ad essere spesa nel momento del bisogno.

8. — Negli stabilimenti dove occorrono molte gru ad una certa distanza l'una dall'altra, lungo le banchine dei porti marittimi ad esempio, conviene far uso di parecchi accumulatori, due dei quali sono posti alle estremità della condotta principale dell'acqua compressa; si caricano da 40 a 60 chilogrammi per centimetro quadrato tutti gli accumulatori ad eccezione di quello solo presso cui si colloca la pompa e la macchina motrice, ed il quale dovendo presiedere a tutti gli altri accumulatori, e regolare la macchina motrice, riceve una carica maggiore degli altri, di 5 a 6 chilogrammi; per tale disposizione di cose esso è naturalmente l'ultimo a salire ed il primo a discendere.

La più estesa applicazione di questo sistema cominciò a farsi nei docks marittimi dell'Inghilterra, dove gli apparecchi a pressione d'acqua servono alla manovra delle porte delle chiuse, al rimorchio ed al tonnage delle navi, a scaricare, trasportare ed immagazzinare le merci.

Lo stesso sistema andò via via generalizzandosi nelle stazioni ferroviarie, nelle officine, negli arsenali militari, ecc., ma ben si comprende che le disposizioni meccaniche atte ad eseguire nelle volute condizioni codeste operazioni, debbano essere assai variate da un caso all'altro.

Fra gli esempi più belli è citata la macchina costruita per caricare il litantrace sulle rive dell'Humber, dove i barconi carichi di trentadue tonnellate di carbone, rimorchiati in un bacino, sono sollevati a considerevole altezza.

In Francia, e segnatamente a Marsiglia, a Rouen, a Parigi, la Società delle ferrovie di Lione ha dato il miglior esempio nell'applicazione di questo principio idrostatico al servizio delle merci, od anche al rimorchio dei veicoli nelle stazioni. A detta di Armstrong stesso quegli apparecchi meritano d'essere a preferenza degli altri descritti, e presentati siccome veri *specimens*.

Nella stazione delle merci a Parigi-Bercy si sono impiantate diciotto gru idrauliche, quindici delle quali capaci di sollevare 1500 chilogrammi cadauna, e tre della forza massima di chilogr. 3000; oltre a due argani con sedici puleggie di rimando in vario senso ed in varii luoghi disposte, e destinate alla manovra dei veicoli sulle rotaie. Tutti questi apparecchi sono mossi dall'acqua la cui pressione è da 50 a 55 chilogr. per cent. quadrato. I due cilindri orizzontali di una macchina a vapore della forza di 70 cavalli, con espansione e senza condensazione, muovono direttamente due pompe a stantuffo rifluitore, le quali aspirano l'acqua da un serbatoio a metri 5 di altezza per ricacciarla negli stantuffi di tre accumulatori, di cui uno più vicino alla macchina a vapore le serve da regolatore, ed è perciò sovraccaricato di 500 chilogr. in più che gli altri due.

Anche a Torino, nella fonderia e nel cortile del R. Arsenale di Artiglieria, abbiamo un modesto ma bellissimo esempio di distribuzione della forza motrice ad alcune gru della fonderia e della torneria per mezzo dell'acqua sotto pressione; una piccola macchina a vapore lavora di continuo a sollevare un accumulatore; mentre coll'apertura di un semplice rubinetto, o col solo premere col piede un bottone che è a livello del suolo si pongono in moto gru fisse, e gru scorrevoli, a seconda del bisogno, argani di trazione, piani sollevatori, ecc.

9. — Fu specialmente per opera di Armstrong che le trasmissioni a pressione d'acqua diventarono in questi ultimi tempi industrialmente preferibili; una buona macchina a colonna d'acqua a doppio effetto, e con due cilindri è sempre capace di un bel rendimento, e questo genere di motori meriterebbe un pò più di confidenza per parte dei nostri industriali. Alcune di queste macchine sono a cilindri fissi, orizzontali, altre sono a cilindri oscillanti. L'apparecchio di distribuzione per cadaun cilindro consiste in un ordinario cassetto senza anticipazione e senza ricoprimento, ma che dev'essere regolato con molta precisione per causa della incompressibilità dell'acqua. Occorrendo la inversione del movimento si ricorre al settore di Stephenson. Quando la inversione non è necessaria, ottiensì talvolta la distribuzione per mezzo di una cannella a quattro vie, come nelle macchine a vapore di Maudslay. Sovente ancora si impiegano macchine a colonna d'acqua a cilindri oscillanti, con distribuzioni analoghe a quelle delle macchine a vapore dello stesso sistema, ed incontransi pure tre cilindri oscillanti a doppio effetto;

i cui stantuffi muovono le manovelle disposte a 120°. Tale è appunto il sistema di macchine a colonna d'acqua, di 8 cavalli di forza, stabilito ai docks di Marsiglia, i cui tre cilindri oscillanti intorno ad un asse orizzontale, muovono direttamente per mezzo dei loro stantuffi un albero ripiegato a gomiti. Questi cilindri hanno il diametro interno di millimetri 108, e la corsa degli stantuffi è di mm. 804. Il perno cavo di ciascun cilindro oscillante riceve per una parte l'acqua motrice, e per l'altra muove il cassetto di distribuzione, che trovasi affatto staccato dal cilindro.

10. — In una memoria del sig. Robinson sulla trasmissione del lavoro a distanza (*) letta alla Società degli Ingegneri Civili di Londra, si trovano alcuni importanti ragguagli sull'impianto di trasmissioni a pressione d'acqua fatto dallo stesso sig. Robinson nel 1872 a Kingston sul fiume Hull, un affluente del fiume Humber. La trasmissione ha luogo mediante un tubo principale di ghisa della lunghezza di 1485 yards (1358 metri) e del diametro interno di 6 pollici (15 cent.) stato provato alla pressione di 2800 libbre per pollice quadrato (140 atmosfere circa) prima della messa in opera, e successivamente alla pressione di 800 libbre (54 atmosfere).

Ad esercitare la dovuta pressione idraulica nella condotta si progettò un edificio con quattro macchine a vapore della forza di 60 cavalli ciascuna, e due accumulatori; ma non si impiantarono per ora che due macchine a vapore aventi ciascuna due cilindri e due trombe di compressione. Ogni paio di trombe può spingere 130 galloni d'acqua (590 litri) per minuto alla pressione di 700 libbre per pollice quadrato (atmosf. 47,6) mantenendo il vapore alla pressione di 100 libbre (7 atmosf.). I cilindri motori hanno il diametro di pollici 12 $\frac{1}{4}$ (0^m,311) e la corsa di 24 pollici (0^m,610). Le trombe, a doppio effetto, hanno i loro stantuffi col diametro di pollici 4 $\frac{9}{16}$ (0^m,116) e l'asta dello stantuffo ha il diametro di pollici 3 $\frac{1}{8}$ (0^m,079). Somministrano il vapore due caldaie Lancashire lunghe 22 piedi e 6 pollici (m. 6,86), del diametro di 6 piedi e 6 pollici (m. 1,98).

L'acqua necessaria ad alimentare le caldaie è aspirata dal fiume per mezzo di due trombe a forza centrifuga, sistema Appold, mediante un tubo del diametro di 10 pollici (m. 0,254) che la immettono in una cisterna ad un livello che è a 35 piedi (m. 10,67) sul livello delle magre nel fiume. Ogni tromba a forza centrifuga è messa in azione da una macchina a vapore a tre cilindri del noto sistema di Brotherhood, e somministra 800 galloni (3634 litri) d'acqua per minuto, lavorandosi con vapore alla pressione di 7 atmosfere.

L'accumulatore è pure annesso all'edificio idraulico; lo stantuffo ha il diametro di 18 pollici (m. 0,457) e la corsa di 20 piedi (6 m.). Esso è caricato di un peso di tonnellate 58,4 ed è destinato a mantenere nella condotta una pressione di 610 libbre (atmosf. 41,5).

La spesa d'impianto risultò di lire sterline 17 mila.

La Società del Dock prese una diramazione di 4 pollici (10 centim.) per mettere in azione le gru ed altri apparecchi dal lato sud del Queen's Dock, e paga in ragione di 4 scellini per 1000 galloni d'acqua (franchi 1,10 per ogni 1000 litri).

(*) Minutes of Proceedings of The Institution of Civil Engineers, vol. XLIX, Session 1876-77. — Part. III — « The Transmission of Power to Distances » by Henry Robinson, M. Inst. C. E.

Ecco d'altronde la tariffa della Società d'esercizio:

Per una gru	Lire sterline	50 all'anno
» 2 »	»	94 »
» 3 »	»	132 »
» 4 »	»	166 »

Ciascuna gru deve avere il proprio contatore. Cento tonnellate possono essere elevate in un giorno a 40 piedi (12 metri) d'altezza mediante ciascuna di tali gru. La spesa è dunque inferiore di mezzo penny, ossia 5 centesimi per ogni tonnellata elevata a 12 metri d'altezza. Si fanno speciali contratti per strettoi idraulici, argani, ed altre macchine, a seconda delle esigenze.

Tuttavia nel bilanciare la convenienza dell'acqua sotto pressione, non bisogna trascurare che i congegni idraulici danno generalmente luogo ad un egual consumo d'acqua, quando una macchina lavora, sia che questa debba sviluppare tutta la forza di cui è capace, sia che ne occorra una menoma parte. Sonvi però alcune gru nelle quali l'acqua motrice può con opportuno congegno di valvole essere utilizzata in quantità semplice o doppia a seconda del lavoro richiesto; ed ove di cotesta disposizione potesse ulteriormente spingersi l'applicazione, è certo che sarebbe alquanto attenuata l'obbiezione dell'impossibilità di servirsi, come nelle macchine a vapore, del principio d'espansione.

Nella memoria del sig. Robinson si passano in rivista le successive applicazioni fatte nelle seguenti località: Albert-Docks — Cotton's Wharf — Paddington — Swansea — St. Katharine Docks — London-Docks — Victoria Docks. E vi ha pure una tabella relativa al costo della trasmissione della forza motrice nelle diverse località ora indicate, mediante acqua sotto pressione da 600 a 780 libbre per pollice quadrato, (da 40 a 48 atm.). Nel determinare questo costo il Robinson tiene conto di un effetto utile pari all'80 % dell'acqua immessa nella condotta forzata principale, e valuta al 15 % l'interesse del capitale e l'ammortizzazione. Or bene, in tutte le località sovraindicate il costo d'un lavoro meccanico di 100 piedi-tonnellate oscilla fra denari 0,70 ed 1,89; la media generale è di denari 1,26; locchè vuol dire, nelle nostre unità di misura, che il costo medio di un lavoro di diecimila chilogrammetri sarebbe appena di 4 centesimi.

11. — Non occorre aggiungere, che le trasmissioni a pressione d'acqua convengono egualmente per i piccoli impianti, e tanto più convengono quanto più brevi sono le distanze, e molteplici i punti, e saltuario il bisogno di forza motrice; infine che tutto ciò è considerato non solo dal punto di vista teorico e scientifico, ma da quello assolutamente pratico.

Lo stabilire un servizio misto di apparecchi a mano, coadiuvati da apparecchi a vapore per sopperire ai casi fortuiti di grandi movimenti di merci non può essere una soluzione economica; perchè si hanno altrettante caldaie a vapore, quante sono le gru lungo le banchine, e dovunque esse occorran; or bene in caso di grande movimento di merci si ha il massimo spreco di combustibile e di personale; mentre col sistema idraulico, anche in caso di assoluta deficienza di movimento, la caldaia e la motrice che animano gli stantuffi accumulatori possono starsene egualmente in riposo; e si ha intanto negli accumulatori un sufficiente magazzino di forza, economicamente raccolta, la quale può essere spesa in qualsiasi punto occorra, mentre non vi ha difficoltà a rimettere sollecitamente in pressione la caldaia ed in azione

le trombe di compressione. Osserviamo infine che la manovra di una gru od altro qualsiasi apparecchio idraulico è tuttocì che di più semplice si possa immaginare, non avendosi che ad aprire un rubinetto movendo col piede o colla mano una leva; e ciò si può fare da qualsiasi persona. È nostra opinione che non solo gli scali marittimi, e le stazioni ferroviarie, qualunque sia la loro importanza, abbiano vantaggio grandissimo ad applicare la trasmissione dell'acqua sotto pressione, e gli occorrenti apparecchi idraulici, od in una parola il sistema dell'Armstrong, ma che questa applicazione convenga nell'interno di qualsiasi officina di costruzione e di riparazione.

G. SACHERI.

BONIFICA DEI TERRENI FERRARESI

OSSERVAZIONI SUL LAVORO DELLE MACCHINE

E SULLO STATO IDROMETRICO DELLE VALLI.

« Illustrissimo Signore,

« Fra le interessanti notizie statistiche sulla bonificazione delle valli del 1° circondario scoli di Ferrara, inserito nel fascicolo d'ottobre dell'*Ingegneria*, trovo citato un fatto in modo molto incompleto; e siccome esso costituisce quasi il fondamento d'ogni bonifica, un'esposizione fatta in tal modo può lasciar adito, a parer mio, alle più erronee e pericolose deduzioni. La benemerita Amministrazione di quel grande Consorzio, può, se vuole, con un'appendice togliere ogni dubbio, e rendere così un segnalato servizio all'ingegneria italiana; ed è appunto per ottenere così grande favore che scrivo queste poche linee.

« In quelle notizie adunque, dopo aver riferito la quantità d'acqua caduta durante il triennio 1875-78 entro il perimetro della bonificazione, si soggiunge che quantunque tutta quell'acqua sia stata espulsa mediante le macchine idrofore, pure « *il rapporto tra la pioggia caduta e l'acqua cacciata riesci in fatto del 100 al 35, e che quindi i rimanenti 65 per 100 sono scomparsi per effetto dell'assorbimento e dell'evaporazione* ». Dopo di che, come se l'argomento fosse esaurito, si passa a dire in modo non meno compendioso del come si sia provveduto, o si abbia in animo di provvedere, alla colonizzazione delle terre bonificate.

« Or bene, quell'affermare in modo così generico che il 65 per 100 dell'acqua che piove vada perduta per evaporazione e per assorbimento, non mi sembra molto conveniente. Non mi pare quello il modo di raggiungere il lodevolissimo scopo di trarre dai fatti osservati una deduzione che possa tornar utile a chi studia l'ardua questione delle bonifiche.

« Converrebbe almeno dire, e lo si potrebbe fare senza difficoltà, in qual modo varii quella proporzione nelle diverse stagioni, perchè ognun sa che in generale essa diventa massima nell'estate e minima nell'inverno, e che nelle stagioni medie ci avviciniamo piuttosto al termine minimo che al massimo, specialmente se esse corrono insistentemente piovose, perchè quando il terreno sia saturo d'umidità l'acqua finisce per andar tutta ai fossi. Se tale insistenza nella mala stagione avviene poi in primavera, l'impianto meccanico è esposto al più arduo cimento; perchè, come ognun sa, il grano ha bisogno in quei giorni di essere liberato senza indugio dall'elemento devastatore, mentre se invece il disastro avviene in autunno avanzato, si può ripiegare coi marzuoli e con altri cereali.

« Se il dato offertoci nella nota statistica di cui parliamo avesse reale importanza, ne verrebbe la conseguenza che in nessun altro luogo d'Italia la bonifica con mezzi meccanici

dovrebbe essere di più facile e sicuro esito che nel Ferrarese, perchè si hanno anche da vincere là delle prevalenze più moderate che nel corso medio del Po, e di più, è quella la parte della Penisola dove piove meno. Infatti il P. Denza in un suo recente lavoro riferisce che: « *a parità di latitudine, la pioggia cade in Italia più abbondante all'occidente che non all'oriente verso l'Adriatico. Molto minore si è la quantità di pioggia lungo la pianura posta tra l'Appennino ed il Po, dove va diminuendo per gradi da ovest verso est, e più dappresso all'Adriatico essa diviene più scarsa che fosse per tutto altrove in Italia* ».

« Lasciando dunque da una parte quei dati medii che non possono offrire nessun lume per lo studio del problema in discorso, risulterebbe invece dalle osservazioni meteorologiche compiute dal 1855 al 1870 presso la Regia Università di Ferrara, che durante la massima pioggia avvenuta in quel periodo, e che durò 10 giorni consecutivi, caddero complessivamente millimetri 151 d'acqua. Non ho qui sotto mano le osservazioni fatte a Ferrara durante la primavera 1876; ma dubito che anche allora sia avvenuto alcunché di simile. Non credo quindi di esagerare affermando che un Progetto di bonificazione nel Ferrarese debba esser redatto in base ad una pioggia di circa 12 millimetri d'acqua al giorno, che si ripeta per 10 giorni consecutivi. Accettando il coefficiente 0,40 proposto dall'illustre Turazza pel Padova allo scopo di valutare la quantità di pioggia che va perduta per evaporazione e per infiltramento, rimarrebbe un'altezza d'acqua di m. 0,0072 al giorno da espellere durante le 24 ore, se si vuol compiere un lavoro veramente utile specialmente in primavera.

« Ne segue che pei 51,000 ettari che compongono la bonificazione in discorso occorrerebbero macchine della portata massima di circa 42 m. c. al 1", cifra che è come vediamo superiore a quella di 30 m. c. indicata nella Relazione come la portata di quelle impiantate a Codigoro.

« Or bene, il risultato della bonifica ch'è dichiarato *soddisfacente*, s'è ottenuto mediante l'applicazione del coefficiente 0,57, e mi si è assicurato che la Società sarebbe anche più soddisfatta, se si fosse invece osservato il canone del Turazza. Non è quindi il caso, secondo me, di pubblicare nuda nuda una cifra, che mentre non ha nessuna reale importanza per la questione, interpretata malamente potrebbe incoraggiare qualche ingegnere poco coscienzioso, ad applicare addirittura invece di 0,40 un 0,65; pur di rendere così più agevole l'esecuzione del suo progetto.

« Si è in diritto di conoscere qualche cosa di più e di meglio dalla solerte Amministrazione del 1° circondario scoli di Ferrara, la quale certamente possiede tutti i dati che occorrono per poter soddisfare la nostra legittima curiosità. Potrebbe, per esempio, dividere mese per mese, o meglio decade per decade, la quantità di pioggia o di neve caduta, e l'acqua espulsa cogli apparecchi meccanici, unendovi le contemporanee osservazioni termometriche ed idrometriche, le quali ultime saranno state certamente eseguite nel canale d'arrivo a monte delle macchine idrofore, come negli altri canali esistenti nella zona bonificata. Si vedrebbe così a quale altezza salirono le acque interne nella primavera del 1876, durante quella grossa e lunga piena primaverile.

« Spero di non essermi male apposto confidando nella gentile condiscendenza di chi meritamente presiede alla più colossale impresa di questo genere tentata finora in Italia, ed i lettori dell'*Ingegneria* saranno certo molto grati a chi porrà a loro disposizione un materiale tanto prezioso. Il sistema dei prosciugamenti con mezzi meccanici non è ancora stato studiato da noi con criteri veramente sereni ed è tempo oramai che si faccia luce meridiana sopra un argomento che interessa in sommo grado la Valle del Po, e che l'interesserebbe sempre più, perchè disgraziatamente si può asserire con certezza che le sue condizioni idrauliche già così gravi, non andranno migliorando col tempo ».

« Pomponesco (Mantova), dicembre 1878.

« Ing. L. CANTONI ».

QUADRO del lavoro mensile prodotto dalle Macchine Idrofore di Codigoro coi dati idrometrici relativi.

MESE	ALTEZZA D'ACQUA piovuta nel mese		SOMMA delle ore di lavoro di ciascuna pompa		ESAURIMENTI	CONSUMO							
			ore	min.		Carbone		Olio		Stoppa		Petrolio	
1874													
Luglio	27	22	—	—	1,461,242	—	—	—	—	—	—	—	—
Agosto	35	»	—	—	1,072,666	—	—	—	—	—	—	—	—
Settembre	23	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ottobre	35	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Novembre	47	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dicembre	108	82	—	—	10,154,735	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTALE	278	05	—	—	12,688,743	—	—	—	—	—	—	—	—
1875													
Gennaio	46	52	591	53	12,569,238	—	—	—	—	—	—	—	—
Febbraio	58	07	568	10	10,038,814	—	—	—	—	—	—	—	—
Marzo	87	92	1,115	55	21,854,296	—	—	—	—	—	—	—	—
Aprile	57	72	890	35	15,325,642	—	—	—	—	—	—	—	—
Maggio	23	86	105	10	1,785,070	—	—	—	—	—	—	—	—
Giugno	63	28	49	45	851,189	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTALE	337	37	3,321	28	62,424,249	—	—	—	—	—	—	—	—
1875													
Luglio	63	90	139	03	754,296	—	—	—	—	—	—	—	—
Agosto	131	56	172	16	798,876	—	—	—	—	—	—	—	—
Settembre	4	90	31	60	61,477	—	—	—	—	—	—	—	—
Ottobre	117	10	114	13	1,396,477	—	—	—	—	—	—	—	—
Novembre	111	42	152	—	6,380,957	—	—	—	—	—	—	—	—
Dicembre	110	34	1,726	25	36,294,159	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTALE	539	22	2,335	57	45,686,242	—	—	—	—	—	—	—	—
1876													
Gennaio	75	17	1,456	20	29,257,872	—	—	—	—	—	—	—	—
Febbraio	21	02	1,152	25	23,608,450	—	—	—	—	—	—	—	—
Marzo	93	44	1,477	15	30,257,131	—	—	—	—	—	—	—	—
Aprile	51	76	1,379	35	27,530,057	—	—	—	—	—	—	—	—
Maggio	100	24	941	50	20,602,684	—	—	—	—	—	—	—	—
Giugno	160	85	718	20	14,597,426	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTALE	502	49	7,125	45	145,853,620	—	—	—	—	—	—	—	—
1876													
Luglio	77	—	707	10	11,661,710	4,313	04	870	60	79	10	101	80
Agosto	127	—	290	15	4,821,001	1,269	05	460	—	37	—	62	50
Settembre	39	—	233	50	3,618,264	1,359	82	356	50	26	—	99	50
Ottobre	40	—	154	25	2,433,303	896	90	285	—	38	50	65	50
Novembre	101	—	733	50	12,114,192	3,107	68	1,129	—	76	15	196	—
Dicembre	54	—	1,466	25	20,982,032	5,993	24	2,297	80	139	75	416	—
TOTALE	438	—	3,585	55	55,650,502	16,939	73	5,398	90	396	50	941	30
1877													
Gennaio	28	—	1,284	35	25,932,445	5,574	95	1,832	30	163	90	448	50
Febbraio	29	08	799	15	14,561,875	6,099	05	774	20	140	—	266	50
Marzo	42	81	957	50	20,821,404	5,572	80	1,149	90	127	90	282	—
Aprile	121	13	1,330	—	30,934,717	5,588	45	1,484	70	149	40	213	50
Maggio	85	59	1,909	45	39,694,147	9,669	21	2,029	60	186	50	287	50
Giugno	38	27	189	50	5,384,320	1,284	36	235	50	40	60	41	—
TOTALE	344	88	6,471	15	137,328,908	33,788	82	7,506	20	808	30	1,539	—
1877													
Luglio	17	85	49	—	1,325,308	406	23	79	90	11	20	10	—
Agosto	4	23	17	30	368,082	159	96	42	—	4	10	5	—
Settembre	43	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ottobre	11	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Novembre	88	09	50	30	1,093,770	389	88	111	70	15	20	34	50
Dicembre	116	96	241	—	5,157,364	1,889	63	380	—	76	70	175	50
TOTALE	282	31	358	—	7,944,524	2,842	70	613	60	107	20	225	—
1878													
Gennaio	29	63	143	5	3,598,236	1,232	65	174	90	46	30	111	—
Febbraio	—	30	75	15	2,256,084	679	62	74	10	22	—	41	50
Marzo	26	61	77	30	1,969,974	692	02	97	—	18	—	27	50
Aprile	50	87	53	50	1,287,486	455	16	66	50	12	50	32	50
Maggio	27	66	64	15	2,189,853	685	75	94	50	20	—	29	50
Giugno	67	78	30	45	925,830	274	—	52	—	7	50	12	—
TOTALE	202	85	444	40	12,227,465	4,019	20	559	—	126	30	254	—
1878													
Luglio	36	14	27	—	846,650	242	50	50	—	8	50	12	—
Agosto	29	33	24	30	780,433	210	16	93	—	14	—	23	—
Settembre	73	75	75	55	1,877,412	607	50	107	—	14	—	23	50
Ottobre	87	66	280	15	6,187,829	2,047	—	402	—	46	50	95	—
Novembre	144	76	1,064	30	21,052,170	9,004	66	1,296	50	85	—	430	—
Dicembre	29	59	1,023	—	20,527,326	9,245	10	1,141	—	92	50	442	—
TOTALE	401	23	2,505	10	51,271,820	21,356	92	3,089	50	260	50	1,025	50

Non si tosto ricevuta questa lettera, ci siamo rivolti al senatore Bella, membro del Consiglio d'amministrazione della Società per la bonifica dei terreni Ferraresi, perchè ci fosse dato di pubblicare un quadro, dal quale risultasse per il triennio 1875-78, mese per mese, o meglio decade per decade, la quantità di pioggia o neve caduta, e quella dell'acqua espulsa cogli ingegni meccanici, unendovi le contemporanee osservazioni sullo stato idrometrico delle valli.

Ed il valente Ingegnere, con quella cortesia che è pari alla dottrina, ci comunicava or sono pochi giorni, l'estratto dei registri tenuti nello stabilimento di Codigoro per il lavoro giornaliero di esaurimento colle osservazioni pluviometriche relative. Codeste osservazioni giornaliere si riferiscono all'anno 1878 e sono ora continuate col massimo scrupolo, precisamente nello scopo di offrire dati sicuri per quelle conseguenze e deduzioni che si possono fare dal confronto dei fatti osservati e dei risultati ottenuti.

Per gli anni precedenti al 1878 non ci fu trasmesso che un quadro riassuntivo per ogni mese, che pubblichiamo a pag. 54 per la sua brevità; mentre inviamo copia all'egregio ingegnere Luigi Cantoni del quadro delle osservazioni giornaliere dell'annata del 1878, affinché lo ponga a base di quelle deduzioni che egli credesse di trarre nell'interesse della scienza pratica, e che noi saremo ben lieti di pubblicare.

Ci dispensiamo per ora dal pubblicare l'intero quadro delle osservazioni giornaliere del 1878 per la economia dello spazio e perchè l'annata 1878 nulla ha presentato di veramente eccezionale in confronto delle precedenti. Ponendo quelle osservazioni giornaliere sotto forma grafica si ha il vantaggio di avere contemporaneamente sott'occhio i diagrammi del lavoro delle macchine e dello stato idrometrico delle valli.

Crediamo ad ogni modo che tali notizie non possano tornare veramente utili per un confronto soddisfacente, se non si riferiscono ad un periodo d'anni sufficientemente lungo; ma appunto perciò speriamo di poter avere ogni anno il quadro delle osservazioni giornaliere dell'intera annata precedente, affinché rimanga in ogni caso soddisfatto il desiderio de' nostri lettori.

G. S.

APPLICAZIONI DEL CALCOLO

SULLA FUNZIONE MATEMATICA CONTINUA DELL'INTERESSE COMPOSTO.

1. — Nel *Prontuario dell'ingegnere*, pubblicato dalla Società «Hutte» e tradotto in italiano dagli ingegneri A. Rossi e C. Moleschott, a pag. 48, ho letto quanto segue:

« Interesse composto. — 1. Chiamando r l'interesse per l'unità di tempo e di capitale, n il numero di anni per cui si considera produttivo un capitale C , C_n l'accumulazione finale del capitale primitivo C e de'suoi interessi; si ha:

$$C_n = Cq^n \quad \dots \quad (1)$$

» essendo $q = 1 + r$.

« 2. — Nell'interesse composto continuo, nel quale cioè ad ogni istante gli interessi si sommano col capitale, si ha dopo n anni:

$$C_n = Ce^{rn} \quad \dots \quad (2)$$

» dove $e (= 2,7182818285)$ è la base dei log. naturali ».

Le formole (1) e (2) non concordano fra di loro, ed infatti facendo successivamente nella (1)

$$n = 1, \quad 2, \quad 3, \text{ ecc.}$$

si ha:

$$C_n = C(1+r); \quad C(1+r)^2; \quad C(1+r)^3.$$

Dalla (2) invece si ha:

$$C_n = Ce^r; \quad Ce^{2r}; \quad Ce^{3r}; \text{ ecc.}$$

Supposto il 5 ‰, cioè $r = 0,05$, eseguendo i calcoli numerici si troverebbe:

$$1+r = 1,05 \quad (1+r)^2 = 1,1025 \quad (1+r)^3 = 1,157625$$

$$e^r = 1,051271 \quad e^{2r} = 1,10517 \quad e^{3r} = 1,161834.$$

Ossia i valori dati dalla formola (2), sono più grandi di quelli della formola (1), e la discrepanza cresce col crescere del numero degli anni.

Donde questa differenza? Bisognerà vedere in qual modo le due formole surriferite furono ottenute.

2. — La (1), come ognuno sa, è la formola ordinaria degli interessi composti; il capitale C produce nel 1° anno il proprio interesse Cr , e per la fine del 1° anno diventa $C(1+r)$. Questo valore produrrà nel 2° anno esso pure il suo interesse $C(1+r)r$, per cui alla fine del 2° anno avremo: $C(1+r) + C(1+r)r = C(1+r)^2$.

Analogamente per la fine del 3° anno avremo:

$$C(1+r)^2 + C(1+r)^2r = C(1+r)^3.$$

In generale dopo un numero n qualunque di anni, il capitale C primitivo sarà diventato:

$$C_n = C(1+r)^n = Cq^n.$$

Questa formula presuppone che gli interessi sieno pagati o comunque computati, per la fine delle successive unità di tempo e non altrimenti.

Ma non è sempre così: talvolta le scadenze sono a 6 mesi, a 3, ad uno. Essendo r (saggio dell'interesse) un valore annuo, nei computi commerciali ed anche nei computi ordinari, per comodità si prende un saggio d'interesse della metà $\left(\frac{r}{2}\right)$, del quarto $\left(\frac{r}{4}\right)$, del dodicesimo $\left(\frac{r}{12}\right)$, computando un numero di unità di tempo rispettivamente doppio ($2n$), quadruplo ($4n$), duodecuplo ($12n$). La formola (1) allora diventa:

Per l'interesse pagabile ogni 6 mesi

$$C_n = C\left(1 + \frac{r}{2}\right)^{2n}$$

per l'interesse pagabile ogni 3 mesi:

$$C_n = C\left(1 + \frac{r}{4}\right)^{4n}$$

per l'interesse pagabile ogni mese:

$$C_n = C\left(1 + \frac{r}{12}\right)^{12n}$$

In generale supposto l'interesse pagabile k volte nell'anno, dopo n anni l'accumulazione del capitale primitivo C coi proprii interessi composti, ci sarebbe data da:

$$C_n = C\left(1 + \frac{r}{k}\right)^{kn} \quad \dots \quad (1')$$

Questo modo di computare gli interessi di un capitale si dice ad *interesse convertibile*, perchè si fa l'ipotesi che l'in-

teresse sia convertibile in capitale ogni 6 mesi, ogni 3, ogni mese, ed in generale k volte nell'anno.

Ora si sa che per k infinitamente grande si ha:

$$\left(1 + \frac{1}{k}\right)^k = e$$

ed inoltre:

$$\left(1 + \frac{r}{k}\right)^{kn} = e^{rn}$$

e perciò la (1') diventa:

$$C_n = C e^{rn} \quad \dots (2)$$

Cadiamo così sulla formula (2), la quale ci dà l'accumulazione del capitale co' suoi interessi da istante ad istante, ossia in modo continuo, per cui sta per un qualsiasi valore t del tempo, e non per i soli valori interi di n . Più in generale potremo quindi scrivere la formula (2) così:

$$C_n = C e^{rt} \quad \dots (2')$$

3. — La formula (2) o (2'), non è suscettibile di alcuna pratica applicazione, perchè nei casi pratici l'ultima suddivisione ammissibile del tempo è il giorno, onde riesce sufficiente e più comoda la (1'), che in tal caso si scrive:

$$C_n = C \left(1 + \frac{r}{360}\right)^{360n}$$

oppure:

$$C_n = C \left(1 + \frac{r}{365}\right)^{365n}$$

secondochè l'anno commerciale si considera di 360, oppure di 365 giorni.

Matematicamente parlando poi la (2) non è esatta. Che cosa è infatti r ? È il saggio dell'interesse, ossia l'interesse prodotto dall'unità di valore (dalla lira), alla fine di un anno, perchè allorquando si dice il 5 %, il 6 %, ecc., si sottintende all'anno. Quindi se per unità di tempo vogliamo prendere i sei mesi, il nuovo saggio dell'interesse non sarà $\frac{r}{2}$, ma un valore x tale che dopo due semestri accumulato con se stesso e coi proprii interessi composti dia il valore r . Dovrà perciò essere:

$$x + x + x \cdot x = r$$

ossia

$$(1+x)^2 = 1+r.$$

Analogamente se per unità di tempo si prendono i 3 mesi, il corrispondente saggio dell'interesse x_1 dovrà essere tale che:

$$(1+x_1)^4 = 1+r.$$

In generale diviso l'anno in k parti uguali, e queste, prese per unità di tempo, dovrà essere:

$$(1+z)^k = 1+r$$

essendo z il saggio d'interesse corrispondente alle nuove unità di tempo.

Da quest'ultima espressione si ha:

$$1+z = \left(1+\frac{r}{k}\right)^{\frac{1}{k}}$$

Per k infinitamente grande, sarà $\frac{1}{k}$ piccolissimo e della durata di un istante: saremo allora giunti all'interesse continuo.

$$\text{Facciasi perciò: } \frac{1}{k} = dt$$

e corrispondentemente $z = dr$.

Sarà dr l'interesse prodotto da una lira alla fine di ciascun istante, ossia del tempuscolo dt .

Sostituendo, avremo:

$$1+dr = \left(1+r\right)^{dt} \quad \dots (a)$$

$$\text{e } \log'(1+dr) = dt \log'(1+r) \quad \dots (b)$$

Svolgendo in serie

$$\begin{aligned} \log'(1+dr) &= dr - \frac{dr^2}{2} + \frac{dr^3}{3} - \frac{dr^4}{4} + \dots \\ &= dr - \left(\frac{dr^2}{2} - \frac{dr^3}{3} + \frac{dr^4}{4} - \dots\right) \end{aligned}$$

e trascurando la quantità tra parentesi del 2° membro:

$$\log'(1+dr) = dr$$

e quindi la (b) diviene:

$$dr = dt \log'(1+r).$$

Ora scrivendo:

$$1+dr = 1+dt \log'(1+r)$$

$$\text{ossia } (1+dr)^{\frac{1}{dt}} = \left\{1+dt \log'(1+r)\right\}^{\frac{1}{dt}}$$

si giunge in virtù dell'(a) alla seguente espressione:

$$\left\{1+dt \log'(1+r)\right\}^{\frac{1}{dt}} = 1+r$$

la quale ci dà l'accumulazione di una lira co' suoi *interessi composti continui*, per la fine di un anno. Per un tempo t qualunque quest'accumulazione sarà:

$$\left\{1+dt \log'(1+r)\right\}^{\frac{t}{dt}}$$

Per un capitale C , detta C_t la sua accumulazione co' suoi interessi composti continui dopo il tempo t , sarà:

$$C_t = C \left\{1+dt \log'(1+r)\right\}^{\frac{t}{dt}}$$

che si può anche scrivere:

$$C_t = C \left\{1 + \frac{t \log'(1+r)}{\frac{t}{dt}}\right\}^{\frac{t}{dt}}$$

ossia:

$$C_t = C e^{t \log'(1+r)} \quad \dots (3)$$

4. — A quest'espressione (3) si poteva giungere più speditamente differenziando la (1)

$$C_n = C q^n$$

che scriveremo

$$C_t = C q^t = C(1+r)^t \quad \dots (2'')$$

perchè vogliamo considerare un tempo t qualunque e non un numero esatto di anni.

Differenziando avremo:

$$\frac{dC_t}{dt} = C(1+r)^t \log'(1+r)$$

$$= C_t \log'(1+r)$$

ossia

$$\frac{dC_t}{C_t} = dt \log'(1+r)$$

Ora il rapporto $\frac{dC_t}{C_t}$, fra l'incremento che subisce il capitale nel tempuscolo dt , ed il capitale stesso, non è che il *saggio elementare* dell'interesse ossia l'interesse di una lira nel tempuscolo dt , che già abbiamo chiamato dr , per cui

$$dr = dt \log'(1+r)$$

Cadiamo così sull'eguaglianza che ci condusse nel caso precedente alla formola (3).

Però quest'uguaglianza ci dice anche che nell'ipotesi dell'interesse composto continuo il *saggio elementare* riferito all'unità di tempo vale $\log'(1+r)$; ossia che volendo passare dall'interesse composto ordinario, all'interesse composto continuo, il *saggio annuo* dell'interesse da adottarsi non è più r ma $\log'(1+r)$.

Per brevità facciamo:

$$\log'(1+r) = \alpha.$$

Avremo

$$1+r = e^\alpha$$

e sostituendo nella (2'') avremo finalmente:

$$C_t = C e^{\alpha t} = C e^{t \log'(1+r)}$$

5. — È facile vedere che le formole (1) e (3) coesistono pei valori interi del tempo.

Per

$$n = t = 1$$

la (1) diventa:

$$C_n = q = 1+r$$

e la (3) diventa:

$$C_t = e^{\log'(1+r)} = 1+r$$

Per

$$n = t = 2$$

la (1) diventa:

$$C_n = q^2 = (1+r)^2$$

e la (3):

$$C_t = e^{2 \log'(1+r)} = (e^{\log'(1+r)})^2 = (1+r)^2$$

Per

$$n = t = 3$$

$$C_n = q^3 = (1+r)^3$$

$$C_t = e^{3 \log'(1+r)} = (1+r)^3$$

e così di seguito, ossia in generale pei valori interi del tempo

$$C_n = C_t = q^n$$

6. — Concludendo diremo:

a) Che il *saggio dell'interesse* è un valore necessariamente annuo, perchè quando si dice che l'interesse è in ragione del 5 %, del 6 %, del 3 %, ecc.; ossia che $r=0,05$; $=0,06$; $=0,03$;, si sottintende all'anno;

b) Che il valore r del *saggio dell'interesse*, matematicamente parlando, deve considerarsi come l'accumulazione dei soli interessi di una lira operatasi per la fine di un anno, in modo continuo, ossia in modo che l'interesse di

un istante produca già i proprii interessi dall'istante successivo; in altri termini in modo che l'interesse si consideri capitalizzato alla fine di ciascun istante.

Ciò posto il *saggio annuo* dell'interesse non è più r ma $\log'(1+r)$.

Da queste due premesse ne deriva:

c) Che la formola ordinaria degli'interessi composti $C_n = Cq^n$, è necessariamente *discontinua*. Essa non vale che pei valori interi di n , ossia per gli istanti in cui terminano le successive unità di tempo. In altri termini questa formola presuppone che gli interessi non sieno capitalizzati che alla fine di ciascun anno: ciò d'altronde risulta dal modo stesso col quale questa espressione fu trovata;

d) Che la vera *funzione matematica continua* degli interessi composti è la seguente:

$$C_t = C e^{t \log'(1+r)}$$

nella quale gli interessi si suppongono capitalizzati alla fine di ciascun istante, e sono tali che alla fine di ciascun anno ciascuna lira produca l'interesse r ;

e) Finalmente, che l'espressione dell'interesse convertibile $C_t = C e^{rt}$, è ancora una funzione matematica continua, ma non soddisfa più alla condizione che r sia il *saggio dell'interesse*, ossia che ciascuna lira produca per la fine dell'anno l'interesse r . Il vero *saggio dell'interesse* sarebbe invece, secondo questa espressione, e^r .

G. FETTERAPPA.

GEOMETRIA PRATICA

PROCEDIMENTO GRAFICO

per la riduzione degli angoli al centro di stazione

Lettera dell'Ing. Prof. ANTONIO FAVARO.

Chiarissimo Collega,

Desidero di richiamare la di lei attenzione e quella dei lettori dell'*Ingegneria Civile* sopra un *Procedimento grafico per la riduzione degli angoli al centro di stazione*, che mi venne fatto di trovare, frugando fra i vecchi libri di matematica, nello studio dei quali maggiormente mi compiaccio. Di questo procedimento, che venne pubblicato in Germania or sono quarantasette anni (TULLA's, *Annäherungsconstructionem*, ecc., Karlsruhe, 1832, pag. 49), non ho trovata menzione nei trattati moderni di topografia che ho sotto mano, ma, poichè ai nostri giorni le costruzioni grafiche sono *tornate* in così grande favore, parmi valga veramente la pena di rimettere a nuovo questo procedimento caduto in oblio e di proporlo ai nostri ingegneri affinché veggano se, particolarmente nel caso di qualche grande operazione geodetica, non tornasse forse opportuno di adottarlo, risparmiando i calcoli laboriosi che richiede l'uso della formola ordinaria:

$$C = 0 + \frac{e \sin(0+y)}{g \sin 1''} - \frac{e \sin y}{d \sin 1''}$$

nella quale (fig. 20):

GCD=C è l'angolo cercato da misurarsi,

GOD=O l'angolo eccentrico misurato,

OC=e l'eccentricità,

CG=g la distanza dell'oggetto a sinistra,

CD=d » » destra,

DOC=y; GOC=O+y.

Ora le espressioni

$$\frac{e \sin(O+y)}{g \sin 1''} \quad \text{ed} \quad \frac{e \sin y}{d \sin 1''}$$

sono quei valori per gli angoli $\hat{CGO} = \alpha$ ed $\hat{ODC} = \beta$ che si chiamano *parallassi*, e che, per eseguire l'operazione in questione, devono anzitutto determinarsi.

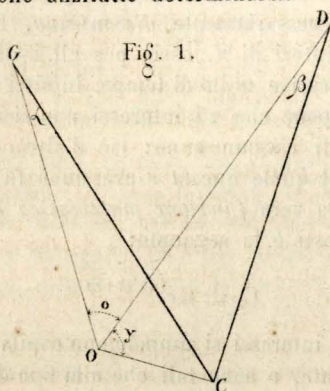


Fig. 20.

Ecco pertanto in che consiste l'accennato procedimento: Si divida un quadrante mediante raggi da 0° a 360° come è indicato nella fig. 21; indi si costruisca la tavola delle tan-

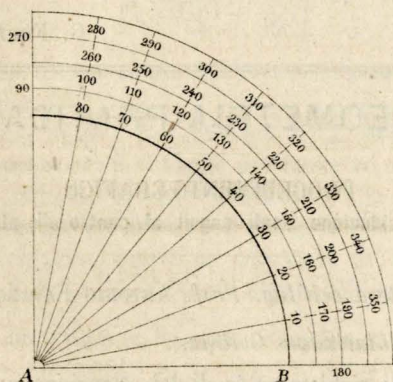


Fig. 21.

genti rappresentata dalla fig. 22. Per un raggio qualunque r si calcolino le tangenti degli angoli di secondo in secondo: la distanza r si porti in una scala ridotta sopra AB e la si divida in un certo numero di parti eguali corrispondentemente al grado di esattezza che si vuole raggiungere, e

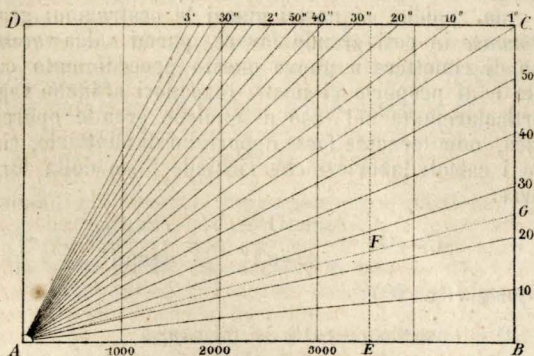


Fig. 22.

dai punti di divisione come dagli estremi di questa retta, si conducano delle normali ad AB. Sulla perpendicolare BC

si portino, a partire da B verso C nella stessa scala ridotta come AB, oppure in una qualsiasi altra, le tangenti calcolate ed agli estremi di queste, a partire da A si conducano le trasversali A1'', A2'', A3'', ecc. Finalmente si chiuda la figura con una retta CD condotta parallelamente ad AB: i punti d'intersezione di essa con quelle trasversali le cui tangenti sono troppo grandi per venire comodamente riportate, si hanno mediante facile calcolo.

Sopra quel raggio del quadrante (fig. 21) che con AB forma un angolo $= O+y$ si determini nella scala secondo la quale vennero riportate le tangenti, un punto la cui distanza da A sia uguale ad e , allora la perpendicolare da quel punto sul raggio AB è uguale ad $e \sin(O+y)$; ed essendo

$$\sin \alpha = \frac{e \sin(O+y)}{g},$$

quella perpendicolare è pure $g \sin \alpha$; inoltre per essere α un angolo così piccolo da potersi porre $\tan \alpha$ in luogo di $\sin \alpha$, la accennata perpendicolare può assumersi $= g \tan \alpha$.

Se ora si porta sulla retta AB della scala delle tangenti (fig. 22) una distanza AE (computata nella scala colla quale si è segnata la AB) ed uguale a g e sulla verticale in E la $EF = g \tan \alpha$, il punto F cade su quella trasversale AG, che indica sopra BC o CD il numero dei minuti e dei secondi della parallasse α , e ciò non solo nel caso in cui AB e BC sieno computati in una medesima scala, caso nel quale $EF = AE \tan \alpha$, ma ancora quando AB e BC sieno computate in base a scale diverse, poichè computandosi EF e BG sopra uguale scala, appariscono allungate od accorciate nel medesimo rapporto.

Vengo ora al modo di servirsi di tal procedimento.

Nella scala ridotta, secondo la quale vennero computate le tangenti, si prenda col compasso l'eccentricità e e si ponga una delle punte del compasso sul quadrante in A e l'altra sul raggio che dà l'angolo al centro $O+y$ od y , e si prenda la perpendicolare da quest'ultimo punto sul raggio AB del quadrante. Indi si trasporti quella grandezza sulla fig. 22 ponendo una delle punte del compasso sopra la retta AB ad una distanza da A uguale a g od a d e l'altra sulla verticale corrispondente, si determinerà così quella trasversale che somministra sopra BC o CD il valore della parallasse α o β .

Se $O+y$ è minore di 180° , dovranno sommarsi α e C, se maggiore sottrarsi; se y è minore di 180° si sottrarrà β , se maggiore si sommerà.

Se i dati soverchiano i limiti della scala delle tangenti e del quadrante, possono ciononpertanto determinarsi mediante essi le cercate parallassi. Se la distanza g o d nella scala ridotta è maggiore della lunghezza AB della scala delle tangenti, si prende $\frac{1}{n}$ della distanza, si determina per questa la parallasse e si divide poi il risultato per n ; se

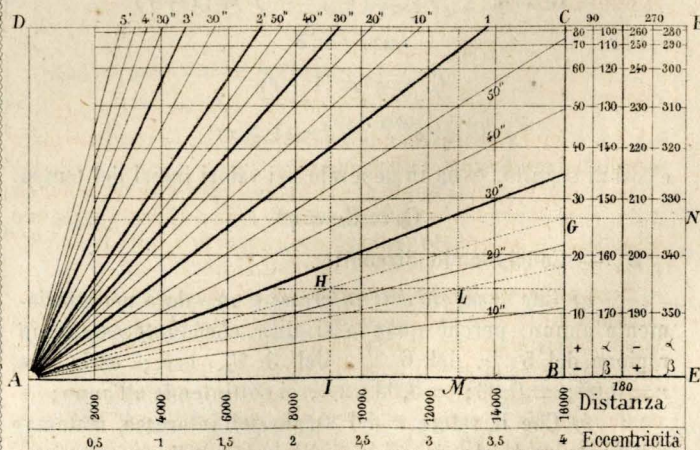


Fig. 23.

l'eccentricità nella scala ridotta rimane maggiore del raggio del quadrante, si determina la parallasse per una eccentricità $\frac{1}{m}$ della data e si moltiplica per m il risultato ottenuto.

Ciò vale pertanto solo allora che m ed n abbiano tali valori per i quali le parallasse stieno fra loro approssimativamente nella ragione inversa delle distanze e nella diretta delle eccentricità.

All'impiego simultaneo del quadrante e della scala delle tangenti testè indicato, può pertanto sostituirsi l'uso di una sola costruzione che in pari tempo dispensi da ricorrere al compasso.

Ciò si ottiene, combinando colla scala delle tangenti, quale venne già costruita, una scala dei seni, distribuita nelle quattro finche comprese in BCFE, come è indicato nella fig. 23, in modo che somministri il valore di $e \sin(O+y)$ o di $e \sin y$ per $e=AB$: scorrendo sulla scala delle tangenti si trova il valore corrispondente a qualsivoglia altra eccentricità computata a partire da A verso B, cosicchè scorrendo sulle orizzontali parallele si riesce alla trasversale che determina sopra BC la parallasse.

Si costruisca dapprima la scala delle tangenti. A questo scopo si misuri AB sopra una scala qualunque, per un raggio eguale al valore così ottenuto si calcolino le tangenti degli angoli, si portino a partire da B sopra BC e si conducano da A le trasversali ai punti così ottenuti, ciò può farsi per ogni secondo dei tre primi minuti e di cinque in cinque secondi per il quarto e per il quinto. Indi si ponga la retta AB come base della scala delle tangenti uguale ad una certa distanza dell'oggetto dal centro, la si divida in un numero conveniente di parti uguali, si conducano le verticali corrispondenti e ciascuna di esse si munisca di un indice che denoti la corrispondente distanza dell'oggetto dal centro.

Si calcolino ora parimenti per AB come raggio misurato nella medesima scala i seni dei singoli gradi e relative suddivisioni da 0° a 90° , con che si ottengono contemporaneamente i seni degli angoli fino a 360° ; questi si portino a partire da B sopra BC, si conducano per i punti così determinati delle orizzontali, a ciascuna delle quali si apponga un indice che denoti l'angolo corrispondente. Si consideri la retta AB come eccentricità di data lunghezza, la si divida in un certo numero di parti uguali, si conducano le corrispondenti verticali e si applichi a ciascuna un indice che denoti la corrispondente eccentricità.

Torna comodo di far coincidere la seconda divisione della retta AB colla prima, in modo quindi che ogni verticale sia munita di due numeri, uno dei quali denoti la distanza dell'oggetto dalla stazione, l'altro la grandezza dell'eccentricità.

Se ora è dato un angolo qualunque $O+y$ od y e la retta GN sia denotata con quest'angolo, BG è il valore di $e \sin(O+y)$ od $e \sin y$ per $e=AB$. Per la somiglianza dei triangoli BGA ed IHA, HI è il valore di $e \sin(O+y)$ od $e \sin y$ per una eccentricità $e=AI$. Se ora è LM quella verticale che corrisponde alla distanza g o d ed HL l'orizzontale corrispondente al punto H si ha:

$$LM = e \sin(O+y) = g \tan \alpha$$

oppure

$$LM = e \sin y = d \tan \beta$$

ed AL è allora la trasversale che somministra il valore della parallasse sulla scala delle tangenti.

Se il raggio per il quale si calcolano le scale delle tangenti e dei seni si prenda maggiore o minore, le due scale verranno allungate od accorciate nello stesso rapporto e quindi non ne rimarranno alterati i risultati ai quali si mira.

Ecco ora come si usa la tavola per tal modo costruita:

Si cerchi il dato angolo nella scala dei seni e si proceda sulla corrispondente trasversale della scala delle tangenti verso A finchè si arrivi a quella verticale che è denotata colla eccentricità data. Di lì si proceda sulla corrispondente orizzontale finchè si arriva alla verticale che porta per indice la distanza dell'oggetto dalla stazione, si perviene così a quella trasversale che partendo da A somministra sulla scala delle tangenti il valore cercato.

Quanto alle dimensioni da darsi alla tavola grafica esse sono arbitrarie e dipendono direttamente dal grado di esattezza che si vuole raggiungere.

Per ottenere la forma rettangolare, la quale, sotto il punto di vista del comodo uso, è preferibile alla quadrata, si è assunto nella figura $AB=24$ pollici ($0^m 72$) (c), $BC=16$ pollici ($0^m 48$), si è inoltre presupposto che AB come distanza corrisponda ad una lunghezza di 16000 canne (48000^m), e come eccentricità ad una lunghezza di 4 canne (12^m); che AB sia divisa in 80 parti eguali e che quindi i punti di divisione si succedano di 200 in 200 canne (di 600 in 600^m) per le distanze, di 5 in 5 pollici (di 15 in 15^m) per le eccentricità: le dimensioni della nostra figura tuttavia non permisero di segnare se non una verticale sopra dieci.

La medesima tabella può servire a varie ipotesi circa il valore di AB, purchè in corrispondenza ad esse si faccia procedere la relativa numerazione: così, per modo di esempio, la stessa scala potrebbe servire per una eccentricità di 10 canne (30^m) ed una distanza di 24000 canne (72000^m): basterebbe soltanto completare la figura con altre orizzontali prolungando le verticali fino al loro incontro e munirle degli indici relativi.

Le dimensioni della tabella sono affatto arbitrarie: quelle testè indicate sembrano tuttavia opportunissime per ciò che durante lunghi anni servirono con vantaggio e con notevole risparmio di tempo in estese misurazioni trigonometriche. La esattezza, mediante esse, ottenuta, è nella maggior parte dei casi pienamente soddisfacente, poichè così si determinarono parallasse che non eccedevano i 3 o 4 minuti, con tutta facilità fino ad 1 o 2 decimi di secondo (*leicht auf ein bis zweizehntel Sekunden genau gefunden werden können*).

Gradisca, egregio collega, i sensi di perfetta stima coi quali mi rassegno

Padova, li 27 marzo 1879.

Devotissimo
ANTONIO FAVARO.

(*) Il libro essendo pubblicato a Carlsruhe è da intendersi che le misure ivi considerate sieno le antiche badesi, vale a dire: 1 canna = 10 piedi = 100 pollici = 3 metri esattamente.

NECROLOGIA

Bartolomeo Gastaldi. — Cenno necrologico letto da QUINTINO SELLA alla R. Accademia dei Lincei nella seduta del 2 febbraio, 1879.

Una nuova e dolorosa perdita io vi devo annunciare. Pochi giorni dopo la morte del Sismonda, un altro collega nostro, pure geologo, ed il quale consacrò anch'esso parte non piccola della sua vita alla carta geologica delle Alpi occidentali, il Gastaldi, mancò in Torino il 5 gennaio.

Bartolomeo Gastaldi nacque il 10 febbraio 1818, in Torino. Il padre era tra i più chiari avvocati del foro torinese, la madre sorella del celebre incisore Volpato. Da essi nacquerò quattro figlie e sei figli, di cui, il primogenito, Lorenzo, dottore collegiato di teologia nell'Università di Torino, è oggi arcivescovo di quella Città; il terzo, Andrea, valente pittore e professore nella R. Accademia albertina di Torino; il quartogenito, Biagio, prof. nell'Università di Palermo, venne da immatura morte rapito alle scienze biologiche, e degli ultimi due, l'uno è distinto agronomo, l'altro fu medico al Brasile. Il secondogenito, il nostro Bartolomeo, dovea, secondo gli intendimenti del virtuoso e severo suo padre, succedergli nell'avvocatura. Ed infatti, laureato in leggi nel 1839, per qualche anno vi attese: ma il naturalista e l'artista ormai si ribellava. Fino dall'età giovanile raccolse fossili nella collina di Torino, che spesso percorreva; li andava studiando ed ordinando per guisa che un'istruttiva collezione paleontologica poco a poco prendeva il posto dei codici nella biblioteca paterna. Lo studio degli elementi delle scienze naturali, il culto della natura e quello dell'arte (chè egli era dal Paine e dal Romanini, flautisti di grido, considerato come uno dei loro migliori alunni) menomavano il tempo alle esercitazioni forensi, e poi del tutto lo toglievano.

Nel 1846 intrapreso col dottore Toschi un viaggio, intieramente, o quasi intieramente a piedi, da Genova a Marsiglia ed a Barcellona, la sua vocazione era irrevocabilmente fissata.

Dalla Spagna si recò a Parigi, ove attese parecchi anni con assiduità allo studio delle scienze naturali in quei grandiosi e ricchi stabilimenti che sono il Giardino delle piante, il Collegio di Francia, la Sorbona. Ivi stringeva con dotti stranieri, allora o poi illustri, conoscenza intima, e con giovani italiani attendenti a studi analoghi, così fida amicizia, che neppure la morte valse a sciogliere.

Due ordini di idee fondamentali dividevano allora i naturalisti intorno alla genesi della terra. Una serie di violenti cataclismi distruggenti ogni ordine di vita, e dopo ciascun di essi una novella creazione di esseri organizzati, scorgevano gli uni nelle successive formazioni geologiche; una lenta azione delle cause attuali, ma pel grande spazio di tempo potentissima, vi ravvisavano gli altri. Tra questi ben presto si schierava il Gastaldi, come quasi tutti i giovani d'allora.

Allo sbocco delle grandi valli alpine eransi notate talune singolari colline composte alla rinfusa di finissima sabbia, di ciottoli con forma svariata, imperocché se ne trova degli arrotondati, di quelli a spigoli taglienti, dei piccoli, dei medi e talora anche di quelli che misurano centinaia di metri cubi. Alcuni geologi svizzeri le dichiaravano semplice opera dei ghiacciai delle Alpi, in altri tempi assai più estesi che oggi non sieno. Invece i più riputati geologi le ritenevano prodotte da violentissime correnti di acqua aventi velocità enormi. Le correnti poi si attribuivano da taluni ad un'onda diluviale, da altri alla rottura delle dighe dei laghi alpini, dai più al subitaneo sollevamento delle Alpi, il quale secondo parecchi sarebbe stato accompagnato da eruzioni di rocce o di gassi, e quindi dalla fusione delle nevi e dei ghiacciai. La disputa era vivissima per non dire acerba.

Il nostro Gastaldi studiava le valli della Dora Riparia e della Baltea, e primo, per quanto io sappia, in Italia, ravvisava i caratteri i più irrecusabili di deposito glaciale nelle stupende morene che chiudono tali valli. Ei si associò al Martins, che si era occupato dei bacini elvetici. La loro pubblicazione nel 1850 fu una delle più belle pagine della geologia italiana, ed uno dei più efficaci contributi alla soluzione della controversia generale; essendoché nelle valli a meriggio delle Alpi, molto più profonde e sboccanti immediatamente nella vasta pianura del Po, le tracce del periodo glaciale riescono molto più nitide che a settentrione. Ed infatti parlando della Serra, che divide il Canavese dal Biellese dice il Favre (1): *cette grande digue est, je pense, la plus belle moraine ancienne que l'on connaisse*.

Uno dei più importanti sintomi della evoluzione che, verso gli ultimi anni del suo Regno, condusse il Re Carlo Alberto ad istituzioni liberali, fu la creazione nel 1846 di libere scuole tecniche serali, affidate a due valenti professori, il Giulio ed il Sobrero. Queste scuole di mano in mano si arricchivano di laboratori e di collezioni, cosicché uno dei vostri colleghi, il quale vi era professore di Geometria, poté nel 1854 ottenere dal Conte di Cavour che vi fosse portata un'importante collezione di minerali e rocce del Piemonte, formata dal Barelli parecchi anni prima, presso l'Azienda Generale dell'Interno. A riordinarla il vostro collega chiese l'aiuto dell'amico Gastaldi, che ebbe così occasione di essere conosciuto dal prof. Giulio e dal Cavour, i quali non tardarono ad apprezzarne il raro ingegno ed il singolare buon senso.

Nel gennaio 1855 il Gastaldi era nominato segretario di quell'Istituto tecnico, e nell'ottobre dello stesso anno gli erano affidate le importanti funzioni di capo dell'Ufficio centrale delle privative industriali, che per la prima volta si istituiva in Piemonte.

Le cure amministrative non distoglievano il Gastaldi dallo studio delle scienze naturali, e dal 1856 al 1858 egli pubblicava alcuni lavori paleontologici: e parecchie quistioni geologiche, attinenti agli effetti dei ghiacciai, erano oggetto delle sue cure.

Nel 1860 un manipolo di oggetti trovati nelle torbiere adiacenti ad Arona trasse il Gastaldi in un campo, nel quale egli doveva lasciare larga traccia della sua operosità. Ma io non posso darvene miglior conto, che leggendovi un appunto trasmessomi dal valente nostro collega Pigorini.

« La Paleoeotnologia può dirsi nata in Italia, perchè le prime osservazioni sulle armi e sugli utensili di pietra risalgono fino al sec. XVI, e furono fatte dal medico Samminiatese Michele Mercati: tuttavia l'onore di aver dato a quelle ricerche corpo e metodo di scienza toccò agli scandinavi Thomsen e Nilsson nel primo trentennio di questo secolo.

« In Italia non si praticarono sistematicamente le ricerche stesse, mentre davano importanti risultati nel Nord; pur tuttavia, senza tener conto di vari fatti ad esse relativi, notati in

casa nostra pei sec. XVII e XVIII, giova non dimenticare le osservazioni in proposito fatte in Italia dal 1800 a tutto il 1850. Giuseppe Maria Giovene (1) scrisse che nelle caverne del Pulo di Molfetta trovò nel 1783 oggetti di pietra, che dovevano essere stati fabbricati dall'uomo, perchè identici ad altri che usavano i nativi di Taiti. Thiébaud de Berneaud (2) constatò nel 1808 la presenza di oggetti litici nell'Elba, e altrettanto fece pel territorio di Scandiano in quel di Reggio d'Emilia il Venturi nel 1822 (3). Oggetti di età primitive vide Alberto Della Marmora nei banchi di conchiglie elevati sul livello del mare nelle coste della Sardegna fin dal 1831 (4), e poco dopo, cioè nel 1837, parlò di oggetti di selce della Campagna Romana il Bunsen (5). Nel 1843 il Salvagnoli-Marchetti presentò al Congresso degli Scienziati Italiani di Lucca avanzi preistorici raccolti in una caverna presso il Capo Argentaro (6). Di tali osservazioni le più importanti però son quelle del senatore Giuseppe Scarabelli, contenute in una Memoria pubblicata nel 1850 (7).

« Di oggetti di selce trovati poi nel Modenese parlò il Cavedoni nel 1851 (8), di altri rinvenuti presso Brescia nell'anno seguente fece menzione Gabriele Rosa (9), e nel 1853 il Gomonde presentò all'Istituto di Corrispondenza Archeologica armi silicee della Campagna di Roma (10).

« Tre anni appresso il Cavedoni descrisse il sepolcretò scoperto a Comarola nel Modenese, nel quale agli scheletri erano associate armi di pietra e di bronzo (11); nel 1857 notizie paleoetnologiche sulla Sardegna riferì Alberto La Marmora (12), e Francesco Forel nel 1859 descrisse gli oggetti dell'età della pietra, che cominciarono a raccogliere nelle caverne dei Balzi Rossi presso Mentone (13).

« Così si pervenne al 1860, nel quale anno le ricerche paleoetnologiche ebbero nuovo sviluppo. Il barone Francesco Anca parlò di oggetti litici delle caverne della Sicilia (14) e altrettanto fece il Falconer (15). Il Forel descrisse più ampiamente gli avanzi dell'età della pietra delle caverne di Mentone (16), il Boucher de Perthes ricordò oggetti litici della grotta di Palo nella provincia di Roma (17), e il La Marmora diede notizia di altre antichità dell'età della Pietra della Sardegna (18).

« Intanto al di là delle Alpi archeologi e naturalisti si davano cura di ricercare i resti delle stazioni lacustri, per la prima volta osservate dal Keller a Ober Meilen nel Lago di Zurigo, nel 1854.

« Sebbene Gabriele Rosa nel 1854 avesse espresso il desiderio (19) che si cercassero gli avanzi di tali stazioni nei laghi subalpini, e quantunque A. Sismonda nel 22 aprile 1860 presentasse all'Accademia delle Scienze di Torino punte di lancia di selce, trovate nella torbiera di Mercurago presso Arona (20), pure il merito di fare in proposito scientifiche indagini e di mostrare che l'Italia Superiore aveva avute vere abitazioni lacustri è tutto del Gastaldi, il quale nello stesso anno 1860, esplorata la detta torbiera di Mercurago e alcune altre Piemontesi, sui risultati ottenuti pubblicò una breve relazione nel *Nuovo Cimento* di Pisa (21) intitolata « *Selci lavorate, oggetti in bronzo ed in legno trovati nella torbiera di Mercurago presso Arona* ».

(1) Opere, Bari, 1840, parte II, p. 592.

(2) Voyage à l'Île d'Elbe, Paris, 1808, p. 41.

(3) Storia di Scandiano, Modena, 1822, p. 236.

(4) Journal de Géologie, 1831.

(5) Notice sur le Musée Dodwel, Rome, 1837, p. 11, 54.

(6) Atti della V. Riunione degli Scienziati Italiani, p. 264.

(7) Intorno alle armi antiche di pietra dura che sono state raccolte nell'Imolese. Nuovi annali delle scienze naturali di Bologna, 1850.

(8) Annuario Storico Modenese, 1851, p. 21.

(9) Il Crepuscolo, 1852, p. 286, 288.

(10) Bull. dell'Istit. di Corrisp. Archeol., 1853.

(11) Il Messaggiere di Modena, 1856, n. 1486.

(12) Voyage en Sardaigne, III partie, Torino, 1857, tom. I, p. 153, 375-381, 407-409, 501, 532.

(13) Girolamo Rossi. Storia della città di Ventimiglia, Torino, 1859.

(14) Bull. de la Société Géologique de France, 2^{me} série, vol. XVII.

(15) Quarterly Journal of the Geological Society, maggio 1860.

(16) Notice sur les instruments en silex et les ossements trouvés en 1858 dans les cavernes de Menton, Lausanne, 1860.

(17) De l'homme antédiluvien, Paris, 1860, p. 3.

(18) Itinéraire de l'Île de Sardaigne, Torino, 1860, vol. I, pagina 382.

(19) Il Crepuscolo, ann. V, n. 52, pag. 828.

(20) Mem. della R. Accad. delle Scienze di Torino, serie II, tom. XX, pag. LXXVII.

(21) Anno VI, tom. X, p. 373-379.

(1) Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc. Genève, 1867, pag. 168, tom. I.

« Eravamo di quei giorni, nei quali le abitazioni lacustri attiravano di una maniera particolare l'attenzione dei dotti. L'interesse che scienziati e curiosi ponevano nel ricercarle confortò il Gastaldi, associato all'egregio prof. Edoardo Désor, a proseguire nelle indagini, tenendo conto in pari tempo pur delle scoperte antiche e recenti fatte qua e là per l'Italia e riguardanti la paleoetnologia. Le cure del naturalista Torinese lo condussero a pubblicare nel 1861 i *Cenni su alcune armi di pietra e di bronzo trovate nell'Inolese, nelle marniere del Modenese e del Parmigiano e nelle torbiere della Lombardia e del Piemonte*.

« Quell'opuscolo segna una data memorabile nella storia della scienza. Fu esso che segnalò al mondo scientifico le terremare dell'Emilia, vere e proprie città di popoli primitivi della Valle del Po fino allora sconosciuti, le più importanti stazioni di tutta l'Europa Centrale nelle quali si palesi l'introduzione dell'uso del bronzo. Altri, appresso, legò più strettamente del Gastaldi il proprio nome alle terremare, ma il merito di averle prima scoperte e additate agli studiosi è tutto suo; da lui partì la prima luce.

« Il favore col quale vennero accolti i *Cenni*, quel che ne disse di bene e con piena autorità l'illustre Keller nel quarto rapporto sulle *Palafitte*, le molte scoperte compiute in breve nella penisola, l'una dietro l'altra, facevano sentire il bisogno di vedere ripubblicato e ampliato quell'opuscolo. Il Gastaldi non tardò a soddisfare il comune desiderio, presentando nel 1862 i *Nuovi cenni sugli oggetti d'Alta Antichità trovati nelle torbiere e nelle marniere dell'Italia*, opera di molta lena corredata di ottime tavole. Ed io non so ripensare a quel libro senz'altro mi torni alla mente un grato ricordo, che svela quanto fossero squisite le doti dell'animo dell'illustre autore. Il prof. Strobel ed io vi avevamo cooperato in lieve misura per quello che toccava le terremare, e il Gastaldi avrebbe voluto scrivere sul frontispizio col proprio i nostri nomi. Oltre non essere di coloro che sfruttano le fatiche altrui, amava chiamare a parte i discepoli di un onore a lui solo dovuto.

« Una delle gravi quistioni paleoetnologiche è quella dell'uomo fossile, nel significato che comunemente si dà a tale denominazione. Fosse desiderio di dir cose nuove e tali da levare rumore, fosse la vaghezza di distruggere anche a costo del buon senso principii in generale accolti, fatto sta che parecchi si occuparono dell'argomento con molta leggerezza. Il Gastaldi non poteva anche in ciò non mostrarsi lo scrupoloso investigatore e lo scienziato coscienzioso che era, e col titolo di « *Discussion sur les silex taillés* » espone nei *Matériaux pour l'Histoire de l'Homme* del 1865 il suo modo di vedere, richiamando i colleghi a fare le osservazioni con tutta la diligenza voluta dalla gravità della quistione. Fu in quell'anno che egli mostrò che anche l'Italia aveva le selci scheggiate rozzissime, analoghe per forme e fattura a quelle famose di Moulin-Quignon e di Mainchecourt, ma che erano depositate in terreni recenti, e non provavano punto la contemporaneità dell'uomo che le aveva fabbricate, coi mammiferi estinti. Se in tutti noi fosse stata maggiore la cura di attenerci alle osservazioni e ai consigli del maestro, oggi non dovremmo in parte lavorare per togliere errori creati e diffusi da noi stessi. Levò di nuovo il Gastaldi poco dopo la voce nella Memoria « *Intorno ad alcuni fossili del Piemonte e della Toscana* » ma senza frutto per molti, e quegli errori sono tenuti ancora da parecchi come principii provati con infinito danno della paleoetnologia, la quale trova così ostacoli gravi nell'aprirsi la via, e nell'occupare fra le discipline archeologiche il posto che le compete. L'amore della moda e della novità poté più di quello del vero, e non possiamo certo per questa parte tenerci paghi dei frutti colti.

« Dopo quel tempo il Gastaldi, dedicato interamente allo studio delle sue Alpi e dei ghiacciai, protestava di non trovar più il tempo per coltivare la scienza che egli aveva tra noi iniziata. Nel fatto però, operoso come egli era, non cessò di occuparsene, e dal 1869 al 1876 diede alla luce le seguenti Memorie che raffermarono il suo alto nome fra i paleoetnologi, cioè: — *Iconografia di alcuni oggetti di remota antichità rinvenuti in Italia*. — *Raccolta di armi e strumenti di pietra delle adiacenze del Baltico*. — *Alcune armi e strumenti di pietra e di bronzo o rame provenienti dall'Egitto*. — *Mazzuola o martello-ascia di pietra*. — *Cossate, varietà sodica di Onkosina*. — *Frammenti di paleoetnologia italiana*.

« Fu coi *Frammenti di paleoetnologia*, pubblicati negli Atti dell'Accademia dei Lincei che il Gastaldi chiuse nel 1876 i suoi studi di paleoetnologia. Si presentava allora più viva che mai in Italia la quistione dell'uomo pliocenico, sollevata dal professore Issel colle ossa umane trovate in Savona, e sostenuta dal prof. Capellini con quelle di *Balaenotus* incise raccolte nel Senese. Il Gastaldi, che aveva contestata la esistenza dell'uomo quaternario in Italia, non poteva non darsi pensiero di quello ancor più antico che si credeva avere trovato. Alcune pagine

di quell'ultimo suo lavoro sono consacrate all'esame di tale quistione, e concludono colle parole che mi piace di riferire: « Vi sono alcuni scrittori, dice egli, i quali fondandosi su osservazioni, su fatti troppo impari alla importanza dell'argomento, pretendono di far risalire la esistenza della razza umana sino all'epoca pliocenica o miocenica. Non voglio punto tacciare di assurda la supposizione che l'uomo abbia potuto essere contemporaneo dei grandi mammiferi dell'epoca terziaria; voglio solo dire che niuna delle scoperte, niuno dei fatti sinora segnalati ci autorizza a fare tale supposizione ».

Ed ora torniamo alla vita del Gastaldi, il quale, come dicemmo, era stato nominato Capo dell'ufficio delle privative, e Segretario delle Scuole tecniche. Queste nel frattempo si erano di molto mutate. La dovizia delle raccolte ivi formate, e dei mezzi di istruzione ivi posti insieme, avevano fatto sì che quando, colla legge sulla pubblica istruzione del 1859 vennero ordinate le Scuole di applicazione degli ingegneri, l'Istituto tecnico, di cui parliamo, diventasse la Scuola d'applicazione di Torino. Inoltre, mercè del diretto ed attivo intervento del conte di Cavour, il quale ad ogni idea non piccola dava favore, e che altamente apprezzava i vantaggi che avrebbe arrecato il nuovo indirizzo dato agli studi degli ingegneri, furono superati tutti gli ostacoli comunque gravissimi, e venne consacrato alla Scuola di applicazione il grandioso palazzo del Valentino. Ivi furono trasportate le collezioni ed i laboratori, ed ivi ebbe anche la sua stanza il Gastaldi, nominato nel novembre del 1860 Segretario della Scuola d'applicazione, ed incaricato nel gennaio del 1861 dell'Ufficio di Assistente alla Scuola di mineralogia.

Un vostro collega (*), cui rincresceva l'occupare una cattedra senza adempierne scrupolosamente i doveri, nel 1861 venne chiamato ad altri uffici, i quali benché temporanei di loro natura, tuttavia facevano presumere troppo scarso il tempo, che innanzi rimarrebbe alla mineralogia. Perciò sebbene dolorosissimo fosse per lui lo staccarsi da uno studio e da una collezione, che erano stati l'oggetto delle cure della più bella parte della sua vita, con tanto minor esitanza rinunciò alla cattedra, in quantoché vedeva avanti a sé chi poteva sostituirlo con grande vantaggio e della scolaresca e della scienza.

Il Gastaldi fu nominato professore ordinario di mineralogia presso la Scuola degli Ingegneri nel novembre del 1863. E persuaso anch'egli che il direttore di una pubblica collezione, se ne possiede una propria dello stesso genere, impedisce il vero sviluppo della prima, imperocché mal sa tenersi di procacciare per la seconda le cose pregevoli che gli si offrono, non sperans prae-mium, fece alla raccolta mineralogica della Scuola del Valentino il gravissimo olocausto di un'interessantissima e preziosa collezione propria, la quale molte fatiche ed un capitale non piccolo, anzi, relativamente ai mezzi suoi, vistoso, gli era costata.

Fino a questo tempo il Gastaldi non si era occupato delle Alpi propriamente dette. Naturalista ed artista, infinitamente egli le apprezzava per le impareggiabili loro bellezze, ed infatti ei fu tra i più attivi fondatori del Club alpino, cui governò per qualche anno, e del quale fondò e con rara maestria diresse alcun tempo il Bollettino.

Ma oltre al grandissimo affetto, il quale è sempre capace di grandi conseguenze, egli possedeva tutte le doti naturali richieste per il difficilissimo studio delle Alpi.

Erano da lui desiderate, e il dichiararlo accresce il merito della persona, maggiori conoscenze in talune scienze attinenti alla geologia, giacché gli studi forensi non lo avevano certamente preparato ad essa: ma ei fu novello e non rarissimo esempio di quanto possano in scienze, che hanno ad obbietto problemi complessi, la potenza dell'ingegno, la finezza del criterio, la costanza nei propositi, il culto assoluto della verità.

Tutto in lui era apparecchiato: la poca favilla, cui gran fiamma seconda, fu la riunione della Società di Scienze naturali, avvenuta in Biella nel 1864.

Uno dei vostri colleghi, che aveva l'incarico di ricevere i naturalisti, credette suo dovere di apparecchiare alla meglio una Carta geologica della regione, che i suoi ospiti stavano per visitare. Scelse a collaboratori il Gastaldi e l'ingegnere Giacinto Berruti. In pochi mesi di fatiche, rese tollerabili soltanto dalla fresca età e dal risoluto volere, la Carta geologica del Biellese alla scala dell'1:50,000 fu allestita. Da quell'epoca si fermò nella mente del Gastaldi il proposito di tutto consacrarsi al gravissimo studio delle Alpi piemontesi. Ed infatti da quel tempo, se si eccettuano minori lavori relativi alla paleontologia, alla mineralogia, o ad altre quistioni geologiche, paleontologiche ed archeologiche, tutto ei si consacrò alla geologia alpina.

(*) Quintino Sella, di cui il Gastaldi prese poi il posto come professore di Mineralogia nella Scuola degli Ingegneri di Torino.

L'anno scorso voi ammiraste meco il grandioso suo lavoro di quattordici anni, allorquando nella seduta del 2 giugno ei vi presentava la Carta geologica delle Alpi piemontesi, la quale comprendeva 25 fogli della Carta topografica del Piemonte alla scala del cinquantamillesimo. Essa era stata da lui rilevata col parziale aiuto di collaboratori, da lui più tardi a quest'effetto chiamati, e soprattutto del prof. Martino Baretto, del quale più volte aveste ad encomiare i lavori, inserendoli nei vostri Atti.

Ma l'opera del Gastaldi non fu soltanto di rilevamento in base alle vigenti dottrine. Nelle ultime Carte geologiche in piccola scala, le Alpi piemontesi erano considerate come un complesso di strati metamorfici abbastanza recenti (parecchi geologi non andavano oltre l'infra lias od il carbonifero) e di potenti formazioni eruttive, fra cui si annoverano i graniti massicci, i serpentini e parecchie altre rocce. Diversi concetti già erano stati enunciati in altri lavori, fra cui piacemi ricordare il memorando studio del Giordano sul Cervino.

Ma era riservato al Gastaldi il dimostrare chiaramente l'ordine di successione della immensa mole e varietà di rocce azoiche a struttura cristallina, che formano la massa delle Alpi piemontesi. Egli divise queste rocce in *gneiss antichi o centrali*, gneiss ricchi di feldispato, talora a struttura granitoidale, che formerebbero la parte più antica e profonda dei gruppi alpini; ed in *zona delle pietre verdi*, che per la loro natura mineralogica egli sospettava contemporanea del Laurenziano superiore o dell'Huroniano del Canada. Questa zona delle pietre verdi comprende i graniti massicci ed i gneiss acidi, cioè ricchi di quarzo, le rocce anfiboliche evidentemente o confusamente stratificate, i serpentini, i serpentino-scisti, i scisti cloritici e talcosi, le masse lherzolitiche, i calcari cristallini delle Alpi, e l'immensa mole dei calcescisti. Questa enorme zona delle pietre verdi ricopre a guisa di mantello gli ellissoidi di rocce più antiche del gneiss centrale, e sottostà ai terreni ad antrace, ed ai calcari semicristallini o compatti con fossili.

Il Gastaldi, di natura ardente, quale rinviasi in coloro la cui mercé i confini del noto vengono portati più avanti alla vista di tante rocce ritenute per eruttive, ed evidentemente disposte a strati, senza che gli riuscisse di trovarne la continuazione verso l'interno della terra, negava in modo assoluto che rocce eruttive vi fossero nelle Alpi occidentali. Certo io non aderisco alla sua opinione, nè credo che l'ammettano parecchi dei nostri colleghi, i quali non credono dimostrata nelle antiche epoche geologiche la interruzione delle comunicazioni coll'interno della terra, mentre oggidì ancora la vediamo nei vulcani, ed i telescopi ce la dimostrano negli astri non ancora solidificati.

Ma lasciando le quistioni di genesi, il Gastaldi rese indubbiamente un grandissimo servizio alla geologia delle Alpi occidentali, ordinandone con tanta maestria le parti precipue, da avere distinte, chiare e semplici linee di successione là dov'era un'enorme congerie poco meno che inestricabile.

Dissi del Gastaldi che era di natura ardente. Nei suoi primi lavori sui ghiacciai quaternari, non contento di attribuire alla loro azione le morene che chiudono le valli alpine, egli la estendeva fino ai grandi massi disseminati sulle colline di Torino. Ma già vi dissi che nel Gastaldi il culto alla verità era assoluto: egli aveva la rarissima virtù di dichiarare lealmente ed altamente i suoi errori, allorquando la coscienza ne lo faceva certo. Così egli rettificò i suoi primi giudizi sulle origini di questi ammassi in guisa da riportare il plauso anche del Lyell: e l'ultima sua lettura nel seno della nostra Accademia, quella del 2 giugno scorso, che già ricordai, ed in cui egli riassume molto opportunamente le sue vedute intorno alla geologia delle Alpi, fu un grande atto di onestà scientifica. Egli accetta l'opinione del nostro Meneghini, cioè che i fossili del *Chaberton* e di altri luoghi, dappima tenuti per paleozoici, fossero di epoca secondaria. Ei si compiace di incrudelire contro se stesso, dicendo: « Se qualcuno ci avesse visti inginocchiati sul nudo calcare, colle mani appoggiate sul suolo, colla testa inclinata e gli occhi intenti a contemplare quei piccoli fossili che a noi nore della nostra aspettazione avrebbero dovuto essere trilobiti, o *orthis* o *leptenae* ed erano nummuliti, si sarebbe accorto che noi non eravamo nel più felice momento della nostra vita ».

Questa eminente qualità del Gastaldi di essere *del vero più che di se stesso amico*, e che l'accompagnava non solo nelle indagini scientifiche, ma in ogni circostanza della sua vita, grandemente colpiva non solo gli amici suoi, ma anche ogni animo nobile che per poco l'avesse conosciuto. Pochi giorni dopo la sua morte io ricevevo dal direttore generale del *Geological Survey* della Gran Bretagna, l'illustre Ramsay, col quale il nostro Gastaldi aveva comunanza di vedute intorno ai ghiacciai miocenici ed alla formazione dei laghi alpini per opera dei ghiacciai, la seguente lettera di cui non udrete la lettura senza commozione.

« My dear Sir

« London 14th. jan. 1879.

« With sincere grief I have this morning heard of the death » of our friend Gastaldi. During all the time I have known him » I only saw him for part of two days sixteen years ago when » I met you at Turin. I went to Turin on purpose to see him » and you introduced me to him. It was his work that attracted » me, and I was specially anxious to see his evidences of » cene glacier work. From that day to this we have frequently » correspond and exchanged memoirs. I felt towards him as one » of my dearest friends, and it is a pleasure to me to know » from his letters that he felt a friendship for me. Of his high » scientific power I need not write. He was much esteemed here » in Britain, and of all the Continental Geologists, I think that » he worked and explained his views more in the English fashion than almost any other. His honesty and candour were » quite perfect. Some men never recant an erroneous theory of » their own. I think I may say most men. They may let it die » and that is all. Gastaldi was far above that. He would correct » himself as a duty without shrinking. The loss of him will » make a blank to me who am more than three years his senior. » Mi feeling towards him is that I never knew a more loveable » man. If he made all these impressions on a far away foreigner, » how deeply must his friends in Italy grieve for his loss.

« It relieves me to write to you who knew and esteemed him » so well. Believe me

« Your most sincerely

« Andrew C. Ramsay ».

Già vi dissi che il Gastaldi oltre la scienza amava l'arte, ed il culto per entrambe, unito ad una singolare finezza di osservazione e felicità di memoria, lo rendeva intelligentissimo divinator del pregio e del carattere di ogni oggetto che potesse interessare l'arte o la storia. Ed egli contribuì moltissimo alla fondazione di un Museo d'arte e di media antichità, che presto divenne uno dei precipui ornamenti di Torino. Egli ne era da ultimo direttore, e ad esso fece dono della sua preziosissima collezione preistorica.

Gli vennero fatte più volte cortesie premure onde ricevere mandati politici. Egli volle rimanere fedele ai suoi studi, e solo in questi ultimi anni accettò di essere candidato al Consiglio comunale di Torino; imperocché egli sapeva che in quell'illustre consesso, ove tanto fu fatto e tanto si fa a pro' di tutto ciò che si attiene all'istruzione ed all'educazione, egli avrebbe potuto rendersi utile alla scienza ed all'arte, segnatamente nelle faccende riguardanti il Consorzio universitario ed il Museo civico.

Nè le domestiche esiguità, o le molte offerte, lo indussero ad accettare uffici che lo avrebbero allontanato dai suoi studi, od a ritenerne troppi concernenti anche le sue scienze favorite. Ebbe nel gennaio 1867 l'incarico dell'insegnamento della mineralogia e geologia nell'Istituto tecnico di Torino, ma presto il lasciò al suo assistente Struener. Nel settembre 1867 fu incaricato del corso di mineralogia e di geologia nella Scuola superiore di guerra; ma anche questo insegnamento egli lasciava quando l'anno scorso venne chiamato ad aprire il corso di geologia nell'Università di Torino, corso che il Ministro Coppino ebbe il merito di separare da quello di mineralogia. In questi stabilimenti egli fu come il pioniere, che apre la via a chi vien dopo. Dal dicembre 1867 appartenne al Comitato geologico.

Il Gastaldi ebbe dal governo italiano, e dai suoi colleghi in scienza, gli onori che si addicevano al suo alto valore. Per non parlare di altre, l'Accademia delle scienze di Torino nel 1865, quella dei Lincei nel 1875, ossia tostochè il nostro Istituto da locale diventò nazionale, si aggregarono il Gastaldi.

La sua morte fu in Torino lutto generale (1), perciocchè non solo egli ebbe la stima, ma anche l'affetto di quanti il conobbero. Fu virtuosissimo ed amorosissimo padre di famiglia; fu la rettitudine, la schiettezza e la delicatezza in persona. Dai suoi amici quando la instabile fortuna li rendeva per un istante potenti, egli, come fanno tanti uomini generosi, nulla chiese, nulla volle. La sua amicizia era fedele, salda, alta come le Alpi da lui studiate.

Vi parlai del Gastaldi più a lungo di ciò che si convenga a cenni necrologici accademici. Ma voi mi perdonerete. Ei fu *l'amico mio e non della ventura*. Ed anche in quest'aula severa giova ripetere con Cicerone: « *Virtutum amicitia adiutrix a natura data est* ».

(1) Vedi E. Ricotti — *Bartolomeo Gastaldi. Notizie biografiche* — Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, 1879, vol. XIV.

BIBLIOGRAFIA

Della locomotiva in generale e delle sue proporzioni, del dottore O. Grove, professore alla scuola politecnica di Hannover. — Traduzione autorizzata dal tedesco di O. MORENO, ingegnere capo-servizio del materiale e della trazione delle Ferrovie Meridionali. — Torino, 1879.

Da qualche tempo la nostra letteratura, pel ramo che riflette l'ingegneria, per opera degnissima di ogni lode di egregie persone e di coraggiosi editori, si va arricchendo di libri scelti fra i migliori e tanti che escono alla luce in Germania. L'esimio professore, ed amico mio carissimo, Colombo di Milano, ora fanno circa cinque anni, ci diede tradotto in nostra lingua ed in modo veramente meritevole d'encomio l'originale ed aureo libro *La Cinematica teorica* del Reulaux. Lo stesso professore sta presentemente occupandosi della traduzione di un'altra pubblicazione tedesca non meno interessante sulle macchine a vapore con distribuzione a scatto (Corliss, Sulzer, ecc.). In principio del corrente anno gli ingegneri Moleschott e Rossi, quegli del Politecnico di Zurigo e questi della Scuola d'Applicazione di Torino, coi tipi del Loescher, hanno dato alla luce la traduzione della prima parte del più riputato prontuario d'ingegneria della Germania, che venne pubblicato dalla Società Hütte ed oggi trovasi già all'undecima edizione (1).

Non è a dirsi quanto siano da encomiarsi le persone che non isdegnano di consacrarsi a cosiffatti lavori, i quali pel passato noi soltanto potevamo attendere dalla vicina Francia, ed ora abbiamo la soddisfazione di scorgere elaborati fra noi, di nostra iniziativa relativamente alla scelta delle opere tradotte, ed ancora secondo il genio particolare della nostra lingua. Gli ingegneri, che dedicansi ad un compito talmente benemerito verso i loro colleghi, meritano pertanto che il loro nome venga onorevolmente segnalato. E tale appunto si è l'oggetto di queste brevi linee, colle quali credo di far cosa gradita ai lettori di questo periodico, annunciando ad essi in maniera speciale l'apparizione di un nuovo lavoro, tra quelli poc'anzi accennati, e dovuto al primo ingegnere laureatosi nella Scuola di Torino, il signor Ottavio Moreno, già noto favorevolmente per un'altra sua pubblicazione, molto pregevole per le copiose notizie pratiche riferite con grande discernimento, sulle ferrovie economiche (2).

In questa sua pubblicazione, il cui titolo trovasi dianzi indicato, l'ingegnere Moreno si è proposto di dare tradotto nella nostra lingua un saggio dell'opera colossale di Ed. Heusinger di Waldegg intitolata *Manuale tecnico speciale per le ferrovie* (in cinque volumi ed un volume di supplemento). Quest'opera vuol essere annoverata fra quelle magistrali che oggi si posseggono in varie lingue ed in piccolo numero sul materiale e sull'esercizio tecnico delle strade ferrate, come la *Locomotive Engineering* e la *Railway Machinery*, in lingua inglese, rispettivamente di Colburn e di Clark, e l'opera in lingua francese di Couche, avente per titolo: *Voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer*.

L'opera dell'Heusinger, più che un trattato metodico sulle ferrovie, può definirsi una serie completa di monografie compilate da ingegneri specialisti ed in conseguenza formanti ciascuna siccome una pubblicazione speciale di grande interesse. Tra queste pubblicazioni quella scelta dall'ingegnere Moreno riguarda la locomotiva in generale e particolarmente il calcolo razionale delle sue proporzioni: essa devevasi ad un preclaro professore del Politecnico di Hannover, il dottore O. Grove, il quale ha soddisfatto al suo compito in modo pressoché inappuntabile, segnatamente sotto il punto di vista di rendere appropriati agli usi della pratica i calcoli relativi alla più ammirabile e preziosa delle macchine odierne secondo i più recenti progressi della scienza coadiuvata da una lunga e paziente esperienza.

L'ingegnere Moreno non si è contentato di riprodurre totalmente il lavoro del professor Grove, ma volle inoltre qua e là, senza nulla toccare alla scrupolosa fedeltà della sua traduzione, aggiungergli alcune note esplicative, ed altre ancora dirette a modificare qualche giudizio dell'autore forse troppo esclusivamente fondato su esperienze delle ferrovie di Germania. Tutto ciò maggiormente comprova la rara conoscenza di causa con cui l'ingegnere Moreno si è applicato a questa traduzione che torna moltissimo in suo onore: ed io nel fargli in questi umili cenni le mie sincere congratulazioni, non saprei meglio concludere se

non esprimendo il voto che il suo tanto lodevole esempio possa trovare imitatori fra i nostri ingegneri esperti nella lingua tedesca, ed altri saggi anche classici dell'opera dell'Heusinger tengano dietro a questo del bravo ingegnere Moreno.

A. CAVALLERO.

II.

Studi sopra i motori atmosferici a gaz-luce, di E. BERNARDI, Vicenza, 1878.

1. — Il dottore Enrico Bernardi, prof. di fisica e meccanica presso il R. Istituto tecnico di Vicenza ci ha gentilmente inviato una sua Memoria, pubblicata negli atti del R. Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, nella quale dà preziosi ragguagli sui tentativi da esso fatti per costruire un motore a gas-luce di piccola forza. Egli erasi proposto di combinare una macchina che nulla avesse di comune col motore verticale di Langen e Otto, ad eccezione solo del principio su cui il motore è fondato.

Dopo aver fatto un primo modello in piccola scala, che funzionò egregiamente in casa sua, applicato alla domestica macchina da cucire, il prof. Bernardi ha fatto costruire il motore più grande, della forza di 15 chilogrammetri, del quale la Memoria ci porge la descrizione, corredata da nitide figure.

Il motore, atmosferico è quindi a semplice effetto; il suo cilindro è orizzontale, di ghisa, con involucro a corrente d'acqua refrigerante; lo stantuffo ha il diametro di 125 millim. Quando in seguito allo scoppio lo stantuffo è lanciato innanzi, esso è affatto libero, ossia non conduce nessun pezzo. Terminata codesta corsa rapidissima, e nell'atto di retrocedere in virtù della pressione atmosferica, vi ha un congegno particolare denominato afferratore che legando il meccanismo dell'albero motore allo stantuffo, fa sì che questo trascini retrocedendo il nerbo a forchetta e la manovella dell'albero motore, sul quale sono inalberati simmetricamente due volanti. In una parola è il motore verticale di Otto e Langen disposto orizzontalmente, epperò non è da confondersi col motore orizzontale di Otto.

Lo scopo che il prof. Bernardi si era prefisso nel congegnare il suo motore, era di trovar modo di diminuire la massa ed il peso dello stantuffo e della dentiera che nei motori di Otto e Langen dovevano essere spinti all'insù dallo scoppio, sembrandogli che il rendimento del motore dovesse riuscire tanto maggiore quanto più piccola sarebbe stata la massa predetta.

Ma se il Bernardi è riuscito a congegnare il motore nel modo da lui desiderato, non così il risultato che n'ebbe è stato pari alla sua aspettazione. Tuttavia le prove eseguite hanno dato luogo a parecchie osservazioni, la cui utilità crediamo maggiore di quanto lo stesso autore ne pensi.

2. — Ei cominciò dall'osservare che il volume del miscuglio aspirato corrispondendo ad un allontanamento di 0^m,03 dello stantuffo dal fondo del cilindro, lo stantuffo veniva lanciato dallo scoppio, a 0^m,30 dal fondo del medesimo; ma che ciò avveniva soltanto quando la temperatura del cilindro non era superiore a 25° circa; crescendo la temperatura, rimaneva abbreviata la corsa libera dello stantuffo, e il rendimento del motore diminuiva.

Dal quadro degli esperimenti risulta infatti che il motore dava il massimo rendimento quando sviluppava un lavoro di chilogrammetri 14,8 per minuto secondo, ossia molto prossimamente di un quinto di *cavallo-vapore*; ma che ciò si ottiene quando la temperatura del cilindro è al disotto di un certo limite che dev'essere compreso fra i 20° e 33°; col crescere della temperatura il lavoro sviluppato va rapidamente diminuendo, talché a 46 è già ridotto ai sette decimi del lavoro sviluppato prima. Ove fosse possibile mantenere la temperatura del cilindro a 20°, per ogni litro di gas consumato, compreso quello delle fiammelle d'accensione, si avrebbero 292 chilogrammetri utilizzabili. Ma dovendosi contentare di poter mantenere con acqua refrigerante la temperatura del cilindro fra i 30 e 50 gradi, il prof. Bernardi aveva concluso che il suo motore potrebbe rendere tutto al più 250 chilogrammetri per ogni litro di gas, mentre nei motori atmosferici verticali di Langen e Wolf nelle ordinarie condizioni non si può sperare un rendimento superiore a 230 chilogrammetri per litro di gas (1).

3. — Il prof. Bernardi che sperava un ben maggiore vantaggio, si propose di studiare meglio il fenomeno sperimentalmente. Alcune prime esperienze fatte nello scopo di sopprimere la camicia refrigerante coll'iniettare un po' d'acqua nell'interno del cilindro,

(1) Non posso anche passare sotto silenzio la preziosa traduzione fatta delle memorie di Mayer sull'equivalente meccanico del calore, in molti punti d'interpretazione difficilissima, dall'ingegnere comm. GIACINTO BERRUTI.

(2) *Le Ferrovie economiche* per OTTAVIO MORENO, controllore del materiale per la Società Italiana delle Ferrovie Meridionali.

(1) Nel motore Bisschop di 6 e di 25 chilogrammetri siamo ben lungi dall'arrivare anche solo alla metà di tale rendimento: ma bisogna notare che si tratta di motori di piccola forza in cui il consumo di gas per l'accensione del miscuglio ha troppa influenza.

mentre lo sconsigliarono da ricorrere a tale mezzo, lo condussero alla conclusione, stata poi verificata dall'esperienza, che accrescendosi la temperatura del cilindro fino ad arrivare fra 60° e 70°, il motore ripigliava quasi tutta la forza che aveva quando egli sperimentò col cilindro a freddo. Il Bernardi attribuisce il fenomeno a che resta evitata la condensazione del vapore d'acqua il quale risulta dalla combustione dell'idrogeno. Or questo fatto concorderebbe molto bene con quanto avviene per il motore Bisschop, di cui pare che il prof. Bernardi non avesse ancora conoscenza quando ha scritto il suo lavoro; il cilindro del motore Bisschop non solo non è munito di camicia refrigerante, ma esso ha d'uopo d'essere preventivamente riscaldato alla fiamma diretta del gas, prima di mettere la macchina in moto, perché questa funzioni a dovere.

A meglio studiare pertanto il fenomeno complesso della combustione nei motori a gas, molto opportunamente il prof. Bernardi intraprese una serie di prove, nelle quali si propose di isolare ad una ad una le cause che si pensa abbiano una qualche influenza, ed è veramente da augurare che il chiarissimo professore non si stanchi, ma prosegua sulla buona via nella quale si è posto. E noi ci permettiamo di esprimergli alcuni nostri desiderii.

4. — E in primo luogo sta bene quanto ci dice il prof. Bernardi che la variabilità che in generale si riscontra nella composizione chimica del gas destinato alla pubblica illuminazione renda indispensabile, per la più esatta interpretazione dei risultati sperimentali, di determinarne il potere calorifico. Se non che noi preferiremmo avere l'analisi chimica del gas (anche per rendere questi esperimenti comparabili con altri) e determinare il potere calorifico dietro l'analisi chimica, deducendolo dal potere calorifico noto di ognuno dei componenti 1 mc. di gas-luce; e vedremmo assai volentieri alle esperienze sugli effetti meccanici relativi a date proporzioni d'aria e di gas nella formazione del miscuglio fare parallelo le esperienze di analisi chimiche dei prodotti gassosi quali escono dal cilindro dopo la esplosione; e queste analisi chimiche vorremmo dirette allo scopo di constatare se la combustione avviene realmente in modo completo, e nel caso di variazioni nella proporzione del miscuglio sapere quali sono le combinazioni chimiche che avvengono di preferenza, allo scopo di dedurne il numero di calorie realmente sviluppate nel cilindro.

Intanto riteniamo già di grande importanza i risultati della prima serie di esperimenti eseguiti dal prof. Bernardi, per determinare la parte proporzionale di gas che deve entrare nel miscuglio esplosivo perché sia massimo l'effetto dinamico dello scoppio. Sperimentando con un cilindro del diametro di 83 mm., e con un'altezza di colonna gassosa sottostante di 18 mm. alla pressione di 76 centim., il prof. Bernardi trovò che il procento di gas sul volume totale del miscuglio esplosivo, pel quale era massimo l'impulso ricevuto dallo stantuffo, risultò compreso fra 13 e 14. Formando il miscuglio con sei volumi d'aria ed uno di gas, esso conterrebbe il 14,3 O₀ di gas; formandolo con sette volumi d'aria e uno di gas, conterrebbe invece il 12,5 O₀ di gas; puossi dunque ritenere che a formare il miscuglio della massima potenza esplosiva debbasi impiegare dai sei ai sette volumi d'aria per uno di gas-luce.

Una seconda serie di esperimenti è stata intesa a valutare l'influenza del peso dello stantuffo. In questi esperimenti il diametro del cilindro era come prima di 83 mm. Lo stantuffo coll'asta ed accessori pesava chilogr. 0,56, ed il peso fu successivamente accresciuto fino a chilogr. 2,825 coll'aggiunta di cinque dischi di piombo, uno per volta. L'altezza della colonna gassosa fu mantenuta in queste esperienze costantemente di 16 millimetri, ed il procento di gas-luce sul volume totale fu conservato sempre uguale a 13, ossia tale da dare allo scoppio la massima potenza. Entro i limiti delle esperienze eseguite non è risultato che il peso dello stantuffo avesse alcuna influenza sulla massima altezza da esso raggiunta per la esplosione del miscuglio.

5. — Ma la conclusione per noi più importante a cui il prof. Bernardi è venuto, abbenché egli non abbia creduto di descrivere le fatte esperienze, è questa: che il rapporto fra l'altezza della carica ed il diametro del cilindro non è senza influenza sul rendimento di un motore a gas; che in una parola anche le dimensioni assolute del cilindro nel quale l'esplosione ha luogo devono essere prese in considerazione.

Questa conclusione viene ad accordarsi coi risultati delle esperienze del professor Schutzenberger da noi riferite in questo volume a pagine 30-32. La conclusione del prof. Bernardi, a cui non pare che le esperienze del prof. Schutzenberger fossero note, e queste esperienze stesse dimostrano il bisogno assoluto che vi ha per il perfezionamento dei motori atmosferici a gas, che siano istituite apposite esperienze in ampia scala sul modo col quale si propaga l'accensione nella massa esplosiva di un miscuglio

gassoso. Noi ci auguriamo che al professore Bernardi che le ha divinate non vengano meno il tempo, ed i mezzi per eseguirle.

G. SACHERI.

III.

Appendice all'Arte di fabbricare, per Curioni Giovanni, professore di costruzioni civili, stradali, ed idrauliche nella Regia Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Torino. Dispense 1^a e 2^a del vol. iv. Torino, 1878.

Il professore Curioni prosegue con alacrità l'opera sua, essenzialmente didattica sull'Arte di fabbricare. Il volume IV dell'Appendice al trattato dello stesso titolo, è destinato a far evitare a' suoi allievi le difficoltà indefinibili, le incertezze ed i dubbi d'ogni specie che essi provano nel passare dalle teorie alle pratiche applicazioni. Epperò il chiarissimo professore che da ben 19 anni d'insegnamento conosce di quanto giovamento sia lo studio particolareggiato di pochi progetti, riferentisi a casi concreti, per fare subito acquistare ai principianti la necessaria abilità dell'ingegnere pratico, si propose di presentare nel IV volume in corso di stampa una raccolta di progetti interessanti e riferentisi per ora alle sole costruzioni in terra ed in muratura, senza che perciò egli intenda punto di escludere lo studio di quei particolari indispensabili, che esigono in esse costruzioni l'impiego ausiliario dei legnami o dei metalli.

Nella 1^a dispensa si insegna a progettare un fabbricato per abitazione. Area fabbricabile — numero ed altezza dei piani — interassi e particolari della facciata — grossezza dei muri e distribuzione della pianta nei diversi piani — tetto e lucernario — pozzo d'acqua viva, pozzo nero e condotti di scarica — struttura dei muri, chiavi in ferro e volte — scale — pavimenti — balconi — cornici — doccie — fumaiuoli, ecc. — serramenti. Fanno seguito le verificazioni della stabilità di tutte le parti, da quelle principali alle più accessorie di tutta la casa.

Nella 2^a dispensa si espongono le norme ed i buoni esemplari per le sezioni stradali, per gli opportuni muri di sostegno e per una serie di ponticelli; e tutto ciò è accompagnato dai relativi calcoli per verificare in ogni caso pratico la stabilità delle singole parti della costruzione a seconda delle teorie esposte nei precedenti volumi.

Unite a ciascuna dispensa sono sette tavole di grande formato ed accuratamente incise, le quali riproducono appunto gli esemplari che lo stesso prof. Curioni ha fatto poco a poco preparare nella Scuola del Valentino per coordinare il proprio insegnamento orale all'indispensabile insegnamento pratico e individuale, che egli pure impartisce nella Scuola di Disegno.

G. S.

Sono pure pervenute alla Direzione le seguenti opere dai loro autori od editori:

1. — Sulla spinta delle terre. Osservazioni e studi di Crotti Francesco, ingegnere della Società ferroviaria dell'Alta Italia. — Milano, 1875.
2. — Manuale pratico per lo studio e per la costruzione delle strade ordinarie dell'ing. Luigi Ferrara. — Napoli, 1878.
3. — Viabilità ligure. Rapporto della Commissione istituita dalla deputazione provinciale di Genova per istudiare e proporre le comunicazioni necessarie e l'assetto da darsi alla rete stradale della Provincia. — Genova, 1879.
4. — Necessità di provvedere alla costruzione di una linea sussidiaria a quella del piano inclinato meridionale della ferrovia dei Giovi. Pubblicazione fatta per cura della Deputazione provinciale di Genova. — Genova, 1879.
5. — La succursale alla ferrovia dei Giovi. Considerazioni e proposte dell'ingegnere G. Bernardi. — Genova, 1879.
6. — Sulla importanza di munire la foce dei canali delle piane di barriamenti automobili contro le maree e gli alti stati burrascosi dell'Adriatico. Memoria dell'ing. Cesare Marignani. — Roma, 1878.
7. — Dei tubi a sifone usati qual mezzo di erogazione d'acqua a cavaliere degli argini dei fiumi e dei canali. Studio dell'ing. Cesare D. Marignani. — Roma, 1878.
8. — Rapporto fra l'altezza del regurgito e la grandezza della luce viva nelle botti sotterranee o tombe idrauliche. Discussione dell'ing. Marignani dottor Cesare. — Roma, 1879.
9. — Il rigurgito prodotto dalle tombe a sifone e una formola di recente proposta per calcolarlo. Nota di Ildebrando Nazzani. — Roma, 1879.
10. — Del progetto Chizzolini e della piscicoltura comacchiese in relazione agli scoli dei Circondari ferraresi 2^o e 3^o. Studi dell'ing. Neppi Graziadio. Ferrara, 1879.