

# L'INGEGNERIA CIVILE

## 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 od Editori.

### IL TRAMWAY A VAPORE FRA CUNEO E BORGO SAN DALMAZZO e la locomotiva Krauss.

Relazione di esperimenti eseguiti cogli allievi  
della Scuola d'Applicazione degli Ingegneri di Torino  
dal Prof. A. CAVALLERO.

(Veggansi le tav. I e II).

Borgo S. Dalmazzo è il primo paese che s'incontra, partendo da Cuneo, lungo la strada nazionale del colle di Tenda: esso forma come il punto in cui trovansi obbligati a concorrere in grandissima parte le persone ed i prodotti della provincia affluenti soprattutto ai celebri mercati dell'anzidetta città. Una cosiffatta condizione di cose, in uno alla non piccola distanza fra i due paesi, la quale misura poco meno di otto chilometri, hanno suggerito l'idea d'agevolare e rendere a un tempo maggiore il trasporto delle persone mediante una ferrovia a cavalli. Mercè la coraggiosa iniziativa di due intraprenditori, il signor Ercole Belloli ed il cav. Carlo Chia-

pellò, grazie alla più cortese compiacenza del cav. Chiapello, ci fu dato eziandio di eseguire alcuni esperimenti intorno alla misura sia dello sforzo di trazione per mezzo di un dinamometro Morin a stilo, sia del lavoro sviluppato dalla locomotiva nei cilindri motori mediante un indicatore Richard, strumenti l'uno e l'altro di proprietà della Scuola. Quantunque gli esperimenti col dinamometro, per cagione della limitata lunghezza della cordicella di trasmissione del moto fra i due tamburi portanti la carta, siansi tutti dovuti restringere a brevi tratti della strada, tuttavia i loro risultati vanno abbastanza d'accordo con quelli che già conoscevasi intorno alla resistenza alla trazione sui tramways. Al contrario gli altri esperimenti coll'indicatore delle pressioni, probabilmente in causa del grande numero dei colpi di stantuffo durante l'unità di tempo, non hanno condotto a risultati del tutto soddisfacenti. Ciò non dimeno io nel presente scritto terrò eziandio discorso, colla massima fedeltà, di questi ultimi esperimenti siccome quelli che mi offriranno l'opportunità di fare qualche considerazione non inutile, a mio avviso, intorno alle locomotive a vapore oggidi in uso sui tramways.



FIG. 8. — Strada e tramway Cuneo-Borgo S. Dalmazzo: profilo trasversale. Scala di 1 a 100.

pello (1), mercè l'appoggio morale e materiale del Municipio di Cuneo e della Provincia, in una parola mercè il buon volere di tutti non solamente questa ipoferrovia è un'opera compiuta ed in regolare esercizio fin dal 7 ottobre 1877, ma inoltre su di essa già da parecchi mesi venne con esito molto soddisfacente sostituita ai cavalli la trazione meccanica a vapore.

Io e gli allievi di terzo anno della Scuola d'applicazione per gli ingegneri in Torino abbiamo minutamente visitata la ferrovia in discorso nel mese di luglio p. p., cioè nei primi giorni di prova della trazione a vapore. In questa cir-

(1) Il presente scritto era già compilato, quando mi giunse il triste annunzio della morte di questo operoso e benemerito industriale. Rari sono gli uomini dello stampo del cav. Chiapello: fu egli che, negli anni in cui maggiormente inferiva la malattia del filugello da seta, contribuì più d'ogni altro a mantenere in stato relativamente prospero la bachicoltura nella provincia di Cuneo; più tardi riuscì ad impiantare a breve distanza da S. Dalmazzo una fornace da calce ed una fabbrica di laterizi, costrutte in piena corrispondenza degli ultimi progressi; può infine asserirsi che la intrapresa del tramway tra Cuneo e S. Dalmazzo è in grande parte opera dovuta alla sua tenace volontà, alla sua nota perizia nella gestione di intraprese, ed al suo credito, doti queste che in lui andavano accoppiate ad un carattere tutto dolcezza e modestia. Io pertanto, che ebbi occasione di conoscere da vicino i distinti meriti di questo esimio cuneese, di cuore m'associa a' suoi concittadini per lamentarne l'imatura perdita e spargere sulla sua tomba anche il mio mesto fiore in attestato di stima e gratitudine.

#### Descrizione del tramway Cuneo-Borgo S. Dalmazzo.

Ho già detto che questo tramway trovasi stabilito lungo la strada nazionale del colle di Tenda nel tratto compreso fra la città di Cuneo e Borgo S. Dalmazzo. Il profilo longitudinale di questo tratto di strada ed il profilo trasversale della medesima, in uno a quello del tramway, sono rispettivamente rappresentati nella fig. 8 qui contro e nella fig. 5 della tavola II. La lunghezza della strada anzidetta, è di metri 7898,80: la quale cifra però vuol essere accresciuta di metri 135, se si tiene conto che il tramway, avanti di raggiungere la strada in discorso, percorre nell'interno della città di Cuneo l'intera lunghezza della piazza Vittorio Emanuele.

Da Cuneo a Borgo S. Dalmazzo la strada è continuamente in ascesa, e supera per la lunghezza di metri 7898,80 una differenza di livello uguale a metri 97,38: donde segue che per lo stesso tratto di strada la pendenza media del tramway è di  $\frac{97,38}{7898,80}$ , ossia del 12,3 p. 00100. La pendenza minima è del 6,3 p. 00100, e la massima sale fino al 18,6 p. 00100.

Il tramway è collocato lungo il fianco sinistro della strada per chi guarda da Cuneo verso Borgo S. Dalmazzo, ed occupa una striscia del piano stradale, la cui larghezza misurata dal ciglio sinistro di questo piano fino alla faccia interna della rotaia più lontana dal ciglio medesimo è uguale a metri 2,285. La larghezza interna del binario essendo, secondo il tipo normale delle ferrovie italiane, di metri 1,445,

ne conseguita che fra il ciglio stradale or ora accennato e la faccia interna della rotaia più vicina sussiste un intervallo della larghezza di metri 0,84. La larghezza totale del piano stradale misura metri 10,20 da Cuneo alla chiesa di S. Rocco, e soltanto metri 10 oltre questa chiesa.

L'armamento del binario è formato con rotaie di ferro Vignole, a fungo cioè ed a suola, del peso di chilogrammi 14 per metro corrente, fissate col mezzo di arpioni sopra lungarine di legno, le quali riposano a loro volta su traversine anche di legno. La massima larghezza del fungo delle stesse rotaie è di 4 centimetri, e quella della loro base o suola di 6 centimetri: il loro fusto presenta una grossezza di centimetri 1,4. Le lungarine e le traversine, di legno rovere, hanno entrambe la larghezza di 15 e l'altezza di 8 centimetri: la distanza compresa fra due traversine consecutive, da asse ad asse, è di metri 1,50. Le rotaie sono congiunte fra loro per mezzo di stecche a quattro chivarde.

In proiezione orizzontale l'asse del binario è interamente rettilineo, salvo il tratto avente la lunghezza di metri 65 dirimpetto alla chiesa già menzionata di S. Rocco. In questo tratto, affine di evitare l'incontro di un caseggiato il quale s'avanza entro la strada nazionale, il binario si è dovuto spostare verso l'asse di quest'ultima il quale ivi dista dalla faccia interna della rotaia più vicina soltanto di centimetri 14. Lo stesso tronco di binario trovasi congiunto al tronco precedente ed a quello successivo mediante curve di raggio 45 metri.

In Cuneo, a 200 metri di distanza dalla testa di linea, venne applicata al binario una piattaforma girevole, di fronte alla quale sulla destra della strada sorge una rimessa pel materiale mobile. A metà strada fra Cuneo e Borgo S. Dalmazzo si raddoppiò il binario per la lunghezza di metri 110 allo scopo di rendere possibili lungo la linea l'incrocio dei convogli diretti in senso contrario. Gli scambi collocati nelle due estremità di questo tronco di binario sono disposti affatto a somiglianza di quelli delle ferrovie ordinarie. A Borgo S. Dalmazzo la linea termina con due binarii, dei quali uno conduce ad una rimessa.

*Breve digressione sulla parola TRAMWAY.* — Non è cosa facile il definire oggi con esattezza il significato da attribuirsi alla parola *tramway* (1). A quanto sembra questa parola venne per la prima volta, cioè sullo scorcio del secolo ultimo trascorso, impiegata in Inghilterra per designare le ferrovie nella loro forma rudimentale, vale a dire allorquando esse consistevano semplicemente in due filari di travi di legno incassati a fior di terra lungo le strade ordinarie, e sui quali la trazione effettuavasi con veicoli comuni e con cavalli ad uso specialmente delle miniere di carbon fossile. Presto si sentì la necessità di armare superiormente cosiffatte travi con sbarre di ferro piatte, dopo della quale aggiunta le altre modificazioni arrecatevi terminarono con alterare il carattere primitivo dei tramways, che è quello d'essere ferrovie coesistenti colle strade ordinarie, non come invaditrici ma come ausiliarie e tali da non produrre il menomo incaglio alla circolazione dei veicoli comuni e delle persone. Importati i tramways in America, dove si diffusero grandemente penetrando soprattutto nell'interno delle città, vi conservarono meglio il carattere or ora specificato. Invece d'impedire il fuorviamento dei veicoli dalle rotaie munendo queste di un bordo laterale, si è preferito, a somiglianza di quel che praticasi nei veicoli delle ferrovie ordinarie, di riportare questo bordo sulla circonferenza delle ruote e di far scorrere il bordo medesimo entro una scanalatura scolpita nella rotaia (2). Co-

(1) Parola composta della lingua inglese, equivalente a *tram-road*, la quale significa strada a guide o rotaie da *way* o *road* (strada) e *tram* (guida o rotaia). — Vedi *Manuel pratique de la construction des chemins de fer sur routes*, par F. SORAFON (2<sup>e</sup> édit.; Paris, 1878), a pag. 11.

(2) Questo concetto del tramway con rotaia a canale è forse meglio espresso dalla parola *trackway* (da *track* orma), proposta dal francese Codavelle, autore d'un nuovo sistema di ferrovia sovrapponibile alle strade ordinarie. — Si veggia *Les Trackways ou système nouveau de construction en fer de chaussées actuelles*, par M. CODAVELLE (Paris et Cambrai, 1878).

desta diffusione e le speciali modificazioni apportate dai costruttori americani ai tramways hanno fatto dare a questi eziandio la denominazione di *ferrovie americane*, per le quali è da avvertirsi che fino a questi ultimi anni almeno s'intesero le ferrovie sovrapposte nel modo poc'anzi accennato alle strade ordinarie, interne od esterne ai luoghi abitati, su cui la trazione viene esercitata con cavalli, più brevemente parlando le ipoferrovie.

Se non che l'esperienza avendo in seguito dimostrato la difficoltà di manutenzione, che presentano le rotaie scanalate, come pure la loro maggiore resistenza alla trazione, da parecchi anni nei tramways situati fuori delle città anche in America cominciossi dallo sopprimere la sponda esterna della scanalatura e si finì per impiegare rotaie sporgenti sul suolo stradale simili per lo più a quelle delle ferrovie ordinarie. Oltre di ciò la notevole spesa richiesta dalla trazione animale consigliò di sostituire a questa la trazione con motori inanimati, dei quali fino al presente sono tuttora in prova varii sistemi, a vapore, ad aria compressa, ad acqua calda o senza focolare, ecc.: laonde non è più lecito l'asserire attualmente che il sistema di rotaie rasenti il suolo stradale e la trazione a cavalli costituiscono in modo esclusivo i caratteri distintivi dei tramways, costruendosi anzi questi ultimi, dappertutto dove è possibile, vale a dire fuori dei luoghi abitati, con rotaie saglienti ordinarie, e facendosi la trazione con motori meccanici: donde nacque la denominazione, in voga oggidì, di tramways a rotaie rilevate ed a vapore, dei quali è un esempio quello che forma l'oggetto del presente scritto.

*Quadro comparativo del tramway a vapore di Cuneo con altri già esistenti in Italia.* — Malgrado la minuta descrizione, stata esposta di sopra, dell'andamento della linea e del sistema d'armamento del tramway a vapore di Cuneo, affine di far viemmeglio rilevare le condizioni di struttura di questo tramway, non reputo cosa superflua il metterlo qui appresso in acconcio quadro a confronto di altre tre ferrovie congeneri esistenti in Piemonte e nella vicina Lombardia, almeno per tutti quegli elementi che mi venne fatto di raccogliere. Sono questi tre altri tramway a vapore quelli di Milano-Saronno, Torino-Moncalieri e Vercelli-Trino stati aperti all'esercizio il primo poco innanzi, ed i due ultimi poco dopo del tramway di Cuneo. Si desume dal presente quadro che la massima pendenza dei tramway a vapore esistenti in Italia non supera il 3 p. ‰, e che soltanto l'armamento di quello fra Torino e Moncalieri appartiene al sistema delle ferrovie dette comunemente americane.

*Dei vari motori inanimati proposti e sperimentati per la trazione sui tramway: vetture automobili e locomotive rimorchiatrici.* — Per la trazione meccanica sui tramways non solamente vennero già proposti, ma eziandio per la maggior parte sperimentati, quasi tutti i motori conosciuti. Gioverà il far parola di questi tentativi avanti di passare alla descrizione del motore adottato pel tramway di Cuneo. I motori in discorso sono quelli a vapore, ad aria compressa, ad acqua calda, a gaz-luce, a gaz ammoniac, ad aria calda, a gaz acido carbonico, a molle metalliche ed il motore funicolare. Pochi cenni basteranno a dimostrare il perchè, nelle odierne condizioni, fra tutti questi motori la preferenza vuol essere data al motore a vapore. I motori a gaz-luce e ad aria calda, anche per piccole forze, richiedono un volume ed un peso troppo grandi per potersi prestare alle condizioni essenziali di un motore per tramway. Il motore a molle d'acciaio proposto da Leveaux presenta, in grado ancora più sensibile, l'inconveniente di un peso eccessivo in rapporto colla sua forza. I motori a gaz ammoniac ed a gaz acido carbonico, dei quali il primo proposto sin dall'anno 1860 dal francese Tellier, venne in America applicato da Lamm su un tramway della città di Nuova Orleans, ma poco dopo abbandonato, offrono i gravi inconvenienti, il primo di produrre, in causa delle perdite di gaz impossibili ad evitarsi interamente, un odore insopportabile, ed anche d'intaccare il ferro; ed il secondo del costo eccessivamente grande e del pericolo che può derivare dalle for-

|   |                        |         |
|---|------------------------|---------|
| a) Prezzo dei 10 cavalli stimati a 900 lire caduno . . . . .  | L. 9000                |         |
| b) Scuderie della complessiva estensione di 100 mq. (ritenuti di 20 lire il prezzo dell'area e di 40 lire quello dell'edificio per mq.) pei dieci cavalli » | 6000                   |         |
| c) Cortile di area 100 mq. (a L. 25 per mq.) . . . . .  | » 2500                 |         |
|   | <u>Totale L. 17500</u> |         |
| che al 5 p. % l'anno importa per giorno l'interesse di . . . . .  | L. 2,40                |         |
| d) Alimento e governo dei cavalli (a L. 2,50 per cavallo al giorno) per 10 cavalli in ogni giorno . . . . .   | L. 25,00               |         |
| e) Fornimenti per dieci cavalli al giorno. . . . .  | » 40,00                |         |
|   | <u>Totale L. 35,00</u> | » 35,00 |
| f) Ammortizzamento della spesa d'acquisto dei cavalli (al 20 per % di L. 9000 l'anno) per dieci cavalli al giorno . . . . .                                 | » 4,95                 |         |
| Totale della spesa giornaliera per ciascuna vettura. . . . .  | L. 42,35               |         |

la quale spesa ridurrebbersi a sole L. 21,18 nell'ipotesi che la trazione potesse esercitarsi con un solo cavallo per vettura.

La trazione meccanica si effettua con locomotive rimorchiatrici a vapore conosciute sotto il nome della *Società metalurgica belga* (locomotive a due assi accoppiate con triplo cilindro motore, sistema Brotherhood, del peso individuale in servizio di 6 tonnellate, con caldaia a produzione rapida, sistema Belleville, e focolare alimentato con coke affine di evitare il fumo). Il costo di questo secondo modo di trazione, secondo la precitata pubblicazione dello Spée, è il seguente:

|   |                 |          |
|---|-----------------|----------|
| a) Prezzo della locomotiva . . . . .  | L. 15000        |          |
| b) Rimessa d'area 30 mq. (a 60 lire il mq.) . . . . .   | » 1800          |          |
| c) Serbatoio d'acqua per l'alimentazione della caldaia (incluse le spese di manutenzione) . . . . . | » 1800          |          |
|   | <u>L. 18600</u> | L. 18600 |

somma cui devesi aggiungere il 25 p. % necessario per avere disponibile una seconda locomotiva di riserva (supposto che occorra una locomotiva di ricambio per ogni quattro locomotive in servizio) . . . . .

|  |                        |  |
|--|------------------------|--|
|  | » 4650                 |  |
|  | <u>Totale L. 23250</u> |  |
| che al 5 p. % all'anno produce per giorno la spesa di . . . . .  | L. 3,20                |  |
| d) Combustibile (essendo il consumo giornaliero di 200 kg. di coke a L. 30 per tonnellata di 1000 kg.) . . . . .   | » 6,00                 |  |
| e) Olio e grasso per ciascun giorno . . . . .  | » 1,00                 |  |
| f) Stoppe ed altre spese al giorno . . . . .   | » 1,50                 |  |
| g) Macchinista anche per giorno . . . . .  | » 5,00                 |  |
| i) Ammortizzamento del prezzo d'acquisto della locomotiva (il 10 p. % all'anno) accresciuto del 25 p. % per tener conto della macchina di riserva, fa per giorno . . . . . | » 5,20                 |  |
| Totale spesa giornaliera colla trazione a vapore per ogni vettura . . . . .  | L. 16,70               |  |

Le cifre ora riferite, le quali vorrebbero essere d'alquanto aumentate sia per la trazione animale sia per quella mec-

canica affine di poterle applicare al nostro paese, danno abbastanza a conoscere la generale convenienza di impiegare la locomozione a vapore, laddove massime questa è compatibile colla circolazione ordinaria, come appunto avviene nei tramways extraurbani.

*Locomotiva rimorchiatrice Krauss per tramways.* — Dal giorno 7 ottobre 1877, in cui il tramway Cuneo-Borgo San Dalmazzo venne inaugurato, fino al mese di luglio del successivo anno 1878 l'esercizio fecesi con cavalli, il cui numero fu costantemente di 14. Il materiale mobile in questo frattempo ha consistito in cinque vetture, tre chiuse e due aperte, del peso morto rispettivo di 1800 a 2200 chilogrammi (1). Queste vetture, che insieme con una elegante struttura presentano tutti i requisiti di una convenevole solidità, sono opera della reputata Casa costruttrice Grondona di Milano: pressoché interamente la loro forma è somigliante a quella dei veicoli in uso comunemente oggidì sui tramways. Ogni vettura è munita di doppio freno a scarpa, ha la cassa sospesa sul treno, mediante molle d'acciaio ad arco, e può contenere fino a 30 persone. Il servizio, effettuato con due cavalli per vettura, ha sempre proceduto regolarmente, compiendo al giorno dieci corse intere, vale a dire di quasi 15 chilometri ciascuna, in un intervallo di tempo di 50 minuti primi sia nell'andata che nel ritorno e cangiando i cavalli a metà d'ogni corsa (2).

Il 1° marzo 1878 s'instituirono le prime prove di trazione a vapore mediante una locomotiva Krauss avuta in prestito dalla Società anonima dei tramways e ferrovie economiche di Roma e Milano. Le stesse prove furono ripetute nel luglio successivo con un'altra locomotiva del medesimo costruttore acquistata direttamente dal compianto proprietario cav. Chiapello: dopo del che definitivamente la trazione a vapore prese il posto di quella a cavalli. Più tardi a questa locomotiva se ne aggiunse una seconda affatto simile: con che presentemente il tramway di Cuneo trovasi in possesso d'un materiale mobile composto di due locomotive Krauss e di cinque vetture.

La locomotiva in discorso, della Casa costruttrice Krauss di Monaco (Baviera), è rappresentata nelle due annesse tavole per mezzo della sezione longitudinale (fig. 1), della proiezione orizzontale e d'una sezione orizzontale passante attraverso alle casse dell'acqua (fig. 2), di due sezioni trasversali fatte l'una sulla cassa del focolare e l'altra attraverso ai cilindri motori (fig. 3) ed infine, della elevazione di testa dalla parte del camino e d'una terza sezione trasversale della cassa del fumo e del condensatore. Appartiene la presente locomotiva al novero di quelle denominate *locomotive-tender* portando essa con sé, a somiglianza delle locomotive per tramways in generale, le provvigioni d'acqua e combustibile necessarie per un determinato percorso. La medesima ha due assi accoppiati dei quali quello posteriore, cioè situato dalla parte del focolare, è l'asse motore. I due cilindri in un coll'intero meccanismo motore sono disposti esternamente all'intelaiatura del treno.

Tutto all'ingiro, salva la testa posteriore, la locomotiva è circondata da un parapetto di conveniente altezza e da una piattaforma o ponte di servizio. Lo stesso parapetto discende al disotto di questa piattaforma fino alla distanza di centimetri 17 circa dal piano delle sottostanti rotaie, e di più protendesi orizzontalmente sotto l'intera macchina; con che viene a costituire siccome una fodera, bucata soltanto in corrispondenza delle ruote, la quale avvolge tutto quanto il

(1) Le tre prime vetture possono contenere ciascuna internamente 16 persone ed altre 12 sulle due piattaforme, in totale adunque 28 persone; ognuna delle vetture scoperte è capace di 41 persone, delle quali 35 sedute e 6 in piedi.

(2) L'attacco di una vettura coll'altra per la trazione a vapore fecesi, per qualche tempo, come fra la locomotiva ed il primo veicolo del convoglio, cioè per mezzo di una spranga di ferro congiunta a snodo mercè due caviglie verticali con due forcelle fissate alle teste delle due vetture poco presso al livello del pavimento della vettura. Più tardi alla disposizione ora descritta vennero sostituite due spranghe rigide fermate alla cassa dei rispettivi veicoli, inferiormente a questa cassa, e riunite fra loro mediante un tenditore a vite.

meccanismo motore proteggendolo dalla polvere e dal fango, e ad un tempo sottraendolo alla vista degli animali. Una tettoia, unicamente attraversata dal camino, e sostenuta da acciecce colonnine di ferro ricopre l'intera locomotiva.

La caldaia è del sistema tubolare a fiamma diretta come nelle locomotive comuni. Soltanto la porta del focolare è situata su uno dei fianchi, disposizione questa vantaggiosa sia per potere ridurre la lunghezza della macchina, sia per agevolare al macchinista la sorveglianza della strada. Sulla testa posteriore la caldaia trovasi anche munita di porta, chiusa con coperchio autoclave, la quale serve unicamente alla pulitura dei tubi bollitori. La cassa interna e l'inviluppo del focolare sono interamente costruiti in rame, il corpo cilindrico o tubolare in lamiera d'acciaio, ed i tubi bollitori, che sommano a 65, in ottone. Nulla di singolare offre questa caldaia per ciò che riguarda gli apparecchi accessori, eccettochè la sua alimentazione viene operata in modo continuo col mezzo di una tromba a lunga corsa, cioè direttamente comandata da uno degli stantuffi motori, e ad intermittenze mercè un iniettore (sistema Krauss). La presente caldaia può reggere alle più forti pressioni, avendo per numero di bollo 12, ossia essendo suscettiva di lavorare fino alla pressione di circa 13 atmosfere assolute.

Il meccanismo motore del pari non presenta alcuna particolarità degna di speciale menzione, la distribuzione del vapore esegendosi nel modo ordinario, cioè mercè due eccentrici ed un settore di Stephenson per ciascun cilindro. Gli elementi di questa distribuzione sono: eccentricità degli eccentrici mm. 36; angolo di anticipazione 13°; lunghezza delle aste degli eccentrici m. 0,980; larghezza delle luci laterali della valvola a cassetto mm. 12; ricoprimenti esterno ed interno mm.  $10\frac{1}{2}$  e  $2\frac{1}{3}$ .

La principale singolarità di questa macchina, come di tutte le locomotive della Casa Krauss, consiste nell'essere il telaio del suo treno costruito a guisa di cassa la quale serve da serbatoio dell'acqua per l'alimentazione della caldaia. Codesta cassa è divisa in due compartimenti, il maggiore della capacità di 800 litri frapposto ai due assi delle ruote, e l'altro di soli 413 litri collocato dinanzi all'anteriore di questi assi. A volontà siffatti compartimenti possono mettersi in comunicazione tra di loro. Aspirano l'acqua dal primo di essi la tromba di alimentazione della caldaia, e dal secondo l'iniettore. Al telaio ora descritto trovansi direttamente od indirettamente raccomandate le varie parti componenti il meccanismo motore. Al compartimento anteriore della cassa sono lateralmente fissati i due cilindri motori: le piastre di guardia dell'asse delle due ruote anteriori sono costituite da due pezzi di lamiera di ferro inchiodati sui due fianchi del compartimento medesimo insieme e di quello posteriore; altri due pezzi consimili di lamiera, fermati sui fianchi di quest'ultimo compartimento, fanno da piastre di guardia per l'asse delle due ruote posteriori. La caldaia s'appoggia, per mezzo di acconci sostegni frapposti, al telaio che fa da serbatoio d'acqua come già si disse, e che a sua volta è sospeso su tre punti, vale a dire sulle scatole ad olio dell'asse posteriore mercè due molle ad elice, e mediante una molla ad arco collocata trasversalmente alla locomotiva sull'asse anteriore.

L'essere il corpo cilindrico della caldaia d'acciaio, il lavorare questa a forte pressione e la sottoposizione alla caldaia delle casse d'acqua contribuiscono a rendere la presente locomotiva specificamente molto leggiera. Infatti il peso delle locomotive Krauss riferito all'unità di forza è notevolmente piccolo. Oltre di ciò la medesima disposizione delle casse d'acqua serve ad abbassare il centro di gravità di tutta la macchina, dotando quest'ultima d'una grande stabilità, come pure toglie di mezzo l'ingombro, e l'impedimento al macchinista di sorvegliare la strada da ogni parte, dei quali sono più o meno cagione le ordinarie casse laterali o sovrapposte alla caldaia. Per questi importanti pregi della sua locomotiva la Casa Krauss fu onorata del premio di una medaglia d'oro all'Esposizione tenutasi in Parigi l'anno 1867. All'impiego del telaio-serbatoio più volte nominato vennero mosse le due obiezioni: 1° del possibile rilassamento della sua chiodatura in causa delle scosse

e vibrazioni prodotte dal meccanismo motore che è al medesimo collegato; 2° dell'ossidabilità della lamiera di ferro, onde sono composte le pareti del serbatoio, pel contatto dell'acqua. Ma a quanto sembra l'esperienza ha dimostrato il contrario per più di 700 locomotive, di forza compresa fra 7 fino a 500 cavalli a vapore, costrutte nell'intervallo di 11 anni dalla Casa Krauss e tutte quante ancora in attività di lodevolissimo servizio, giusta le dichiarazioni autentiche di parecchi ingegneri di grande competenza.

Io porrò termine alla descrizione della locomotiva Krauss per tramways, aggiungendo ancora un cenno intorno all'apparecchio, di cui essa è fornita per la condensazione del vapore esausto. Questo apparecchio consiste in un sistema di piccoli tubi i quali attraversano orizzontalmente, nel senso longitudinale della macchina, il compartimento anteriore del serbatoio dell'acqua. Una chiave triplice, situata nel punto d'incontro dei due tubi di scarico del vapore proveniente dai cilindri motori, e che il macchinista può muovere dal suo posto, permette di fare a piacimento escire il vapore medesimo intieramente pel camino, ovvero di lanciarlo tutto od in parte entro ai tubi testè accennati, dove condensandosi produce il riscaldamento dell'acqua di condensazione. Colla seconda di queste manovre si evita anche l'inconveniente di adombrare gli animali, i quali circolano sulla strada cui è sovrapposto il tramway, col fumo del camino reso visibile, soprattutto nelle giornate umide, dal suo miscuglio col vapore esausto dei cilindri.

*La locomotiva Krauss soddisfa alle precipue condizioni richieste per un motore dei tramways.* — Non avrò che ad enumerare queste condizioni, affinchè si possa coll'aiuto della precedente descrizione riconoscere che esse sono tutte quante adempiute nella locomotiva Krauss. Ciò mi offrirà in pari tempo l'occasione di completare maggiormente la descrizione stessa, facendo menzione del freno di cui la locomotiva è munita, e di qualche altro particolare. Per rapporto al freno dirò subito che questo è a ceppi di ghisa sospinti contro la circonferenza delle quattro ruote mediante una leva a mano, alla quale va inoltre unito un contrappeso. Mercè d'un cosiffatto freno, anche camminando colla sua massima velocità di circa 20 chilometri all'ora, si può arrestare il convoglio a pochi metri di distanza dal punto della strada, in cui la macchina si trova quando questo apparecchio di sicurezza vien posto in azione, resa questa rapidissima dall'effetto istantaneo del contrappeso. La qual cosa soddisfa già ad una prima condizione che deve ricercarsi in un motore per tramway e consistente nella possibilità di arrestarlo entro un brevissimo intervallo di tempo in qualunque punto della sua corsa, quasi come si opera oggi nella trazione con cavalli (1).

Le altre condizioni di maggiore importanza imposte alle locomotive per tramways sono le seguenti: 1° che si possano non solo arrestare, ma eziandio mettere in moto rapidamente; 2° che siano atte a passare nelle curve di piccolo raggio; 3° che siano suscettive di camminare anche all'indietro senza doverle capovolgere all'estremità della corsa; 4° che non offrano, in alcuna delle loro parti, cosa la quale possa spaventare i cavalli delle vetture ordinarie, avendo il più possibilmente l'apparenza di una vettura ordinaria da tramway, massime una larghezza non eccessiva pel minore ingombro della strada, e senza che sianvi in vista organi dotati di movimenti proprii oltre quello generale di traslazione; 5° che non emettano fumo e vapore visibili, acqua e ceneri; 6° che non producano rumore incomodo ad udirsi e pericoloso per gli animali; 7° che per ultimo abbiano tale elasticità di potenza da permettere sforzi di trazione

(1) In Inghilterra si esige una tale potenza di freno da produrre, alla velocità di 8 miglia all'ora (13 chilometri), l'arresto sopra un tratto di strada uguale alla lunghezza della macchina (veggasi la relazione della Commissione d'inchiesta sulla trazione meccanica delle vetture dei tramways nominata dalla Camera dei Comuni, della quale relazione un sunto tradotto in francese venne pubblicato da H. De Baeker nella *Revue Universelle des mines* di Cuyper a p. 467 e 297 dei volumi III e IV, anno 1878).

compresi entro larghi limiti a seconda delle variazioni del carico del convoglio e della pendenza della strada.

La locomotiva Krauss, alimentata con combustibile asciutto e governata a dovere, non vien meno in quella misura, che solo è ragionevole di pretendere, ad alcuna delle esigenze or ora annoverate. L'essere le sue quattro ruote tra di loro accoppiate, ossia tutto il suo peso utilizzato nell'aderenza sulle rotaie, come pure l'essere di soli metri 1,50 la distanza compresa fra i due assi o la lunghezza della base di appoggio sulle rotaie medesime fanno sì che è ognora possibile di soddisfare alla 1<sup>a</sup> ed alla 2<sup>a</sup> delle sovraccennate condizioni. Il moto all'indietro della macchina è facilmente ottenibile (condizione 3<sup>a</sup>), bastando a quest'uopo valersi dell'apparecchio d'inversione del moto a leva che è aggiunto al meccanismo di distribuzione del vapore. Rispetto alle condizioni 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> ciò che già dissi precedentemente intorno alle cure poste dal costruttore nel nascondere ogni organo del meccanismo motore non solo, ma anche le ruote, ed intorno all'apparecchio di condensazione, mi dispensa dal fare ulteriore parola al riguardo. Nessun rumore capace d'incutere spavento negli animali, o generare incomodo alle persone (condizione 6<sup>a</sup>), mi venne fatto d'udire in occasione delle prove eseguite con questa locomotiva tanto all'atto di partenza e d'arrivo, quanto lungo la corsa alla più grande velocità. Finalmente una forte pressione mantenuta in caldaia unitamente al maneggio, operato con discreto discernimento, sia del meccanismo di distribuzione del vapore, sia della valvola di presa di quest'ultimo dalla caldaia, porgono sufficiente mezzo di potere (condizione 7<sup>a</sup>) commisurare convenientemente la potenza della macchina a carichi variabili ed alla maggiore o minor resistenza incontrata lungo la linea in causa delle curve e delle varie pendenze.

*Paragone della locomotiva Krauss con altre locomotive per tramways.* — L'attitudine della locomotiva Krauss a compiere un servizio soddisfacente sotto ogni rapporto apparirà eziandio chiaramente dal confronto delle sue principali dimensioni con quelle di altre macchine destinate al medesimo ufficio e già favorevolmente conosciute. Questo confronto, esteso soltanto fin dove mi fu possibile raccogliere i dati necessari, trovasi riportato nel quadro della pag. seguente. Le tre locomotive considerate in questo quadro, oltre quella di Krauss, sono note sotto i nomi rispettivi di Vaessen, Brown ed Henschel. La locomotiva Brown, apparsa per la prima volta a Ginevra, poscia in Italia sul tramway Milano-Saronno ed a Parigi sul tramway delle Courberoié, venne da poco tempo adottata in un colla locomotiva Henschel pel tramway di Torino-Moncalieri, la seconda però soltanto in via provvisoria, dovendo la medesima essere surrogata da un'altra di ugual tipo ma di minore potenza. L'aggiungere altri particolari intorno a queste tre nuove locomotive per tramway, oltre quelli e le cifre riportati nel presente quadro, mi porterebbe troppo fuori dei limiti che dovetti assegnare a questo mio scritto. Mi contenterò pertanto di far notare solamente che, non avendo io potuto procacciarmi cifre soddisfacenti relativamente alla forza nominale di tutte quattro le locomotive, allo scopo di istituire un paragone eziandio intorno alla potenza ed al peso specifico delle quattro macchine, fui costretto a dedurre le stesse cifre per mezzo del calcolo. Le formole da me adoperate a quest'uopo ed anche pel calcolo dello sforzo di trazione di ciascuna locomotiva trovansi citate in calce al quadro (1).

*Esperimenti istituiti sul tramway a vapore di Cuneo-Borgo San Dalmazzo col dinamometro di trazione.* — Vengo ora a parlare degli esperimenti che a me ed agli allievi del terzo corso della Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Torino fu gentilmente concesso di eseguire sul tramway di Cuneo-Borgo S. Dalmazzo nei primi giorni di prova della

trazione meccanica a vapore. In questi esperimenti, ai quali prestarono opera molto efficace il signor Adolfo Rossi ingegnere del Commissariato governativo delle ferrovie dell'Alta Italia, il signor Tommaso Ponso già allievo della nostra Scuola ed ora ingegnere del Municipio a Cuneo (1) e l'ingegnere Angelo Bottiglia assistente presso l'anzidetta Scuola per le macchine a vapore e ferrovie, noi c'eravamo proposto di misurare in condizioni diverse di velocità e di carico utile trainato il coefficiente di trazione del convoglio e la resistenza propria della locomotiva Krauss.

Per tale uopo vennero applicati fra la macchina e la prima vettura del convoglio un dinamometro di trazione di Morin a stile, e ad uno dei cilindri motori un indicatore delle pressioni di Richard. Un cingolo senza capi, acconciamente disposto sotto il treno della stessa vettura, comunicava al momento opportuno il movimento alla carta del dinamometro destinata a ricevere il diagramma degli sforzi di trazione.

Gli esperimenti tanto col dinamometro quanto coll'indicatore furono istituiti una prima volta nel giorno 10 luglio, e ripetuti una seconda nel giorno successivo. Nel primo giorno il convoglio era formato di due vetture chiuse ognuna del peso morto di kg. 2200 e cariche di allievi, oltre il personale di servizio, in modo da fare un convoglio del peso lordo di 5340 a 5400 chilogrammi. Nell'altro giorno alle stesse vetture se n'aggiunse una terza del peso morto di kg. 1700, per guisa che il peso lordo del convoglio venne a risultare di kg. 9220. Sempre durante gli esperimenti il governo della locomotiva fu affidato all'egregio signor Augusto Stigler, ingegnere meccanico rappresentante della Casa Krauss in Italia, con residenza in Milano, il quale ebbe nell'opera sua l'aiuto d'un macchinista e d'un suo figlio abilissimo nel condurre locomotive.

Il processo tenuto in ogni esperimento col dinamometro di trazione fu il seguente: una prima persona osservava, in vicinanza dello strumento, il tempo su d'un orologio a minuti secondi, ed insieme faceva attenzione ai pali telegrafici infissi lungo la linea di 50 in 50 metri. Una seconda persona, tenendo continuamente fra le mani la leva di comando del meccanismo svolgitoro della carta del dinamometro, aveva l'incarico di comunicare ovvero di arrestare il movimento di questo meccanismo ad un dato cenno della prima persona. Fatti coincidere sulla medesima retta normale alla direzione degli sforzi le punte dei due stili o matite dello strumento s'incamminava il convoglio: poscia accertata sull'orologio l'uniformità del movimento, veniva al passaggio dinanzi al primo palo telegrafico successivo dato il segno di imprimere il moto alla carta del dinamometro, il qual moto s'arrestava d'un tratto ad un secondo segno fatto al passaggio davanti all'ultimo palo del tratto di strada che s'era stabilito di percorrere nell'esperimento. La prima persona, oltre al numero dei pali passati, notava simultaneamente il numero dei minuti secondi trascorsi. In questa maniera s'ottenevano lo spazio descritto ed il tempo trascorso durante l'esperimento: con che potevasi dedurre la velocità media di traslazione del convoglio pel medesimo intervallo di tempo. Lo sforzo medio corrispondente di trazione venne ricavato in seguito quadrando i diagrammi dei vari esperimenti con un planimetro e poscia, trovata l'ordinata media col dividere l'area di ciascun diagramma per la rispettiva corsa, dividendo ancora quest'ordinata pel coefficiente d'inflexione del dinamometro. Nella fig. 6 della tav. I è disegnato uno di questi diagrammi ottenutosi nel secondo esperimento dell'11 luglio con una coppia di molle avente per coefficiente d'inflexione metri 0,0000816 per ogni chilogrammo.

Sono ovvii i calcoli da eseguirsi affine di dedurre dopo tutto ciò il valore del coefficiente di trazione, vale a dire dello sforzo di trazione riferito ad ogni tonnellata di con-

(1) Relativamente al prezzo delle quattro locomotive, non essendo io riuscito a procacciarmi cifre soddisfacenti, devo qui starmi pago a far noto unicamente il prezzo, a cui venne acquistata ciascuna delle due locomotive Krauss del tramway di Cuneo - Borgo S. Dalmazzo, ed il quale fu di lire 18000 in oro alla fabbrica.

(1) All'ingegnere Ponso, che sulla mia preghiera volle inoltre gentilmente rettificare per la tratta percorsa negli esperimenti il profilo longitudinale della strada, sento l'obbligo di testimoniare pubblicamente in questa occasione tutta la gratitudine mia e degli allievi.

Quadro comparativo delle locomotive per tramways Krauss, Vaessen, Brown ed Henschel.

| DENOMINAZIONE DELLA LOCOMOTIVA<br>COSTRUTTORE   | KRAUSS<br>Krauss di Monaco<br>(Baviera)             | VAESSEN<br>Società<br>San Leonardo<br>di Liegi<br>nel Belgio | BROWN<br>Fabbrica svizzera<br>di locomotive<br>e macchine<br>a Winterthur   | HENSCHEL<br>Henschel<br>di Cassel                        |
|---|---|--|---|--|
| <i>Caldaja.</i>   |   |  |   |  |
| Sistema della caldaia . . . . .   | tubolare ordina-<br>ria di locomotiva               | tubolare ordina-<br>ria di locomotiva                        | tubolare ordina-<br>ria di locomotiva<br>coll'aggiunta di<br>un 2° corpo cilin-<br>drico verticale<br>ma non tubolare | tubolare ordina-<br>ria di locomotiva                    |
| Metallo con cui sono costrutti il focolare e il<br>corpo cilindrico . . . . .               | focolare di rame<br>e corpo cilindrico<br>d'acciaio | focolare di rame<br>e corpo cilindrico<br>di ferro           | focolare di rame<br>e i due corpi ci-<br>lindrici d'acciaio   | focolare di rame<br>e corpo cilindri-<br>co di ferro     |
| Diametro interno del corpo cilindrico . . . . . metri                                       | 0, 700  | »  | 0, 560  | 0, 849   |
| Lunghezza, id. fra le piastre tubolari . . . . . Id.  | 1, 400  | »  | 0, 96   | 1, 200   |
| Superficie della graticola del focolare . . . . . mq.                                       | 0, 29   | 0, 29  | 0, 45   | 0, 56  |
| Numero dei tubi bollitori . . . . .   | 56  | »  | 71  | 113  |
| Diametro interno, id. . . . . metri   | 00, 41  | »  | 0, 034  | 0, 034   |
| Superficie di riscaldamento diretta . . . . . mq.   | 1, 98   | 1, 70  | 2, 25   | 2, 90  |
| Id. tubolare o indiretta . . . . . id.  | 10, 50  | 11, 50   | 7, 25   | 14, 31   |
| Numero di bollo della caldaia, o pressione mas-<br>sima effettiva del vapore . . . . . atm. | 12  | 10   | 13  | 12   |
| Altezza del camino sul piano delle rotaie . . . . . metri                                   | 3, 180  | 3, 150   | 3, 150  | 3, 000   |
| Capacità compressiva della cassa d'acqua . . . . . litri                                    | 127, 7  | 1700   | 500   | 770  |
| Id. di combustibile . . . . . chilog.   | 150   | 150  | 200   | 250  |
| Apparecchi d'alimentazione della caldaia . . . . .  | una tromba e un<br>iniettore                        | »  | una tromba con<br>motore speciale<br>ed un iniettore  | una tromba Chiaz-<br>zari ed un iniettore                |
| <i>Meccanismo motore.</i>   |   |  |   |  |
| Numero dei cilindri motori . . . . .  | 2   | 2  | 2   | 2  |
| Disposizione, id. . . . .   | esterni   | esserni  | esterni   | interni  |
| Diametro degli stantuffi motori . . . . . metri   | 0, 160  | 01, 75   | 0, 140  | 0, 200   |
| Corsa, id. . . . . Id.  | 0, 300  | 03, 00   | 0, 300  | 0, 300   |
| Sistema di distribuzione del vapore . . . . .   | a due eccentrici<br>con settore di<br>Stephenson    | con settore senza<br>eccentrici (siste-<br>ma Walschaert)    | a leve senza ec-<br>centrici  | a due eccentrici<br>con settore ret-<br>tilineo di Allan |
| <i>Ruote e modo di sospensione della macchina.</i>  |   |  |   |  |
| Numero e disposizione delle ruote . . . . .   | 4 ruote accop-<br>piate                             | 4 ruote accop-<br>piate e 2 por-<br>tanti anteriori          | 4 ruote accop-<br>piate   | 4 ruote accop-<br>piate                                  |
| Diametro delle ruote motrici ed accoppiate . . . . . metri                                  | 0, 630  | 0, 600   | 0, 600  | 0, 630   |
| Id. delle ruote portanti . . . . . Id.  | »   | 0, 500   | »   | »  |
| Posizione dell'asse motore . . . . .  | asse posteriore                                     | asse posteriore  | asse posteriore   | asse posteriore<br>sotto il focolare                     |
| Distanza compresa fra i due assi estremi . . . . . metri                                    | 1, 500  | 1, 950   | 1, 500  | 1 400  |
| Modo di sospensione sulle ruote . . . . .   | su tre punti, uno<br>sull'asse poste-<br>riore      | su cinque punti<br>uno sull'asse an-<br>teriore              | su tre punti, uno<br>sull'asse ante-<br>riore   | su quattro punti   |
| <i>Locomotiva considerata nel suo complesso.</i>  |   |  |   |  |
| Lunghezza totale della macchina . . . . . metri   | 3, 000  | 4, 550   | 3, 500  | 3, 535   |
| Larghezza massima, id. . . . . Id.  | 2, 000  | 2, 120   | 1, 220  | 2, 100   |
| Peso della locomotiva vuota . . . . . chilog.   | 5900  | 7500   | 5000  | 6900   |
| Id. id. in servizio . . . . . Id.   | 7900  | 9500   | 6000  | 8000   |
| <i>Quantità ottenute col calcolo.</i>   |   |  |   |  |
| Velocità massima di traslazione in metri al 1'' (1) . . . . . metri                         | 5, 937  | 5, 654   | 5, 654  | 5, 937   |
| Id. in chilometri all'ora . . . . . chilom.   | 20, 375   | 20, 357  | 20, 357   | 20, 375  |
| Sforzo di trazione (2) . . . . . chilog.  | 614, 07   | 652, 67  | 531, 63   | 956, 99  |
| Forza utile massima (3) (disponibile sull'asse mo-<br>tore) . . . . . cav.-vap.             | 48, 615   | 49, 210  | 400, 84   | 60, 338  |
| Peso specifico della locomotiva (per cav.-vap.<br>di forza utile) . . . . . chilog.         | 162, 5  | 193, 0   | 149, 6  | 132, 5   |
| Peso utilizzato nell'aderenza . . . . . Id.   | 7900  | 7600 (5)   | 6000  | 8000   |
| Aderenza (4) . . . . . Id.  | 1128, 5   | 1085, 7  | 1857, 1   | 1142, 8  |

(1) Calcolata nell'ipotesi che le ruote motrici diano tre giri per minuto secondo, ossia colla formola  $u = 3\pi D$ , essendo  $u$  la velocità in discorso;  $\pi = 3,1416$  e  $D$  il diametro delle ruote motrici.

(2) Ottenuto per mezzo della formola  $0,75 \frac{0,65pld^2}{D}$ , essendo  $p$  la pressione assoluta nella caldaia in chilog. per mq.;  $l$  e  $d$  la corsa e il diametro degli stantuffi;  $D$  il diametro delle ruote motrici;  $0,75$  il coefficiente di rendimento del meccanismo della locomotiva e  $0,65p$  la pressione media utile nei cilindri.

(3) Ricavata mediante la formola  $\frac{Su}{75}$ , denotandosi con  $S$  lo sforzo di trazione dato dalla formola precedente ed  $u = 3\pi D$ .

(4) Ritenuta  $= \frac{1}{7}$  del peso gravitante sulle ruote motrici insieme ed accoppiate.

(5) Nella supposizione che le ruote motrici ed accoppiate sopportino  $\frac{1}{5}$  del peso totale della locomotiva.

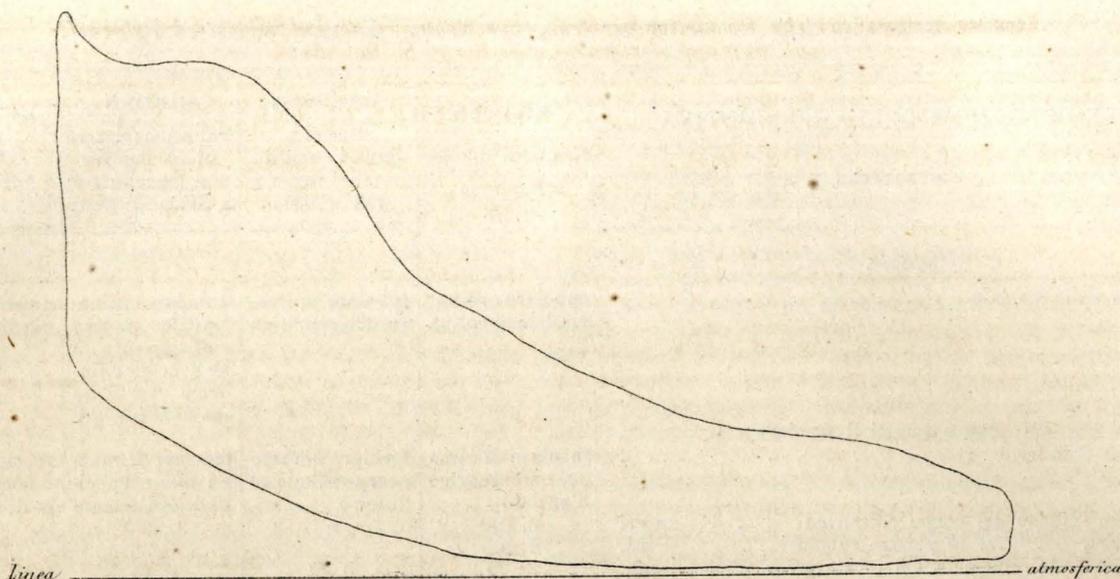


FIG. 9. — Diagramma del lavoro indicato, ottenuto nel secondo esperimento dell'11 luglio dalla camera anteriore del cilindro motore di destra. Scala dell'indicatore..... 1,atm.285 per cm.

voglio, sia sulla pendenza percorsa, sia nell'ipotesi d'una linea orizzontale. Siccome tutti gli esperimenti si fecero camminando da Cuneo verso Borgo S. Dalmazzo, cioè sempre in salita, così è chiaro che si passa dal primo al secondo di tali coefficienti diminuendo il valore del coefficiente in pendenza di tanti chilogrammi quanti sono i millimetri di pendenza per metro.

**Esperimenti fatti coll'indicatore delle pressioni.** — Mentre eseguivansi gli esperimenti col dinamometro di trazione, per ciascuno di essi due altre persone ricavavano uno o due diagrammi dalla camera posteriore del cilindro motore di destra per mezzo dell'indicatore delle pressioni, notando a un tempo il grado di pressione nella caldaia. La scala della molla, scelta fra le dieci annesse allo strumento, è quella che corrisponde alla pressione di atmosfere 1,2850 per ogni centimetro d'accorciamento della molla. Nella fig. 9 in questa pagina scorgesi uno degli anzidetti diagrammi avutosi nel secondo esperimento dell'11 luglio, cioè dello stesso esperimento pel quale nella figura antecedente venne riportato il diagramma degli sforzi di trazione.

È noto che l'ordinata media e la corrispondente pressione media utile del vapore nei cilindri si ottengono in modo analogo a quello indicato poc'anzi nei diagrammi del dinamometro di trazione, coll'unica avvertenza, rispetto alla misura delle ordinate, di considerare soltanto le loro porzioni intercette nel diagramma. In calce al quadro che segue si troveranno riferite le formole, delle quali si è fatto uso per determinare, in base alla prefata pressione media, il lavoro indicato o sviluppato al 1" nei due cilindri motori della locomotiva, come pure la resistenza propria di quest'ultima sia per trainare se medesima, sia in causa del suo meccanismo.

**Risultati ottenuti col dinamometro e coll'indicatore** — Questi risultati relativi alla locomotiva portante il numero di fabbrica 712 sono minutamente riportati nel quadro della pag. seguente, in un con quelli di due altri esperimenti analoghi stati istituiti qualche mese innanzi mercè gli stessi strumenti, impiegando però molle più deboli (1), dall'ing. Rossi sopra la locomotiva del tramway Milano-Saronno già menzionata nel presente scritto ed avente il numero di fabbrica 571. Si contengono inoltre in questo quadro i risultati di due prove della macchina 712, sciolta, cioè fatta camminare senza convoglio. Vi si trovano pure, per ogni esperimento,

i valori della pressione d'introduzione nei cilindri allo scopo di far conoscere di quanto il macchinista era costretto, regolando il grado d'apertura della valvola di presa del vapore dalla caldaia, di rendere minore la pressione di quest'ultimo, a fronte della pressione regnante nella caldaia per poter imprimere al convoglio una determinata velocità. Devesi infine notare ancora che in tutti gli esperimenti la leva di comando del meccanismo di distribuzione del vapore venne mantenuta nella stessa tacca (n. 2 avanti) della propria guida, ciò che prossimamente corrisponde al grado d'espansione 1/3 come può desumersi dal diagramma della fig. 9 testè citata.

Il presente quadro è una fedele esposizione dei risultati sperimentali in discorso, fra i quali è debito in primo luogo l'osservare che vogliono essere eliminati quelli riferentisi alla prova 5<sup>a</sup> (la prima dell'11 luglio) pel motivo che in questa prova s'ebbe uno scorrimento notevolmente prolungato della cordicella motrice del dinamometro di trazione sulle sue puleggie. È da avvertirsi inoltre rispetto alla medesima prova che dev'essere parimente occorso un qualche errore nel diagramma ricavato coll'indicatore, atteso che nelle stesse condizioni di velocità e carico del convoglio dalla prova 7<sup>a</sup> s'ebbero una pressione media minore ed una pressione d'introduzione maggiore. Ciò premesso, ecco le principali conclusioni che s'inferirebbero dalle altre otto prove rimanenti. I valori ottenuti pel coefficiente di trazione sono abbastanza soddisfacenti e concordi con quelli già noti per altri esperimenti sui tramways (1). Al contrario i valori del coefficiente di resistenza opposta dalla locomotiva, per potere trasportare se medesima e muovere il proprio meccanismo, superano di molto, segnatamente per la locomotiva n. 712, le cifre comunemente ommesse anche per le macchine di grande forza. Emerge altresì dalle cifre riguardanti la pressione del vapore che la forte pressione, sotto cui generasi il vapore nella caldaia, nell'esercizio corrente è sempre lungi assai dall'essere quella con cui il vapore vien introdotto nei cilindri: donde conseguirebbe pel modo di impiegare il vapore un'analogia con quello in uso nelle locomotive ad acqua calda senza focolare.

Io mi guarderò bene dal volere a queste conclusioni at-

(1) Si vegga a questo proposito l'opera, già citata precedentemente, di Spée sull'esercizio delle ferrovie americane con trazione meccanica, a pag. 11. Si spiega che gli stessi valori sono sensibilmente maggiori di quelli d'una ferrovia ordinaria in condizioni analoghe di tracciato della strada e di velocità, tenendo nel debito conto la minore stabilità dei tramways, la difficoltà di conservarli in stato conveniente ed ancora la minore cura usata nella manutenzione e nel governo dei freni-veicoli.

(1) Coefficiente del dinamometro di trazione m. 0,00012 per kg.; scala dell'indicatore delle pressioni atm. 1,0709 per cm.

**Esperimenti istituiti con un dinamometro di trazione e con un indicatore delle pressioni  
sul tramway a vapore Cuneo-Borgo S. Dalmazzo.**

|   | ESPERIMENTI ISTITUITI                     |                       |                         |                       |                       |                       |                       |        |        |
|---|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|--------|
|   | il 1° marzo<br>colla locomotiva<br>N. 571 |                       | colla locomotiva N. 712 |                       |                       |                       |                       |        |        |
|   |   |                       | il 10 luglio            |                       | l'11 luglio           |                       |                       |        |        |
|   | 1°  | 2°                    | 3°                      | 4°                    | 5°                    | 6°                    | 7°                    | 8°     | 9°     |
| <i>Misura dello sforzo di trazione ottenuto mediante un dinamometro a stilo di Morin.</i>                           |   |                       |                         |                       |                       |                       |                       |        |        |
| Macchina sciolta senza convoglio  |   |                       |                         |                       |                       |                       |                       |        |        |
| Durata dell'esperimento . . . . .   | 45''                                      | 52''                  | 45''                    | 44''                  | 60''                  | 41''                  | 15''                  | 25''   | 24''   |
| Spazio percorso . . . . . m.  | 210                                       | 280                   | 210                     | 280                   | 280                   | 210                   | 70                    | 140    | 140    |
| Velocità di traslazione in metri per 1'' id.  | 4,67                                      | 5,38                  | 4,66                    | 6,36                  | 4,66                  | 5,12                  | 4,66                  | 5,60   | 5,83   |
| Id. in chilometri all'ora . . km.   | 16,812                                    | 19,382                | 16,776                  | 22,907                | 16,776                | 18,436                | 16,776                | 20,160 | 20,989 |
| Area del diagramma . . . . . mq.  | 0,000455                                  | 0,009305              | 0,00962                 | 9,01182               | 0,01659               | 0,01604               | 0,00525               | »      | »      |
| Sua lunghezza . . . . . m.  | 0,710                                     | 0,955                 | 1,023                   | 1,345                 | 1,113                 | 1,086                 | 0,336                 | »      | »      |
| Ordinata media . . . . . id.  | 0,00909                                   | 0,00974               | 0,0094                  | 0,0088                | 0,0149                | 0,0148                | 0,0156                | »      | »      |
| Sforzo medio di trazione . . . kg.  | 75,7                                      | 81,1                  | 115,1                   | 107,9                 | 182,7                 | 181,3                 | 191,2                 | »      | »      |
| Peso del convoglio rimorchiato . tonn.  | 20,29                                     | 21,75                 | 21,3                    | 20,2                  | 19,8                  | 19,7                  | 20,7                  | »      | »      |
| Coefficiente di trazione per tonn. . kg.  | 3,730                                     | 3,730                 | 5,400                   | 5,340                 | 9,220                 | 6,220                 | 9,220                 | »      | »      |
| Pendenza della strada per mille . . .   | 13,2 <sup>00/00</sup>                     | 13,2 <sup>00/00</sup> | 13,2 <sup>00/00</sup>   | 13,2 <sup>00/00</sup> | 13,2 <sup>00/00</sup> | 13,2 <sup>00/00</sup> | 13,2 <sup>00/00</sup> | »      | »      |
| Coefficiente di trazione in piano per<br>tonnellata . . . . . kg.   | 7,09                                      | 8,55                  | 8,1                     | 7,0                   | 6,6                   | 6,5                   | 7,5                   | »      | »      |
| <i>Misura del lavoro sviluppato nei cilindri motori della locomotiva ricavata coll' indicatore delle pressioni.</i> |   |                       |                         |                       |                       |                       |                       |        |        |
| Macchina sciolta senza convoglio  |   |                       |                         |                       |                       |                       |                       |        |        |
| Area del diagramma . . . . . cmq.   | 26,35                                     | 29,20                 | 26,70                   | 27,50                 | 38,20                 | 40,30                 | 39,6                  | 17,3   | 23,9   |
| Lunghezza del diagramma . . . cm.   | 12,9                                      | 12,9                  | 13,6                    | 12,7                  | 12,8                  | 12,8                  | 12,8                  | 13,0   | 13,1   |
| Ordinata media . . . . . id.  | 2,04                                      | 2,26                  | 1,949                   | 2,165                 | 3,007                 | 3,148                 | 3,093                 | 1,33   | 1,82   |
| Pressione media utile nei cilindri . atm.   | 2,185                                     | 2,420                 | 2,504                   | 2,782                 | 3,863                 | 4,045                 | 3,974                 | 1,709  | 2,339  |
| Numero dei colpi doppi di stantuffo al<br>1'' (1) . . . . .   | 2,37                                      | 2,72                  | 2,36                    | 3,22                  | 2,36                  | 2,59                  | 2,36                  | 2,84   | 2,95   |
| Lavoro motore indicato (2) . . . c-v.   | 17,22                                     | 21,89                 | 19,65                   | 29,77                 | 30,31                 | 34,83                 | 31,19                 | 16,13  | 22,94  |
| Pressione assoluta nella caldaia . atm.   | 4,00                                      | 8,2                   | 11,6                    | 10,6                  | 12,1                  | 12,6                  | 12,6                  | 6,8    | 7,7    |
| Pressione assoluta d'introduzione. id.  | 9,7                                       | 4,21                  | 6,1                     | 7,4                   | 10,2                  | 9,9                   | 9,7                   | 5,4    | 6,5    |
| Lavoro utile di trazione (3) . . . c-v.   | 4,72                                      | 5,82                  | 7,15                    | 9,15                  | 11,35                 | 12,38                 | 11,88                 | »      | »      |
| Lavoro consumato dalla locomotiva (4) id.   | 12,50                                     | 16,07                 | 12,50                   | 20,62                 | 18,96                 | 22,45                 | 19,31                 | »      | »      |
| Resistenza totale della locomotiva (5) kg   | 200,7                                     | 224,0                 | 201,1                   | 243,1                 | 305,1                 | 328,8                 | 310,7                 | »      | »      |
| Coefficiente di resistenza della locomotiva<br>in piano e per tonnellata (6) . . kg.                                | 12,2                                      | 15,1                  | 13,2                    | 17,5                  | 25,4                  | 28,4                  | 26,1                  | »      | »      |

(1) Ottenuto dividendo la velocità di traslazione in metri al 1'' per la circonferenza delle ruote motrici. — (2) Ricavato mediante la formola  $L_i = \frac{10333 \pi d^2 l p_m}{75}$ , essendo  $L_i$  il lavoro indicato in cavalli a vapore,  $\pi = 3,1416$ ,  $d$  ed  $l$  il diametro e la corsa semplice degli stantuffi in metri e  $p_m$  la pressione media utile in atmosfere. — (3) Dedotto moltiplicando lo sforzo medio totale di trazione per la velocità in metri al 1''. — (4) Uguale alla differenza fra il lavoro motore indicato ed il lavoro utile di trazione. — (5) Calcolato riducendo il lavoro consumato dalla locomotiva in chilogrammetri e dividendo il prodotto così risultante per la velocità di traslazione in metri al 1''. — (6) Avuto dividendo la resistenza precedente per il peso della locomotiva in tonnellate (7,9) e poscia sottraendo dal quoziente la pendenza della strada in millimetri per metro.

tribuire più dell'importanza che esse solamente ponno meritare, sia pel numero troppo piccolo dei fatti esperimenti, sia per gli stretti limiti in cui questi sonosi dovuti contenere, in rapporto ai brevi tratti di strada percorsi, per cagione della debole portata del meccanismo registratore del dinamometro di trazione e delle difficoltà di ricavare buoni diagrammi coll'indicatore a grande velocità senza ricorrere a disposizioni speciali. Ciò nondimeno, è lecito l'asserire primieramente, avuto riguardo alla resistenza considerevole che i tramways a rotaie scanalate presentano alla trazione, che è cosa ognora da raccomandarsi, quando torna possibile come pei tramways extraurbani, l'armamento della strada fatto con rotaie saglienti ordinarie, ed in secondo luogo, relativamente alle locomotive a vapore in uso oggidì sui tramways che sono ancora da desiderarsi ulteriori perfezionamenti circa le proporzioni delle varie loro parti in misura colla

forza che esse debbono sviluppare, come circa il modo economico d'adoperare il vapore, producendo bensì questo sotto forte pressione nella caldaia, ma non strozzandola subito dopo affine di adeguare il lavoro della locomotiva alla resistenza da vincersi, e cercando invece di raggiungere questo scopo con acconcio meccanismo d'espansione variabile fra più estesi limiti.

*Prove fatte sul consumo di combustibile e d'acqua della locomotiva Krauss.* — Queste prove necessitando l'osservazione di un conveniente numero di giorni, per ottenerne l'esecuzione ho dovuto farne preghiera al distinto ingegnere Stigler, il quale postosi gentilmente all'opera durante lo stesso mese di luglio ottenne i risultati contenuti nell'ultimo quadro seguente. Un calcolo ovvio a farsi sui varii numeri di questo quadro, conduce alle cifre qui appresso relativa-

**Esperimenti relativi alle quantità di combustibile, acqua ed olio consumata dalla locomotiva Krauss sul tramway Cuneo-Borgo S. Dalmazzo.**

| Giorno del mese di luglio 1878 | Numero delle vetture trainate per ogni corsa (andata e ritorno) | Peso complessivo delle vetture trainate per ogni corsa | Numero delle persone trasportate giornalmente | TOTALE chilometri percorsi giornalmente | Velocità prescritta in chilometri all'ora | Consumo giornaliero di |         |           |         | OSSERVAZIONI               |
|--------------------------------|---|--|---|---|---|------------------------|---------|-----------|---------|----------------------------|
|                                |   |  |   |   |   | legna                  | coke    | acqua     | olio    |                            |
| 11                             | 1 volta 3<br>3 volte 2  | kg. 5800<br>4000                                       | 450   | km. 64                                  | km. 14                                    | kg. 15                 | kg. 169 | lit. 1155 | kg. 3 2 | Giorno di mercato.         |
| 12                             | 2   | 4000   | 320   | 64                                      | 14  | 15                     | 143     | 1135      | 3       |                            |
| 13                             | 2   | 4000   | 240   | 64                                      | 14  | 15                     | 126     | 1099      | 3       |                            |
| 14                             | 2 volte 1<br>2 volte 2  | 2200<br>4000   | 180   | 64                                      | 14  | 15                     | 156     | 1035      | 2 9     | Coke di qualità inferiore. |
| 15                             | 1   | 1800   | 80  | 64                                      | 14  | 15                     | 138     | 1087      | 2 6     |                            |
| 16                             | 2   | 4000   | 500   | 80                                      | 14  | 20                     | 180     | 1384      | 3       |                            |
| 17                             | 1   | 2200   | 150   | 80                                      | 14  | 15                     | 140     | 1219      | 2 8     |                            |
| 18                             | 2   | 4000   | 500   | 80                                      | 14  | 20                     | 169     | 1378      | 3       | Giorno di mercato.         |
| 19                             | 1   | 1800   | 150   | 80                                      | 14  | 15                     | 155     | 1149      | 2 7     |                            |
| 20                             | 3   | 5800   | 900   | 80                                      | 14  | 15                     | 191     | 1451      | 3       | Giorno festivo.            |
| 21                             | 1   | 2200   | 200   | 80                                      | 14  | 15                     | 150     | 1196      | 2 6     |                            |
| 23                             | 1 volta 1<br>5 volte 3  | 2200<br>5800   | 900   | 96                                      | 14  | 25                     | 234     | 2154      | 3       | Giorno di domenica.        |
| 24                             | 4 volte 1<br>2 volte 2  | 1800<br>4000   | 320   | 96                                      | 14  | 20                     | 208     | 1860      | 3       |                            |
| 25                             | 2   | 4000   | 480   | 96                                      | 14  | 20                     | 221     | 1936      | 3       | Giorno di mercato.         |

mente al consumo di combustibile e d'acqua della locomotiva Krauss, n. 712:

**CONSUMO PER VETTURA-CHILOMETRO**

(Vettura del peso morto di circa 2000 kg. e contenente 20 persone)

|                                      |       |        |
|--------------------------------------|-------|--------|
| Consumo di combustibile (coke) . . . | kg.   | 4,44   |
| Id. legna per l'accendimento . . .   | kg.   | 0,14   |
| Id. d'acqua. . . . .                 | litri | 11,70  |
| Id. d'olio . . . . .                 | kg.   | 0,024. |

Queste cifre confermano appieno la buona riputazione di cui gode la locomotiva Krauss, analoghi risultati essendosi avuti sul tramway Milano-Saronno ed a Ginevra in ripetute prove eseguite in confronto della macchina Brown, la quale venne già citata precedentemente ed è per molti titoli giudicata siccome una fra le migliori locomotive al presente conosciute per tramways.

Volendo ora chiudere il mio umile scritto, compilato unicamente coll'intento di porgere bastanti notizie intorno ad

un nuovo esempio di un genere di ferrovie, il quale va rapidamente diffondendosi anche in Italia, non posso trattenermi dal tributare le debite lodi ai promotori ed agli abili esecutori del tramway di Cuneo-Borgo S. Dalmazzo, lusingandomi che le mie parole siano riuscite a dimostrare che essi, tanto relativamente all'armamento della strada, quanto rispetto al motore per la trazione meccanica hanno molto giudiziosamente fatto la scelta dei migliori sistemi oggidì conosciuti.

Questa impresa compiuta con così felice esito contribuirà non poco, io lo spero, ad incoraggiare maggiormente l'assennata Provincia ed il benemerito Municipio di Cuneo, i quali non tarderanno a rendere soddisfatto il voto che altri tramways di già progettati vengano ad aggiungersi al precedente, e che soprattutto questo riserbato attualmente al semplice trasporto delle persone, mediante un prolungamento fino alla grandiosa fornace da calce e laterizi, altra opera del non mai abbastanza compianto cav. Chiapello, possa quanto prima servire anche al trasporto dei rinomati prodotti di questa fornace, e così divenire a un tempo un tramway industriale.

Torino, gennaio 1879.

A. CAVALLERO.

## IDRAULICA PRATICA

## SULLA PARTIZIONE DELLE ACQUE CORRENTI

Partitore a sifone dell'ingegnere LUIGI AITA.

1. — Crediamo meritevole di tutta l'attenzione dei colleghi il sistema di partizione delle acque, immaginato dall'ingegnere Luigi Aita, e da lui pubblicato in un opuscolo che dall'autore stesso ci fu gentilmente favorito. Per la qual cosa lo riassumiamo più brevemente nella prima parte e lo riproduciamo quasi integralmente nella seconda, persuasi di far cosa utile e gradita a quanti dovranno procedere ad analoghe operazioni di partizione delle acque correnti.

Quando si presenta il bisogno di distribuire l'acqua che trascorre per un canale scoperto fra altri canali in determinate proporzioni, il quesito non può essere rigorosamente risolto che in limitatissimi casi, quando cioè la distribuzione debba avvenire in modo, che le portate dei singoli condotti espresse in frazioni della totale presa per unità, abbiano per comune denominatore una potenza del 2.

E in vero riescendo impossibile che l'acqua di un dato rivo o canale, anche ridotto orizzontale a sezione rettangolare, a fondo e pareti lisce, non corra più veloce nel mezzo che verso le sponde, il metodo di ripartire la sua larghezza in tante parti che mantengano fra loro quei rapporti, che devonsi averre fra le parziali portate, non può evidentemente riescire ad un risultamento preciso, se non allorché si tratti di dividere la corrente in due parti eguali. Ottenuta questa prima divisione potrà una od ambedue le parti suddividersi, ed ottenersi così la divisione per quattro, per otto, per sedici, ecc., e raggruppandole formare i rispettivi multipli. Chiaramente tutte queste divisioni e suddivisioni vengono ricondotte all'unica divisione esatta possibile, cioè quella per due, le altre non sono che ripetizioni.

Ma quando si domandasse di partire la corrente in più di due parti, od anche in due parti, ma non eguali fra loro, allora (*Turazza, Trattato d'Idrometria*) « si è necessitati a ricorrere a semplici approssimazioni, rese più o meno esatte dalle circostanze speciali ».

Ora occorrendo spesso nei paesi irrigatori, il bisogno di spartire un corso d'acqua in un numero diverso dai sopraccitati che sia p. es. il tre, il cinque, il sei, il sette, il nove, ecc., si ricorre ai ripieghi; ed ora si preferisce aumentare la sezione, ora la pendenza dei canali di fianco, qui impiegare gli speroni isolati per infrangere la corrente, là i risalti e le curvature per diminuire la velocità del canale di mezzo, ed in altro sito alterare i livelli della soglia. Non è difficile immaginare, che se tali espedienti non siano adoperati da ingegneri che all'illuminato istinto della cosa, associno una consumata pratica, il rimedio bene spesso può tornare ad aumento dell'ineguaglianza che si cerca di evitare, e gli interessati sono poco sicuri che l'operazione abbia tacitati giustamente i rispettivi loro diritti.

2. — Il chiarissimo Tadini fu il primo a riconoscere, che per venire alla soluzione del problema era indispensabile di procedere con due operazioni successive, cioè prima *modificare* la corrente in modo da attenuare le differenze di velocità dei filetti liquidi, e ciò ottenuto, procedere alla *partizione*. Il suo partitore, come ognuno sa, consiste in due parti distinte, la prima superiore, che si chiama *versatore*, serve al primo intento facendo cadere a stramazzo l'acqua da ripartirsi, l'altra inferiore, *partitore* propriamente detto, che consiste in altrettanti condotti a pareti verticali con spigoli acuti che tagliano la grondaia nelle proporzioni volute. Ma per adottarlo si ha bisogno però di una condizione difficilissima oggi a verificarsi in pratica specialmente nei paesi di pianura, ed è di aver disponibile una caduta poco minore di un metro. Può inoltre farsi osservare che anche avendo disponibile questa caduta, converrebbe utilizzarla meglio a vantaggio delle industrie. Diversamente sarebbe un voler pagare a troppo caro prezzo un maggior grado di approssimazione.

3. — L'ingegnere Aita pensò di dare al problema una soluzione puramente pratica, ma generale e rigorosa, e crede di essersi riescito, per la qual cosa sottopone il suo progetto all'esame dei colleghi.

Egli prese di mira le condizioni da adempersi per la soluzione generale del problema della dispensa delle acque, quali sono nel trattato d'Idrometria del Turazza chiaramente formulate al libro IV.

Queste nel caso che il problema venga presentato sotto la forma: *Spartire un dato corso d'acqua in un dato numero di parti aventi fra loro un dato rapporto*, possono, secondo lo stesso, venir così presentate:

a « In primo luogo, dice egli, mirando quelli ai quali » detta soluzione particolarmente interessa, è evidente esser » necessario basare le regole idrometriche sopra principii » così ovvii e manifesti, che gli utenti possano andar per- » suasi della giusta ripartizione dell'acqua secondo i loro » diritti, e possano aver norme piane e semplici sì, ma si- » cure, da servir loro di base nelle varie contrattazioni che » possono fare intorno alla partizione delle acque medesime.

b « È mestieri render la soluzione indipendente da mec- » canismi di difficile maneggio, perchè facili ad essere gua- » stati, perchè non potendo esser compresi da coloro alle » cui mani verrebbero affidati, difficilmente si otterrebbe » dal loro uso la precisione alla quale essi mirerebbero.

c « Il metodo deve esser generale, applicabile cioè in » qualunque luogo, sopra qualunque alveo.

d « Quel qualunque edificio, che importasse a questo » uopo costruire, deve esser finalmente in tutte le sue parti » pienamente determinato, così che nulla resti all'arbitrio » dell'utente, il quale non possa arrecare la minima alte- » razione senza che questi non salti immediatamente agli » occhi di chi potrebbe aver diritto d'impedirlo.

e « Lo spazio da esso occupato non deve poi essere » immensamente grande, sì che possa facilmente costruirsi » in un luogo qualunque ».

Inoltre l'Ing. Aita pose a base de'suoi tentativi le seguenti norme direttive:

1° Che come avviene per tutte quasi le materie, per cui prima di venire alla divisione meccanica esatta, si deve premettere la loro riduzione ad un tutto omogeneo, regolare ed uniforme, così per le correnti d'acqua, deve pure premettersi questa riduzione ad uniformità.

2° Che quindi il manufatto, per necessità intrinseca, deve constare di due parti, di un *modificatore* cioè e di un *partitore*.

3° Che il *modificatore*, perchè riesca di generale applicazione, non deve causare la minima alterazione al regime idraulico della corrente da dividersi e perchè riesca esattamente allo scopo, deve presentare il corso d'acqua alle varie bocche, fra cui deve ripartirsi, in identiche condizioni di velocità.

4° Che il *partitore* onde soddisfare all'evidenza, deve ridurre la questione della divisione esatta di un qualsiasi corso d'acqua, alla semplice operazione di misurare una data larghezza.

Epperò per far giungere il corso d'acqua alle varie bocche di partizione in identiche condizioni di velocità, pensò di convertire il movimento della corrente da orizzontale in verticale e di ottenerlo a mezzo di una corta botte a sifone, come se si trattasse di far passare la corrente data sotto un alveo egualmente incassato, ed il braccio ascendente di detta botte anzichè inclinato, come suolsi, facendo invece verticale e di sezione circolare.

Questo sarà il *modificatore*.

Concentricamente a questo braccio ascendente della botte, che si arresta all'altezza del fondo normale del rivo, pensò di costruire una parete murale, alta quanto le sponde del canale, ed in questa lasciare delle interruzioni, o bocche eguali ed equidistanti fra loro, essendochè sarebbero rigorosamente divisa la corrente in qualsivoglia numero di parti eguale o diverso dalle potenze del 2.

Questo bacino, che può dirsi il *partitore* propriamente detto deve avere il fondo ad eguale incassamento di quello che compete al canale in quel punto.

Dalle pareti di questo bacino origineranno i condotti parziali di eguale portata, e raggruppando più condotti si avrà diviso il corso d'acqua senza alterazione del suo regime in parti, comunque disuguali, proporzionate ai prestabiliti rapporti.

Fors'anche in pratica si potrà, senza tema di portare apprezzabili differenze, aprire direttamente nelle pareti del bacino le luci di ampiezza disuguale in ordine ai rapporti stessi.

Questo partitore che potrà dirsi *partitore a sifone*, soddisfa pure al requisito dell'evidenza per tutti gli interessati e la divisione di un corso d'acqua viene ricondotta all'operazione, di confrontare le ampiezze delle bocche del partitore, cioè alla semplice misura di una lunghezza. Se fosse risultato diversamente il problema non sarebbe stato completamente risolto.

4. — « Sviluppata così l'idea (soggiunge l'ing. Aita nel suo opuscolo) e dimostrate soddisfatte le principali condizioni, ritengo non inutile suggerire alcune norme d'avversarsi nel progettare tali manufatti, e di riepilogare le principali regole idrometriche che devono guidare nella determinazione di alcune delle loro parti, ed infine di concludere con un esempio concreto, onde la pratica a cui esclusivamente mi rivolgo, ritrovi qui riunito quanto all'argomento si riferisce, e così insieme aver campo di materialmente dimostrare come il partitore che propongo soddisfi alle altre condizioni secondarie del problema, non trascurabili però in pratica, di necessitare cioè di uno spazio assai minore di quello che richiedevansi negli ordinari partitori per approssimazione, e per ciò stesso d'importare una spesa assai limitata in confronto di quella che per gli stessi occorreva.

**Punto di partizione.** — In caso che da particolari condizioni, non resti determinato il sito da erigersi il partitore, o che per essere il canale d'irrigazione ancora da escavarsi, sia lasciato all'arbitrio del progettista la scelta, dovrà quello, pelle necessarie viste di economia, fissarsi col metodo con cui in meccanica si determina il centro di un sistema di punti pesanti. I siti dove devono metter capo i parziali condotti, considerati come punti aggravati di pesi proporzionali alle rispettive portate, daranno un centro fino al quale dovrà condursi il condotto o canale maestro, e sarà quello il sito da erigersi il partitore, e precisamente il centro del pozzo e del bacino. In caso che il condotto preesistesse, dovrassi, permettendolo le circostanze, condurlo a quel centro o diversamente determinare nell'andamento del condotto il punto di minima distanza dallo stesso. Con ciò visibilmente si otterrà di tenere le acque da partirsi il più possibile in un unico alveo e di dare ai condotti parziali maggiori il minimo sviluppo.

**Sezione della botte a sifone.** — Ad oggetto di non cagionare, colla presenza del partitore, alterazione alcuna al regime prestabilito al corso d'acqua da ripartirsi, di cansare cioè i rigurgiti a monte capaci di portare nocumento agli usi cui il canale o condotto è prima destinato, si determinerà la sezione normale della botte, cioè la sua luce con le solite norme che qui si riassumono. Se l'alveo esiste si comincerà a dedurre cogli ordinari metodi la sua portata  $Q$ , questo elemento, nel caso che l'intera condotta d'acqua sia ancora in progetto, viene fornito dal progetto stesso. Si rileverà quindi con livellazione o dai profili del fondo la pendenza  $p$  della superficie libera dell'acqua, il che fatto si avrà la luce della botte con la formula:

$$A = \frac{Q}{m \sqrt{2gh}}$$

nella quale potrà ritenersi il coefficiente  $m = 0,60$ ; mentre  $h$  altezza generatrice della velocità dell'acqua che passa pel sifone, cioè rialzo del pelo a monte cagionato dal manufatto, resta in dati limiti in arbitrio del progettista; esso deve però esser fissato in modo che l'ampiezza del rigurgito, che è secondo la regola del Funch di:

$$\frac{3h}{2p}$$

non possa giungere a quel punto sopraccorrente, dove per le speciali condizioni cui deve soddisfare la condotta vuolsi che rimanga inalterato il suo livello. Determinati con tali avvertenze i valori della formula si otterrà immediatamente  $A$ , e quindi la forma più conveniente della sezione del tratto orizzontale della botte. Il diametro minimo del pozzo che costituisce il braccio ascendente della botte si potrà ricavare dalla relazione:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

**Larghezza delle bocche del partitore.** — La larghezza minima delle bocche, o meglio dire interruzioni delle pareti del bacino, dovrà determinarsi dalla considerazione, che per mantenere in ogni sua parte inalterato il regime prefisso della condotta d'acqua, è necessario che l'acqua giunta nel bacino, nel convogliarsi per le differenti luci, trovi uno sfogo eguale a quello che avrebbe avuto senza la presenza del manufatto, dal che ne viene, che la larghezza sommata delle varie luci, deve almeno eguagliare la media larghezza che compete al corso d'acqua a monte. Detta quindi  $L$  la media larghezza di questo, espresso con  $r$  il comune denominatore della partizione, sarà  $\frac{L}{r}$  il modulo; la minima larghezza delle bocche sarà una, due, tre volte quella quantità a seconda dei rapporti che devonsi verificare fra le parziali portate. Ma è evidente che se per modulo di partizione si assumesse una larghezza maggiore di  $\frac{L}{r}$ , l'esattezza della divisione non sarà menomamente turbata.

**Diametro interno del bacino.** — Anche la determinazione di questo, resta, fuori di dati limiti, in arbitrio del progettista; il numero ed ampiezza delle bocche, la necessità di tenerle discoste tanto che non abbiano ad influenzarsi, la necessità che alla parete esterna del bacino resti fra bocca e bocca uno spazio sufficiente per i rilevati di terra o muri di separazione dei vari condotti, il bisogno che per comodità del manufatto rimanga fra le pareti del bacino e l'orlo del pozzo una larghezza sufficiente, le successive vedute di dover in altro giorno ripartire in un numero maggiore di parti, limitando tutte od alcune delle bocche, apprendone altre, tutto ciò considerato nelle combinate viste di una ragionevole economia, daranno dati sufficienti al progettista per fissare il diametro del bacino partitore.

Crederei in ogni caso fissare che il detto diametro non dovesse esser minore di due volte la larghezza sommata delle bocche, il che dà uno sviluppo di pareti del bacino sestuplo di quello della larghezza delle bocche.

**Distribuzione delle bocche.** — Descritto il perimetro circolare del bacino col centro comune a quello del pozzo ascendente, si condurranno dal detto centro delle rette ai punti di arrivo dei parziali condotti, queste rette daranno nella loro intersezione col perimetro del bacino, i centri delle varie bocche; locali circostanze o parziali vedute, e specialmente il bisogno di tenerle abbastanza discoste, potranno modificare più o meno tale distribuzione.

**Condotti parziali.** — Determinati sul perimetro del bacino i centri precisi delle bocche, si faranno per quelli passare dei raggi i quali protratti all'infuori daranno gli assi del primo tronco di ciascuno dei condotti; proporrei che tali tronchi si facessero di maggior lunghezza possibile, a fondo orizzontale e nei primi 3 o 4 metri con pareti e platea di muratura.

All'estremo del tronco rettilineo murerei delle sagome in muro di eguale dimensione delle bocche del partitore con soglia al livello del fondo di questo. Queste sagome sarebbero destinate a mantenere l'allineamento di questo primo tronco ed a rettificarlo all'uopo.

#### Esempio pratico.

Sia data una roggia la cui sezione viva sistematica, sia, o debba essere quella indicata dalla fig. 10.

La pendenza unitaria del fondo e della superficie libera sia stata rilevata o stabilita di 0,0002.

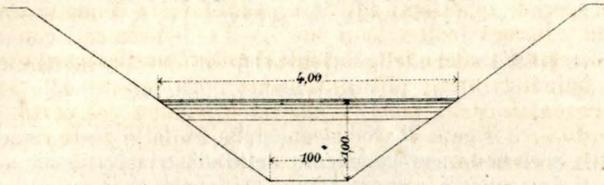


Fig. 10.

Si tratti di ripartire l'acqua che trascorre in tre parti che mantengono fra loro il rapporto dei numeri 1, 2, 4. Sia il punto di partizione vincolato a speciali condizioni, sia cioè in un punto di risvolta ed a metri 400 a valle di un opificio.

La portata calcolata con la formola del moto uniforme sarebbe di metri cubi 1,28 circa.

L'esistenza dell'opificio superiore al partitore prescrive che questo manufatto non possa portare, col rigurgito che determina, alterazione al livello d'acqua a valle di quell'opificio.

Ne segue che il massimo valore di  $h$  altezza del rigurgito è dato dalla relazione:

$$\frac{3}{2} \frac{h}{0,0002} = 400$$

da cui si ricava  $h = 0,053$ .

Per andar cauti riterremo  $h = 0,045$ .

Fissato così il valore di  $Q$  e quello di  $h$ , si avrà l'area

della sezione del braccio orizzontale della botte dalla relazione:

$$A = \frac{1,28}{m \sqrt{2g} \times 0,045}$$

dove posto il coefficiente  $m = 0,60$  si ottiene la sezione della botte  $A =$  prossimamente 2,30; a questa potrà assegnarsi la forma e le dimensioni indicate dalla fig. 11.

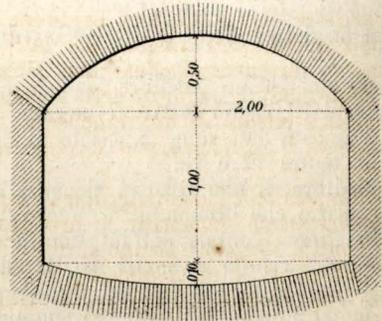


Fig. 11.

Il diametro minimo del braccio ascendente o pozzo, dietro quanto fu sopra detto sarà dato da:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 2,30}{\pi}} = 1,70 \text{ circa.}$$

Riterremo  $D$  eguale a metri 2, cioè alla larghezza del tratto orizzontale.

Fig. 12. Sezione sulla linea a. b. c

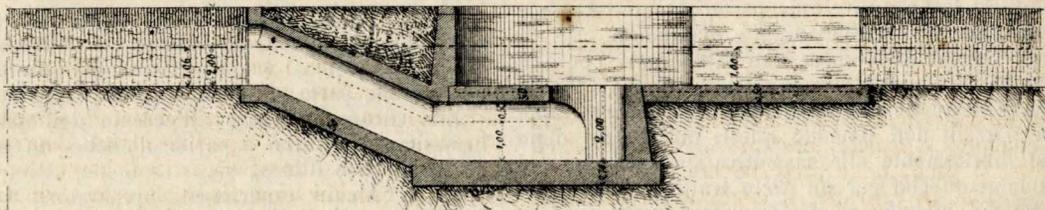
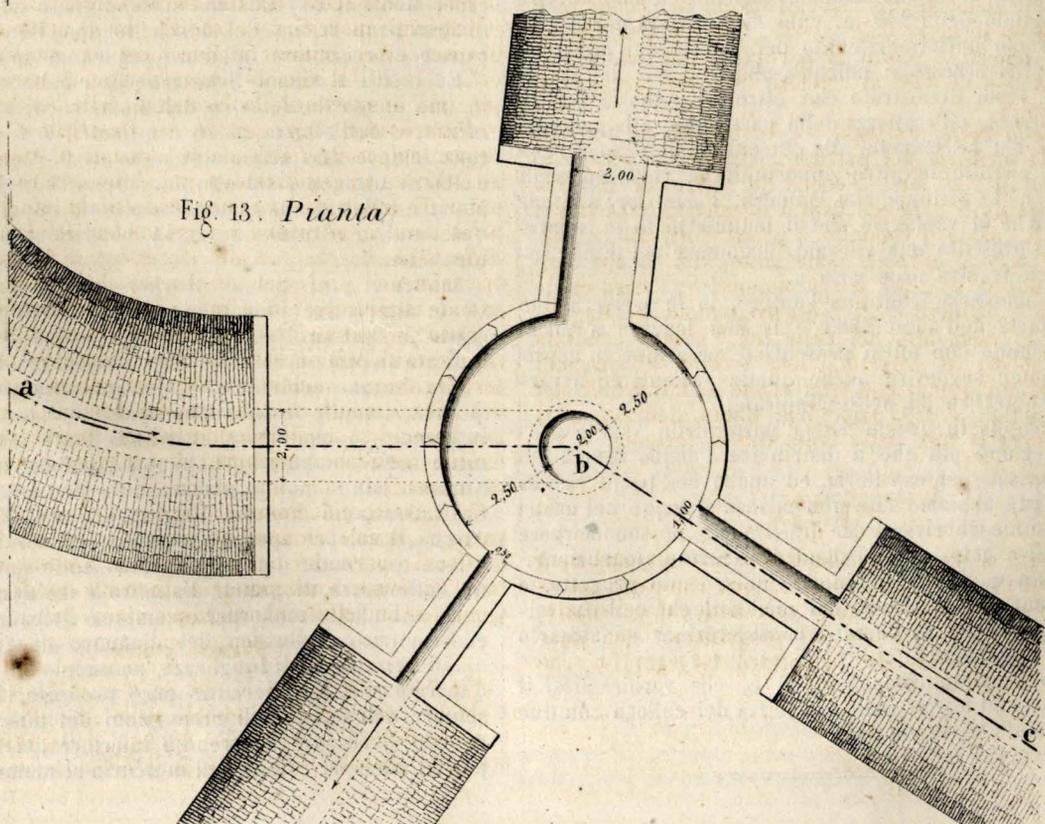


Fig. 13. Pianta



Dovendo ripartirsi la corrente in 3 parti aventi il rapporto di 1, 2, 4 sarà 7 il denominatore della partizione.

La larghezza media del condotto essendo di m.  $\frac{4+1}{2}=2,50$ , sarà la minima larghezza della bocca modulo di partizione;

$$\frac{2,50}{7}=0,357$$

per rotondità si riterrà di 0,50.

Quindi le larghezze delle 3 bocche saranno metri 0,50, 1,00, 2,00.

Il diametro del bacino partitore secondo quanto fu detto sarà di metri 2  $(0,50+1+2)=7$  metri.

In base a questi dati viene tracciato il disegno del manufatto nelle figure 12 e 13.

Questo partitore di una relativa eleganza riesce notevole pel piccolo spazio che occupa.

La sua lunghezza contata dall'intestatura della botte all'estremo opposto risulta di metri 15, la sua larghezza di metri 8. La profondità massima del tratto orizzontale della botte è di metri 2,80 sotto il fondo sistematico della roggia.

Il complessivo volume della muratura è di metri 150 che mediamente calcolati a L. 22, dà il costo di L. 3300, a cui aggiunte L. 300 per sterri ed asciugamenti, e per incasso della botte, si ha il costo del manufatto in L. 3600.

Un partitore del vecchio sistema per riescire alla minore imperfezione avrebbe richiesto a monte del punto di partizione una lunghezza di metri 20 di canale a sezione rettangolare larga non meno di m. 2,50 (che tale è la larghezza media dell'alveo) con sponde e fondo di muratura, ed inferiormente al detto punto di partizione tre condotti simili divergenti, ciascuno lungo non meno di m. 15, uno largo m. 2, in totale m. 50 di condotti a sponde e fondo di muro, ed oltre a ciò la riduzione di un tratto di condotto a monte per l'estesa di m. 150 con direzione perfettamente rettilinea a sezione ben regolata e costantemente mantenuta.

Senza tener calcolo delle spese non indifferenti che alle volte importa la riduzione di questo tratto rettilineo a monte del partitore, e di quelle che importano i maggiori sviluppi dei condotti parziali non potendo questi indirizzarsi dopo la partizione direttamente alle rispettive destinazioni, pel vincolato andamento che per un certo tratto devono mantenere a valle del manufatto, il dispendio per la costruzione di questo a vecchio sistema sarebbe riuscito di lire 5060, calcolando per i 230 m. cubi di muratura necessari, il medio prezzo unitario ritenuto pel calcolo dell'altro, ed omettendo altri accessori indispensabili.

Adunque resta dimostrato che oltre all'evidenza per le parti interessate, all'esattezza della partizione, alla generale applicazione che presentano, alla ristrettezza dello spazio che richiedono, a tutte le altre opportunità e risparmi negli accessori e nello sviluppo dei condotti, i *partitori a sifone* uniscono anche il vantaggio che il manufatto in sé isolatamente preso presenta una rilevante economia pel minor volume della muratura necessaria ».

« Questa memoria, continua l'autore, io la scriveva fino dai primi mesi dell'anno 1863 e la feci leggere a pochi amici attendendo che mi si presentasse occasione di applicarla per poter suggerire anche quelle varianti ed avvertenze che la pratica mi avesse indicate.

Ma pur troppo in questa bassa parte delle venete provincie l'ingegnere più che a distribuire l'acqua deve tutto il giorno pensare ad espellerla, ed anche nei pochi casi di colture irrigue abbiamo tale abbondanza d'acque nei nostri fiumi e nelle nostre riviere che difficilmente possono sorgere contestazioni o gelosie, o bisogno di rigorosa ripartizione.

Ho pensato quindi di pubblicare questo mio progetto, e sarò ben contento se alcuno dei miei colleghi dell'alta valata vorrà prenderlo in benigna considerazione ed attuarlo alla prima opportunità.

Domando però un compenso, ed è, che verificandosi il caso, io abbia ad essere dalla gentilezza del collega con due righe informato della cosa ».

## CHIMICA APPLICATA

### SUL GRADO DI COMBUSTIBILITÀ DEI MISCUGLI GASOSI.

*Nota del Prof. SCHUTZENBERGER.*

1. — Il signor P. Schutzenberger ha fatto l'anno passato alla Società d'incoraggiamento dell'Industria Nazionale a Parigi la seguente comunicazione, la quale è di grandissima importanza sia per se stessa, sia per l'applicazione che ne potrà fare chi intende all'impianto di motori a gas-luce; essa ci serve benissimo a spiegare i diversi risultati che talora s'ottengono da questi motori in circostanze apparentemente uguali. Crediamo perciò nostro dovere di riassumerla in queste colonne, chiamandovi sopra l'attenzione dei professori di chimica, degli Ingegneri, e segnatamente dei professori di macchine motrici.

Nel loro bel lavoro sulla composizione dell'acqua e sui rapporti in volume secondo cui l'idrogeno si unisce all'ossigeno, Gay-Lussac e Di Humboldt avevano segnalato un fatto singolare che ha richiamato l'attenzione del signor Schutzenberger, e lo condusse ad intraprendere alcune ricerche in proposito.

I due illustri scienziati avevano infatti notato che la detonazione del miscuglio dei due gas fatta nell'eudiometro dà luogo alla combustione completa dell'idrogeno, fintantochè il volume dell'ossigeno non oltrepassa la proporzione di 900 parti su 100 d'idrogeno. Aumentando di quantità relativamente piccola la dose dell'ossigeno, ponendo per es. 950 parti di questo gas per 100 d'idrogeno, l'infiammazione ha bensì luogo, ma la combustione salta bruscamente dalla totalità dell'idrogeno alla sua metà. Continuando ad accrescere il volume relativo dell'ossigeno nel miscuglio si arriva ad un secondo limite oltre il quale appena la quarta parte del gas idrogeno rimane bruciato.

Gay-Lussac ed Humboldt non attribuiscono codesti bruschi cambiamenti ad altre cause che alle proporzioni del miscuglio, ossia al trovarsi l'idrogeno diluito da un gas che non prende parte al fenomeno della combinazione chimica.

Essi dicono cioè che all'eccesso dell'ossigeno potrebbe benissimo sostituirsi a parità d'effetto un eccesso d'azoto, od un eccesso d'idrogeno.

2. — Alcuni esperimenti preparatorii fatti dal signor Schutzenberger prima di ripetere dinanzi a' suoi allievi gli esperimenti di Gay-Lussac, lo condussero ad opinare che la diversa proporzione del miscuglio non fosse l'unica causa capace di esercitare influenza sul fenomeno addotto.

Ed infatti il signor Schutzenberger ebbe ad osservare che in uno stesso eudiometro del diametro di un centimetro e mezzo, e dell'altezza di 76 centimetri, nel quale introduceva sempre uno stesso miscuglio di 950 parti di ossigeno e 100 di idrogeno, talvolta succedeva la combustione completa, e tal'altra una combustione tanto imperfetta da parere quasi nulla; e tutto questo in condizioni apparentemente identiche.

Inoltre il prof. Schutzenberger avrebbe pure osservato le stesse alternative adoperando il miscuglio nelle proporzioni esatte di 900 su 100, che Gay-Lussac ed Humboldt hanno indicato siccome necessario alla combustione completa.

Era dunque evidente che alcuna causa perturbatrice estranea a quella della composizione del miscuglio dovesse intervenire a modificare in misura tanto variabile il fenomeno della combinazione chimica. Or bene se codeste cause estranee hanno potuto sfuggire alla ben nota perspicacia di Gay-Lussac, ciò dipende, soggiunge il prof. Schutzenberger, dacchè il celebre sperimentatore ebbe a servirsi sempre per le sue esperienze dello stesso tubo eudiometrico, ossia di un eudiometro di grande diametro e molto corto.

3. — Lo Schutzenberger incominciò dall'adoperare un tubo eudiometrico di Bunsen del diametro di 13 mill. circa e di 76 centimetri di lunghezza, posandolo sul fondo di legno d'una vaschetta a mercurio poco profonda. La detonazione sempre debole per tali proporzioni del miscuglio avveniva mentre si lasciava l'estremità inferiore del tubo aperto, e per tal modo la colonna di mercurio al momento della com-

bustione prendeva a salire nel tubo. Partendo dalle proporzioni di 950 di ossigeno su 100 d'idrogeno, ed aumentando progressivamente la proporzione di gas idrogeno nell'eudiometro, il prof. Schutzenberger osservò dapprima che la combustione determinata dal passaggio di una scintilla elettrica non si propagava che a poca distanza; che appena un ventesimo, un decimo al più, dell'idrogeno rimaneva bruciato. In seguito, e continuando ad accrescere la proporzione dell'idrogeno, egli arrivò ad un punto in cui la combustione tutto ad un tratto si manifestò completa. Infine egli osservò che a partire da codesto limite si può continuare ad accrescere le proporzioni del gas, ed osservare ancora la combustione totale dell'idrogeno, fintantochè non si arrivi ad un secondo punto, ad un altro limite, oltre il quale la combustione è come nulla, o grandemente incompleta.

Nei diversi esperimenti ora cennati variavano simultaneamente la lunghezza della colonna di gas sottoposta all'esperimento, e la pressione. Ma, a ben studiare il fenomeno era necessario di eliminare sempre una delle due variabili, mantenendo cioè in una prima serie di esperimenti la pressione costante con lunghezze di miscuglio più o meno grandi, ed in una seconda serie mantenendo costante la lunghezza per esperimentare sotto pressioni più o meno elevate; e gli esperimenti condotti in codesto ordine d'idee, condussero alle conclusioni che qui riassumiamo.

4. — A parità di circostanze, e sotto qualsiasi pressione compresa da zero fino ad un'atmosfera, vi ha una lunghezza di colonna gasosa limite oltre la quale la combustione provocata da una scintilla elettrica cessa di propagarsi, mentre che per lunghezze minori, essa si trasmette a tutta la massa. Dicendo che cessa di propagarsi, il prof. Schutzenberger intende dire che realmente la propagazione non ha luogo che a piccolissima distanza dal punto nel quale scocca la scintilla. Così sotto una pressione di 20 cent. di mercurio la combustione è completa per una lunghezza di 16 centimetri; ma non si fa più che per un ventesimo o per un decimo del suo valore totale per una lunghezza di 17 centimetri. Vi ha come un passaggio brusco da uno stato all'altro.

5. — Facendo invece aumentare indefinitamente la pressione a partire da zero, la lunghezza-limite del caso precedente si modifica nello stesso senso, ossia cresce fino ad una pressione media a partire dalla quale la lunghezza-limite ritorna a decrescere ancorchè continui ad accrescersi la pressione. Costruendo una curva che abbia le ascisse proporzionali alle pressioni del gas, e le ordinate proporzionali alle lunghezze-limiti corrispondenti del miscuglio si vede che la curva i cui punti risultano sperimentalmente determinati nel modo che si è detto offre la particolarità di un punto massimo, dopo del quale essa discende rapidamente avvicinandosi all'asse delle ascisse.

6. — Tutto questo ci spiega molto semplicemente il perchè si siano trovate due lunghezze-limiti nel tubo eudiometrico quando sulle esperienze precedentemente fatte facevasi variare simultaneamente la pressione e la lunghezza della colonna gasosa. I due limiti risultano evidentemente dai due punti di intersezione della curva ora cennata colla linea retta che rappresenta le variazioni del volume ossia della lunghezza di miscuglio nella colonna eudiometrica al variare della pressione. Tra questi due punti di intersezione è evidente che la propagazione dell'incendio avrà sempre luogo; essendochè per una pressione che è segnata dalla relativa ascissa, comune alla retta ed alla curva, le lunghezze effettive del miscuglio sono sempre inferiori alle ordinate della curva, ossia alle ordinate che indicano le lunghezze limiti della colonna gasosa perchè la combustione possa avvenire in modo completo. Oltrepassato il secondo punto d'intersezione le lunghezze effettive del miscuglio essendo maggiori delle lunghezze-limiti, la combustione non ha più luogo.

Se si diminuisce la lunghezza del tubo eudiometrico, la curva delle lunghezze-limiti non varia, ma è spostato l'origine della retta che indica le lunghezze effettive; i due punti di intersezione rimangono spostati, ed aumenta la distanza dei due punti-limiti fra i quali è dato di vedere la colonna del mercurio salire all'altezza che risponde al caso della combustione totale.

Un fenomeno inverso ha luogo se si allunga l'eudiometro oltre i 76 centim.; la curva rimane a suo posto, la linea retta si sposta parallelamente a se stessa e si eleva; lo spazio riservato alla combustione completa è alquanto minore.

Con un tubo di conveniente lunghezza codesto spazio si riduce ad un punto, ed è quando la retta è tangente alla curva. Che se il tubo è più lungo ancora, la retta sarà tutta al disopra della curva delle lunghezze-limiti, e la combustione non potrà più aver luogo.

E tutte queste conseguenze sono state verificate sperimentalmente.

7. — Rimaneva a sperimentare l'influenza del diametro dei tubi. Il fenomeno nel suo complesso non ha presentato variazioni, essendosi adoperati tubi di diametri varianti da 3 mm. fino ad 1 centim.; nel fare tali esperimenti si procurò che la distanza dei fili di platino e la loro posizione nel tubo fossero possibilmente le stesse.

Ma seguendo a sperimentare con diametri più grandi e passando da un tubo di 11 mm. di diametro ad un altro di 13 mm., il prof. Schutzenberger ottenne uno spostamento brusco dei due punti-limiti, i quali risultarono rialzati simultaneamente di quantità presso a poco eguali, come se la curva delle lunghezze-limiti, si fosse spostata parallelamente a se stessa avvicinandosi all'ordinata di origine. Codesto nuovo stato di cose s'è mantenuto presso a poco invariato per tubi di grandezze crescenti fino a 2 centimetri di diametro. Le esperienze non si sono ancora proseguite per tubi più grandi.

8. — Un effetto analogo, cioè il rialzamento dei due punti-limiti, per uno stesso eudiometro ha pure luogo quando si fa scoccare la scintilla obliquamente all'asse del tubo.

La sostituzione dell'aria invece dell'ossigeno, nelle stesse proporzioni, produce l'effetto inverso, ossia abbassa i punti-limiti a parità di circostanze.

Anche la temperatura pare abbia una leggiera influenza su quei due punti; poichè si abbassano un po' quando la temperatura è più elevata; questo effetto è stato osservato solamente per il secondo punto, ma potrebbe anche darsi che in questo caso si trattasse di un allargamento dei due rami della curva.

Quest'ultimo fenomeno apparisce in modo molto rilevante quando si aumenta il volume d'idrogeno.

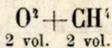
Per miscele gaseose comprese fra 950 e 800 parti d'ossigeno su 100 di idrogeno, la posizione dei punti-limiti non cangia che pochissimo. Ma con un miscuglio di 800 d'ossigeno per 150 d'idrogeno più non si osserva che il punto-limite superiore, anche operando con tubi di 1<sup>m</sup> 20 di lunghezza.

9. — In conclusione le condizioni necessarie alla propagazione della combustione sono dipendenti da un gran numero di elementi, quattro dei quali, cioè la proporzione del miscuglio, la pressione, la lunghezza della colonna gasosa nell'eudiometro, ed il diametro del tubo, esercitano influenze preponderanti; e gli altri elementi, come la temperatura iniziale del gas, la forza e la grandezza e la posizione della scintilla, il grado più o meno grande di secchezza del miscuglio esercitano un'influenza secondaria e molto meno pronunciata.

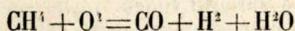
Nelle su riferite esperienze quando si era presso a raggiungere una lunghezza-limite per una pressione determinata, pur rimanendone al disotto, scorgevasi alcune volte che l'accensione arrestavasi alla metà od al quarto del tragitto, ed altre volte invece la combustione era completa; ma essa era avvenuta in due o tre tempi successivi, ben distinti fra loro da istanti sensibili, in grazia dei movimenti della colonna di mercurio nel tubo. Direbhesi che le cose si passino come se vi fossero dei nodi i quali dividessero la lunghezza della colonna gasosa in due od in quattro parti eguali, attraverso i quali la combustione incontri resistenza a passare.

10. — A vece d'idrogeno puro adoperando i carburi di idrogeno si trovano punti-limiti di ben altro genere, e si hanno pure fenomeni inattesi ed anormali.

Così un miscuglio a volumi eguali di ossigeno e di idrogeno-protecarburo



scoppia in virtù di una scintilla elettrica qualunque sia la pressione, fino a quella di un'atmosfera (che è il limite al quale arrivarono gli esperimenti). La combustione ha luogo senza cambiamento sensibile di volume, e secondo la formula:



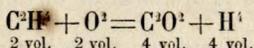
Quest'operazione non dev'essere riguardata che come una rappresentazione-limite del fenomeno; essendochè in realtà si produce un po' d'acido carbonico, e deve quindi avvenire una piccola diminuzione di volume.

Non diversamente avviene la combustione di un simile miscuglio sotto l'azione di una spirale rovente di palladio, siccome già ebbero ad osservare i signori Coquillon e Castel.

Aumentando la proporzione d'ossigeno, la combustione ha luogo egualmente; e si può ammettere che essa si compia secondo l'equazione-tipo su riferita; ma che l'eccesso di ossigeno per rispetto a O<sup>2</sup> si divida tra CO ed H<sup>2</sup> secondo la legge recentemente studiata da Horstmann. Ne risulta un aumento d'acido carbonico e d'acqua, ed una diminuzione d'ossido di carbonio e d'idrogeno.

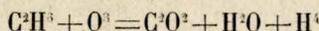
11. — Se prendesi invece un miscuglio di gas delle maremme e d'ossigeno, quest'ultimo, in proporzione un po' minore che per il caso precedente, (56 volumi di gas delle maremme e 45 volumi d'ossigeno) una scintilla la più fragorosa, la fiamma stessa di una candela non bastano a produrre l'esplosione. Infiammando il miscuglio liberamente all'estremità di una provetta il miscuglio prende a bruciare lentamente come se si trattasse di solo gas delle maremme.

E l'idrogeno bicarburo si comporta sotto questo punto di vista precisamente come il gas delle maremme; un miscuglio a volumi eguali di questo gas e d'ossigeno s'infiama sotto l'influenza di una scintilla elettrica, e dà luogo ad un aumento di volume che se non raggiunge, avvicina tuttavia moltissimo quello corrispondente all'equazione

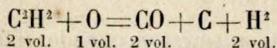


Con una proporzione d'ossigeno un poco inferiore a quella che risponde ai volumi eguali, la combustione non ha luogo neppure sotto l'azione della più forte scintilla elettrica.

12. — L'idruro di etile (C<sup>2</sup>H<sup>6</sup> = 2 vol.) esige per la propagazione della combustione la presenza di tre volumi di ossigeno per due volumi di carburo



Coll'acetilene il limite di combustibilità si raggiunge con un miscuglio di due volumi di carburo per 1 volume d'ossigeno. Per una proporzione minore di ossigeno (compresa tra mezzo volume ed un volume d'ossigeno per 2 di carburo, ma più vicina ad uno che a mezzo volume) non è più possibile la propagazione del fuoco sotto l'influenza della scintilla elettrica. Avvicinandosi a questo limite si ha approssimativamente verificata l'equazione



Se il gas è umido non si verifica deposito di carbonio; il volume dell'ossido di carbonio è superiore a quello che risponde alla quantità d'ossigeno del miscuglio.

13. — Come conclusione di tutte queste esperienze si può dunque dire che i miscugli di un carburo qualsiasi (gas delle maremme, etilene, idruro di etile, acetilene) coll'ossigeno prende a scoppiare sotto l'influenza di una scintilla elettrica solamente quando la quantità d'ossigeno è uguale o superiore a quella che corrisponde all'idrogeno nella produzione dell'acqua. Che se la dose dell'ossigeno è un po' al disotto di cotesto limite, una scintilla, un corpo igneo qualunque determinano bensì una combustione locale, tutta all'intorno della sorgente calorifica, ma codesta combustione non si propaga alla restante parte del miscuglio.

Che se il limite di proporzionalità nel miscuglio è esattamente raggiunto o ci si è molto prossimi, la combustione allora si propaga e si compie nel senso delle esperienze dei signori Coquillon e Castel state eseguite col mezzo della spirale di palladio, il che è quanto dire con sorgente calorifica mantenuta prolungatamente in contatto del miscuglio. La combustione dà luogo di preferenza alla formazione di ossido di carbonio con sviluppo d'idrogeno libero, contrariamente all'opinione generalmente ammessa, secondo la quale si pretende che nella combustione incompleta dei carburi, sia l'idrogeno quello che brucia di preferenza (\*).

(\*) E così pure contrariamente ai principi della *termo-chimica* secondo cui dovrebbero formarsi di preferenza quelle combinazioni le quali sviluppano una maggiore quantità di calore (Vedi: *Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. iv, pag. 52; *Wurtz. Dict. de Chim.* t. III, pag. 391). *Nota della Direzione.*

### NECROLOGIA

**Angelo Sismonda** morì a Torino il 30 dicembre 1878. **QUINTINO SELLA** ne leggeva il 5 gennaio ora scorso alla R. Accademia dei Lincei il seguente cenno necrologico.

« Angelo Sismonda nacque in Cornegliano d'Alba, il 20 agosto 1807. Fatti i primi studii in patria ed in Saluzzo, andò in Torino a seguire le scuole dette allora di Filosofia, e che noi chiameremo ora Liceali. E da quel tempo cominciò a dedicarsi allo studio della fisica, della chimica e specialmente della mineralogia. Recossi quindi a Parigi ove conobbe i geologi e mineralogisti di quei tempi, e ne seguì le lezioni.

Rimpatriato nel 1828 venne nominato assistente alla Cattedra di Mineralogia, allora occupata in Torino dal Prof. Borson, e fu poco dopo suo professore sostituito.

Morto nel 1832 il Borson, il Sismonda ne occupò il posto, e nella Cattedra di Mineralogia fino al 1871, e nella Direzione del Museo fino al 1878.

Il Sismonda fu aggregato all'Accademia dei Lincei nel febbraio del 1849 ed appartenne al Senato del Regno fino dal 1861.

Il Sismonda lascia parecchie pubblicazioni negli Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino, della Società Geologica di Francia e dell'Istituto di Francia; ma opere sue precipue furono la Carta geologica della Savoia, del Piemonte e della Liguria e l'ingrandimento e l'ordinamento del Museo mineralogico e geologico di Torino.

Amico intimo dell'Élie de Beaumont, il Sismonda ne seguì fedelmente le dottrine. Nei tempi odierni tutto cammina rapidamente, e rapidissimamente progrediscono e si trasformano le scienze naturali, sicchè la vecchiaia dei naturalisti è spesso amareggiata dallo spettacolo della caduta delle teoriche, sulle quali fondarono i loro lavori. Ma non minore debbe perciò essere la gratitudine dei successori verso chi li precedette in questa scabrosa lotta contro l'ignoto, e ciò non solo per il principio evangelico di fare per gli altri ciò che aspettiamo per noi, ma anche perchè chi giunge a piantare la bandiera sullo spalto deve molto, se non tutto, a chi cadde prima di arrivarvi.

Il Museo di mineralogia di Torino diventò, nelle mani del Sismonda, uno dei più completi e dei meglio ordinati d'Italia.

Ebbe il nostro compianto collega parte importante al determinare Carlo Alberto ad imprendere gli studii del traforo del colle del Frejus, e la grande opera dimostrò singolarmente esatte le osservazioni e le predizioni del Sismonda sugli strati da attraversarsi.

Fu tra i personaggi che ebbero l'onore di dirigere l'istruzione dei Principi della nostra Augusta Dinastia, cioè di S. M. il Re Umberto e di suo fratello il Duca di Aosta.

La vita del Sismonda fu tutta spesa a pro' della scienza ».

Furono inviate in dono alla Direzione le seguenti opere dai loro autori:

1. — Relazione del progetto di guidovie a vapore nel circondario di Tortona, redatto dall'ing. marchese Pietro Frascaroli. — Tortona, 1878.
2. — Su di una relazione tra le linee d'ombra delle superficie di rivoluzione ed elicoidee, dell'ing. Camillo Negri. — Torino, 1878.
3. — Sulle ferrovie di accesso al Sempione e al Gottardo. Relazione della deputazione al Consiglio provinciale di Novara. — Novara, 1879.

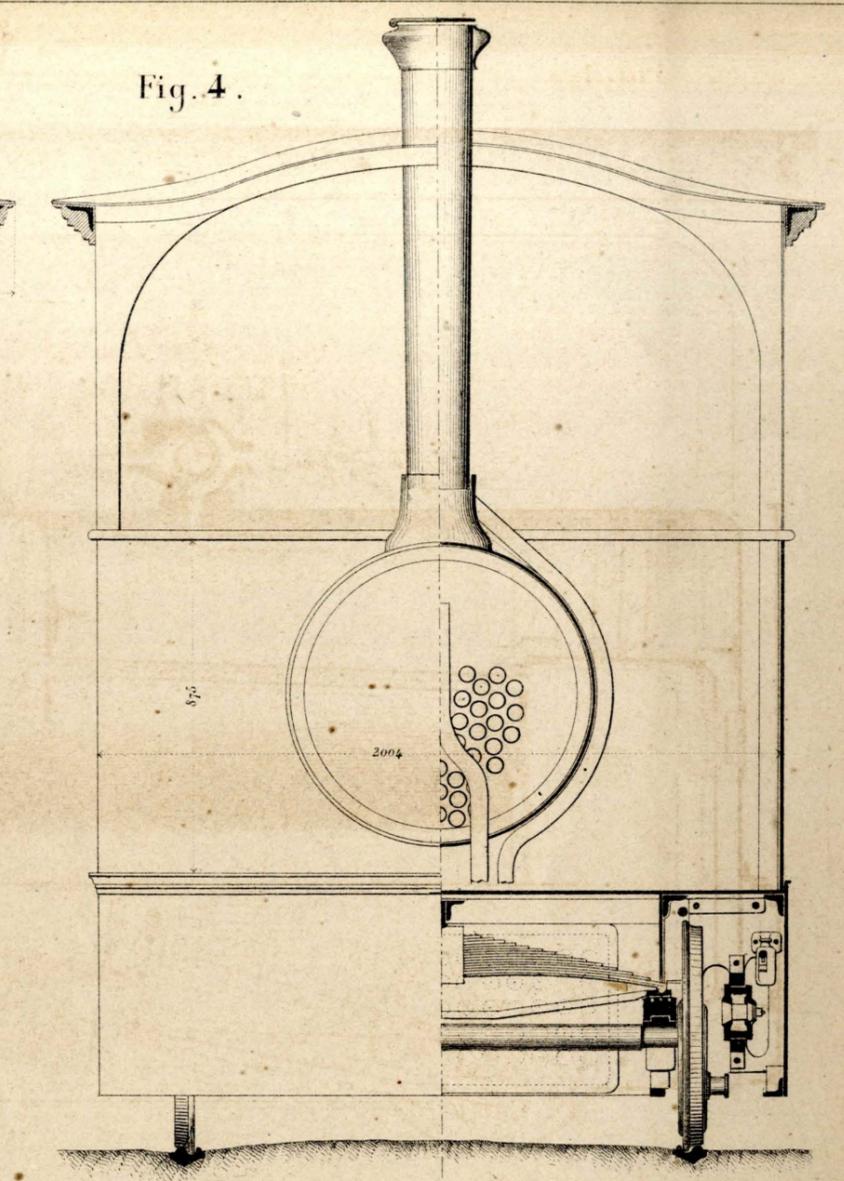
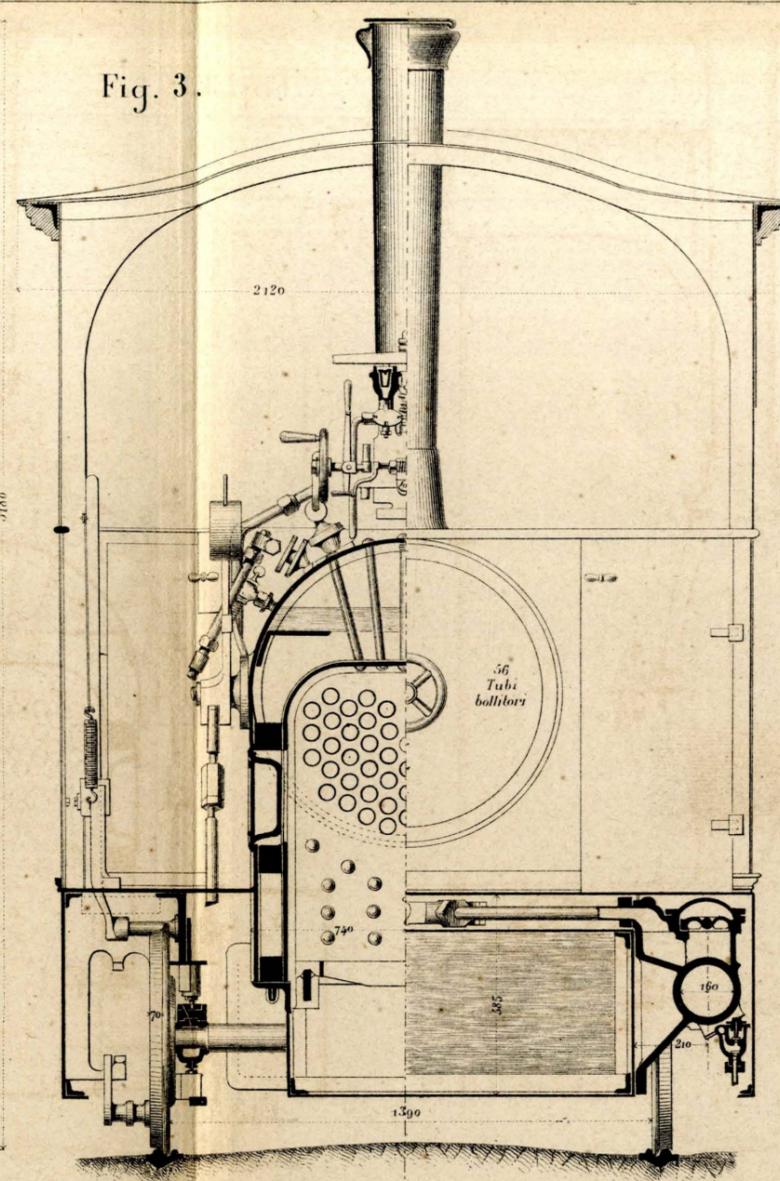
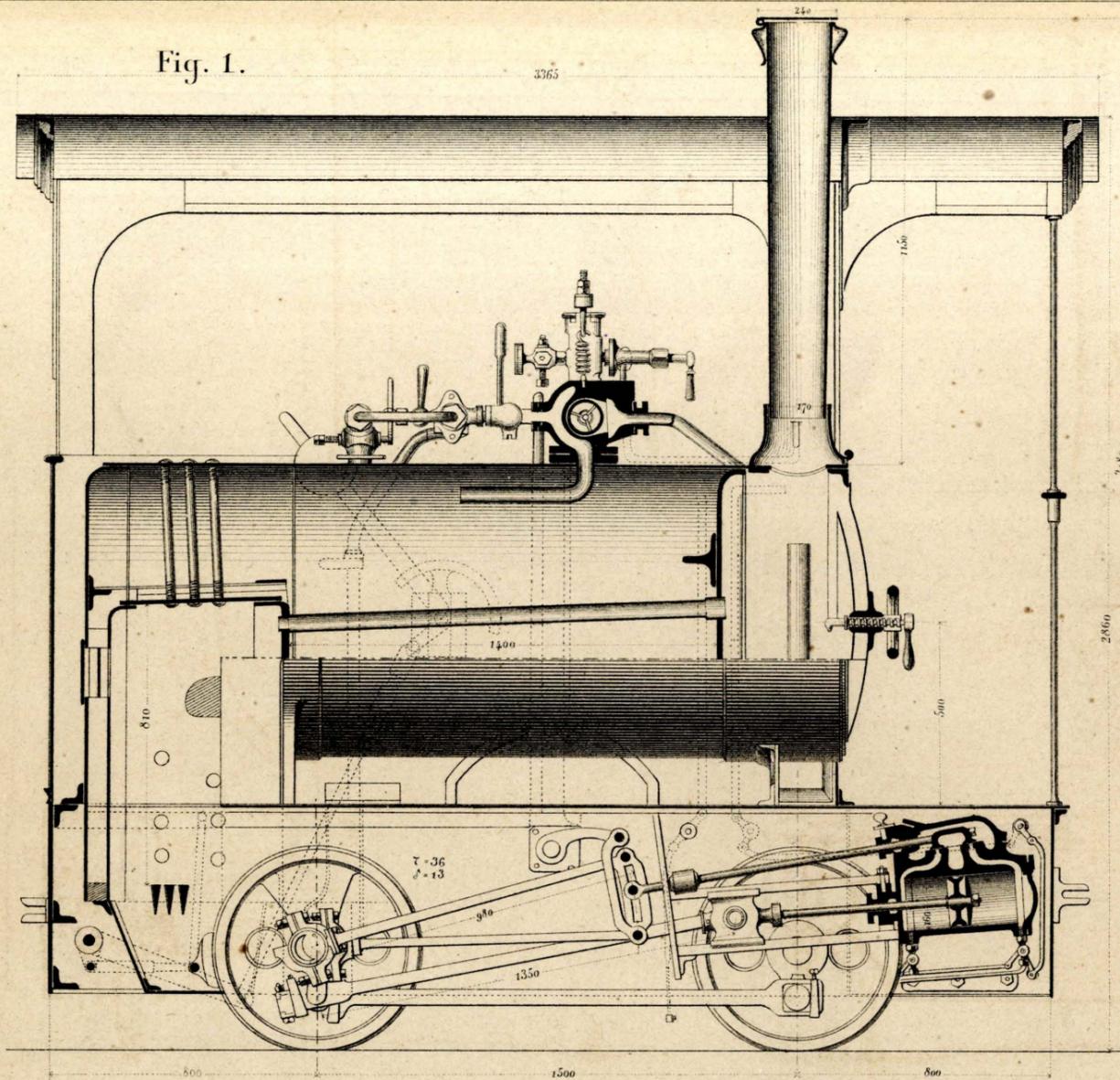


Fig. 6. Diagramma del lavoro utile di trazione ricavato nel secondo esperimento dell' 11 Luglio con un dinamometro Morin a stilo.

