

L'INGEGNERIA CIVILE

R

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori



SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

LA SCELTA

DI UN PROGETTO PER LA FOGNATURA DI TORINO E LA RELAZIONE DELLA COMMISSIONE MUNICIPALE (*).

Studio del socio ing. C. FRANCESSETTI
letto nell'adunanza 9 giugno 1891.

Quando la Giunta Municipale di Torino nominò una Commissione di illustri specialisti coll'incarico di esaminare i due progetti di fognatura della città, quello cioè studiato dall'Ufficio Tecnico, e quello commesso all'ing. Bechmann, e di proporre una scelta per l'esecuzione, nacque la speranza di avere al fine, se non una risoluzione definitiva, almeno un grande passo verso di questa. Si aspettava dagli egregi Commissari, grazie alle amplissime facoltà loro concesse per le informazioni e le esperienze, un esauriente esame dei due progetti e quella larga messe di dati sulle condizioni locali, di cui le passate discussioni avevano dimostrata la mancanza. Veramente non avrebbe recato troppa sorpresa che la Commissione considerasse uno dei progetti con speciale indulgenza; ma si credeva che avrebbe saputo appoggiarlo con argomenti, se non inconfutabili, almeno di gran peso, e tali da far progredire lo studio della questione.

(*) I lettori avranno certamente con vivo interesse seguito fin qui la questione, essenzialmente tecnica e finanziaria (poichè in fatto di esigenze igieniche si è tutti d'accordo), della fognatura per la città di Torino.

Si è in presenza di due progetti: l'uno a doppia canalizzazione, redatto dall'Ufficio tecnico municipale, e fin anche approvato dall'Autorità superiore governativa, l'altro a canalizzazione unica, che la onorevole Giunta municipale, della quale era entrato a far parte il chiarissimo dottore senatore Pacchiotti, aveva fatto successivamente redigere dal chiar.mo prof. Bechmann, Direttore dei lavori di risanamento della città di Parigi.

Il Consiglio Comunale nell'assecondare la proposta della nuova Giunta municipale aveva per altro deliberato che i due progetti, l'uno a canale doppio, l'altro a canale unico, fossero sottomessi all'esame di una Commissione di ingegneri ed igienisti per riferirne poi al Consiglio.

La Giunta municipale in ossequio a tale voto chiamava a comporre la Commissione il prof. Alessandro Betocchi, l'ing. Giovanni Delfino, entrambi Ispettori del Genio Civile, il prof. igienista Angelo Celli di Roma, e gli ingegneri Gioachino Tagliasacchi di Milano e Cesare Meano di Torino.

La Relazione porta la data del 5 maggio 1891 e dovrà essere sottoposta al Consiglio Comunale nella prossima tornata di luglio insieme colle deliberazioni della Giunta.

La Società degli Ingegneri e degli Architetti di Torino che di propria iniziativa ebbe prima ad esaminare i due distinti progetti e dare il suo parere coll'aiuto di apposite Commissioni, per iniziativa del Socio Ing. Francesetti, relatore di una di dette Commissioni, ebbe pure ad occuparsi della Relazione presentata dalla Commissione municipale sui due progetti medesimi, e deliberò che lo studio dell'ing. Francesetti, che qui riproduciamo e particolarmente raccomandiamo all'attenzione dei colleghi, venisse, come i precedenti, oltrechè inserito negli Atti della Società, stampato in opuscolo a parte, comunicato ufficialmente al Sindaco, e distribuito a tutti i Consiglieri Comunali.

G. SACHERI.

Senonchè pare che la Commissione abbia incontrato un ostacolo nel fatto conosciuto, che quel progetto il cui concetto essa preferiva, era riuscito nello svolgimento di troppo inferiore all'altro. Ne nacque una certa riluttanza a scrutare intimamente i due progetti; e la Relazione assunse nella maggior parte un andamento generico ed aprioristico poco adatto allo studio di una questione tecnica, e soprattutto di una questione, in cui le circostanze locali hanno una importanza preponderante; arieggia piuttosto la scelta di un indirizzo per lo studio di un progetto, che la scelta fra due progetti esistenti.

Ben è vero che in fine si propone di adottare il progetto Bechmann, facendovi introdurre delle varianti dall'Ufficio Tecnico. Ma quella conclusione riesce piuttosto inaspettata a chi ha visto nel contesto della Relazione farsi gravissime critiche e proporsi radicali cambiamenti, non ai minori particolari, ma a tutte le più essenziali disposizioni di quel progetto, salvandone solo l'idea più larga e generica; per modo che il progetto ne riesce completamente distrutto.

Malgrado però l'eccessiva ampiezza dell'argomentazione, la Relazione della Commissione Municipale conserva pur sempre l'importanza di un documento ufficiale; ed è il solo in cui si contenga, benchè con troppa mistura di dati di oltr'Alpe, qualche dato chimico e batteriologico locale. Onde per chi voglia studiare questa questione, si presenta opportuno il seguire con conveniente libertà la traccia di questa Relazione, completandola quando in qualche parte sia necessario. È quello che ora si cercherà di fare.

Dopo un breve esordio, la Relazione entra a parlare delle:

Condizioni generali della città di Torino.

Condizioni topografiche. — Non era indispensabile citare l'opinione dell'ing. Bechmann per convincere tutti che la pendenza media del suolo di Torino, il poter ricevere acqua dalla parte superiore, ed il trovare a valle un ampio territorio irriguo, sono condizioni favorevoli per una fognatura a circolazione d'acqua. Soltantochè entrambi i progetti in esame sono a circolazione d'acqua; onde non ne nasce alcun criterio per la scelta.

Quantità d'acqua disponibile. — I dati esposti sulla attuale dotazione d'acqua potabile potrebbero, per la loro origine, essere sospettati d'ottimismo. Ma non sembra oppugnabile la conclusione che da sola quella dotazione, se non rende impossibile un servizio di fognatura, lo rende però non facile, cioè che in pratica fallirebbe, e che è d'uopo giovarsi della possibilità di una sistematica lavatura. Anche questa conclusione vale per entrambi i progetti; solo resta da esaminare quale dei due sistemi tragga il miglior partito dell'acqua; cioè quale permetta di fare un servizio migliore, e di farlo con meno acqua.

Condizioni sanitarie della città. — Qui può nascere in qualcuno un po' di sorpresa; non certo nel sentire che le acque sotterranee si presentano tanto più inquinate quanto maggiore è il percorso da esse compiuto nel sottosuolo della città; ma piuttosto nell'esaminare la tabella dei decessi per tifo e della mortalità generale di Torino dal 1879 al 1888 (pag. 10). Da essa si rileva che, malgrado l'aumento della popolazione, e malgrado che della fognatura non si sia ancora avuta che la discussione, la mortalità per febbre tifoidale con rapida, costante e progressiva diminuzione, si ridusse in dieci anni da duecentottantasette a soli cinquantotto casi all'anno; cioè ad un quinto. Veramente il fatto in sè non

può riuscire strano per chi conosce le intelligenti e solerti cure usate dal nostro Municipio nella sorveglianza sulle materie alimentari, e le numerose ispezioni ai pozzi, e le rigorose chiusure di quelli impuri, e più di tutto, il grande aumento del consumo dell'acqua potabile sia per questa ragione che per evoluzione naturale. Ma è lecito domandarsi quale trionfo ne menerebbero taluni, se della fognatura si fosse avuto già almeno un principio. Intanto la Commissione, trascurando quel grande progresso, fa la media dei tempi anteriori con quelli posteriori al miglioramento, e la paragona con certi dati esteri, di cui non è provata la comparabilità; per concludere che all'estero si ottennero dei grandi risultati colle opere edilizie, fra le quali la fognatura a sistema romano. Ciò che è successo a Torino dimostra che la fognatura può essere un fattore del risanamento, ma è tutt'altro che il solo. Se poi dal lato igienico sia proprio indispensabile che la fognatura sia più o meno romana, la Relazione stessa ce lo dice più avanti alle pag. 14, 15 e 20, dove riduce ad una questione di spesa la differenza fra canalizzazione separata e mista, confessando che derivano dagli stessi principi scientifici.

Condizioni delle acque del Po. — La Relazione a pag. 12 ci dà una tabella di undici analisi di acque del Po raccolte in diversi punti ed in tre diversi giorni, due del periodo invernale, in cui si versano nel Po quattro canali neri, ed uno del periodo estivo, in cui vi se ne versano ancora tre, ed il quarto si usa nella irrigazione dei prati di Vanchiglia.

Or bene, nelle prime analisi appare un certo grado di inquinamento del fiume; nell'ultimo giorno, questo è tutto risanato, anche a monte della città; a valle poi è più pulito che a monte! Eppure è certo che vi si versano i canali neri delle vie Mazzini, della Zecca e Pescatori, i quali non convogliano antisettici. La spiegazione dell'inaspettato fenomeno, che la Commissione troppo affrettatamente attribuisce all'essersi deviato il solo canale di Vanchiglia risiede invece almeno in parte nel fatto che in quel giorno (che era il 1° di aprile 1891) il fiume era notevolmente più ricco d'acque che negli altri giorni di esperienze; come si vede subito dal grande aumento delle materie minerali sospese. Ma la ragione principale sta in ciò che il numero delle esperienze è troppo esiguo per dare nozioni attendibili; senza contare che questa ed altre irregolarità dei risultati giustificano il sospetto che i punti di attingimento, sui quali non si hanno informazioni sufficienti, fossero male scelti.

Al postutto, questi dati hanno poca attinenza colla questione; che le materie dei canali neri siano infette, nessuno l'ha mai messo in dubbio; ed uno degli scopi di entrambi i progetti, e soprattutto di quello municipale, è appunto quello di liberarne in modo completo il fiume.

Parere sulla canalizzazione unica e sulla doppia.

Invece di far nascere la decisione dall'esame dei due progetti, la Commissione, come si è detto, procede *a priori* e facendone astrazione. E prima di tutto, esaminando da quali principi scientifici derivino i due metodi pratici, viene a questa importante conclusione:

« Che il voler dare soverchia importanza ai due sistemi, »
 » quasi che questi fossero manifestazioni di principi scientifici diversi, equivale a spostare la questione ed a renderne »
 » difficile la soluzione » (pag. 14).

E più sotto:

« Pertanto, più che un'applicazione di principi scientifici, »
 » è l'applicazione di principi economici che in ultima analisi »
 » deve decidere la scelta dell'uno o dell'altro sistema: cioè »
 » di costruire un canale solo ovvero due » (ivi).

Postasi poi la domanda: « Se il farne due sia un male » la Commissione risponde: « Nessuno saprebbe affermarlo » (pagina 15).

E ripete a pag. 21:

« Abbiamo già premesso che, se il fare un canale solo deve »
 » essere a nostro parere la regola generale, tuttavia non ci »
 » sarebbe inconveniente nel farne due, altro che quello di »
 » una maggiore spesa che riesce sprecata ».

Vero è che, con certe restrizioni e certi ragionamenti, la Commissione vuole poi stabilire che, essendo i due sistemi

equivalenti, uno solo è degno d'applicazione; e ch'essa in opposizione a quelle premesse, tenta poi di dimostrare che non si deve versare l'acqua di pioggia nel Po; a questo si risponderà a suo luogo. Intanto si deve prender atto della confessione che per il risanamento non importa se la fognatura sia o non sia a sistema romano; e poichè la questione è ridotta ad uno studio sulla convenienza economica, gli ingegneri avranno diritto di credersi competenti, e di discutere il parere emesso al riguardo dalla Commissione.

Sulla questione economica essa ritorna più volte; ma già a pag. 15 la dichiara risolta col seguente argomento *a priori*:
 « ... sia pure per Torino o per qualunque altra città, la soluzione è chiara. È meglio fare un canale solo, perchè uno »
 » costa meno di due, e se quest'uno serve come due, manca »
 » assolutamente la ragione di farne due ».

Il ragionamento non è nuovo, ed è semplice, anche troppo semplice; ma non è giusto. Un canale solo costa meno di due, se i due sono della stessa specie di quello unico, e se sono ancora interamente da fare. Ma ciò può non essere più vero, se diversa è la natura dei canali, come nel caso presente; e non è vero certamente a Torino, dove delle due reti della fognatura separata una è già quasi completamente costruita, e dell'altra si ha già una parte notevole.

Per risolvere seriamente la controversia v'è un mezzo solo: paragonare il costo di due progetti pratici che rappresentino i due sistemi; colla precauzione di ridurre i due preventivi ad essere comparabili. Il lavoro fu già fatto, ed il paragone riuscì affatto sfavorevole al progetto di fognatura unica o mista che dire si voglia. Però a quel progetto la Commissione propose radicali riforme, e probabilmente l'economia se la ripromette dalla attuazione delle sue idee. In tale caso faccia concretare quelle idee in un progetto completo, e si riaprirà la discussione, di cui si può però prevedere il risultato; ma i ragionamenti teorici sui preventivi di spesa non hanno valore.

Intanto la Commissione, ritenendo vittorioso il suo ragionamento, afferma che non v'è per Torino ragione per abbandonare la regola generale ossia la regola della canalizzazione unica.

Queste parole di *regola generale*, che sono spesso ripetute nella Relazione, si fondano sul supposto ch'esista un sistema ammesso da tutti, costante e consacrato da lunghissima esperienza, sicchè sia temerità il solo metterlo in discussione; sistema che si vuole chiamare romano. Non sarà inutile ricordare alcune delle principali successive metamorfosi di quel sistema.

Lasciamo agli archeologi la cloaca massima e soprattutto le pretese fognature di Tebe e di Ninive, delle quali sappiamo troppo poco; e veniamo a cercare i modelli del progresso in tempi meno remoti.

Un titolo insigne d'onore spetterebbe a Torino per la sua rete di condotti speciali per le acque luride, iniziata fin dal principio del secolo scorso, e che a quest'ora si avrebbe avuto il tempo di compiere e di perfezionare, se in una certa epoca gl'igienisti d'allora non ne avessero interrotto lo sviluppo per imporre le fosse fisse e lo spurgo inodoro, che in quel tempo erano l'ultima moda di Parigi; e ciò proprio quando l'introduzione dell'acqua potabile rendeva più necessaria la fognatura. Ma il metodo non era romano, era torinese.

I primi però nei tempi moderni a dare un grande sviluppo alla fognatura furono gl'Inglesi, perchè quel civilissimo popolo aveva prima d'ogni altro compreso che la vera civiltà e la vera igiene esigono soprattutto un larghissimo uso dell'acqua che rende necessario uno sfogo continuo. Colà, come dappertutto, le prime fogne nacquero dalla copertura di colatori naturali; come quello, ad esempio, che attraversa (ed infesta) la vicina città di Chieri. Su quelli s'innestarono a misura del bisogno fogne secondarie, costrutte senz'ordine e senza alcuna dichiarazione di principii generali; cosicchè le une convogliavano solo acque lorde, altre solo acque piovane e la maggior parte facevano il doppio servizio. Ciò era abbastanza naturale, finchè si ammetteva che tutto dovesse egualmente essere gettato, per la via più breve, nei fiumi; e siccome gli igienisti dapprima accettarono tranquillamente quest'errore, logicamente non si studiarono di preparare due vie per condurre i vari liquidi dagli stessi punti di raccolta allo stesso

sbocco. Solo si preoccuparono di migliorare le disposizioni delle fogne, di dar loro una sezione migliore che è l'ovoide, e di facilitarne la pulitura. È la prima forma in cui si presentò il cosiddetto principio scientifico della fognatura romana.

Per la fognatura di Parigi, essendosi inventata una nuova locuzione, il « *tutto alla fogna* » si credette d'aver scoperto un nuovo principio scientifico, che farebbe due; e si vollero far scorrere nelle fogne anche tutte le scopature delle strade. Ne nacque quel che doveva nascere; i solidi si ostinarono a non fluire al modo dei liquidi, e formarono nei canali enormi banchi di fango, che un arsenale di attrezzi manovrati da un mezzo esercito d'operai non riesce a debellare.

Difatti l'esempio non fu imitato; il vero « *tutto alla fogna* » fu condannato, e parecchie grandi città applicarono un terzo sistema, sforzandosi con pozzetti a sabbia e con minute prescrizioni per le canalizzazioni interne delle case, d'impedire l'introduzione nelle fogne di materie solide pesanti; e cercando con un sapiente studio della forma, dimensione e pendenza dei canali, di assicurare ed accelerare il corso dei liquidi, si da ridurre quasi a nulla il lavoro della pulitura.

Senonchè un grave inconveniente finì per imporsi all'attenzione generale. Molto raramente si ha un fiume in condizione di ricevere senza danno una così ingente massa di materie immonde; il più sovente il risanamento si cambiava in un dilagare della infezione. Allora gl'igienisti proclamarono la necessità che le acque di fogna fossero epurate; e, fallito ogni altro mezzo, preconizzarono l'irrigazione agricola, vantando come una novità ciò che si fa a Torino da settant'anni ed a Milano da più tempo ancora. E questa fu la quarta maniera di principio generale, radicalmente diversa dalle precedenti, e che non sarebbe più lecito di chiamare *romana*. I Romani non avevano mai sospettato che le cloache si dovessero scaricare altrove che nel fiume; ciò che spiaceva tanto all'illustre Liebig da fargli dire che la cloaca massima aveva depauperata l'Italia e facilitata la caduta dell'impero romano.

La nuova soluzione presentò un nuovo inconveniente: riunendo tutte le acque di pioggia di una grande città, si ottiene in certi momenti un enorme torrente; gli emissari assumono dimensioni colossali, ed i campi non possono assorbire l'ingente massa d'acqua proprio quando sono già allagati dalla pioggia. Di più, le grandi ed intempestive variazioni della portata dovute anche alle piogge minori, sono di grave impedimento per l'industria agricola. Sarebbe stato naturale di risolvere definitivamente la questione colla canalizzazione separata, già immaginata da tempo, e che si era venuta via via perfezionando. Gl'igienisti non vollero sentirne a parlare e proclamarono che l'acqua piovana scolante dalle città è immonda al pari o più che le materie cloacali; guai a gettarne una goccia nel fiume! Dovettero però in pratica acconciarsi a versarne una buona parte ricorrendo al mezzo termine degli scaricatori, disposti ad intervalli lungo i collettori; quando appena la pioggia si fa alquanto intensa, il collettore trabocca negli scaricatori, che conducono al fiume il soprapiù delle acque in quello stato di miscela in cui si trovano. Così per non gettare al fiume l'acqua quale scorre sulle strade, ve la gettano condita a quel modo! Questo è il *quinto* sistema di fognatura mista od unica, ed il più recente tentativo per correggerne il vizio fondamentale. Non si può sapere se sarà l'ultimo, perchè quegli impianti che si citano a modello di esso non che essere consacrati da una lunga esperienza non sono per la più parte nemmeno finiti. Per esempio: a Varsavia ai campi di epurazione non si è ancora nemmeno posto mano, e non pare che si abbia fretta: per intanto, tutto si getta nella Vistola. Finchè anche quelli siano fatti esperimentati, è lecito riservare il giudizio sul loro funzionamento.

Come si vede, i cambiamenti subiti da questo sistema sono molto importanti. Di costante non c'è che l'idea di voler preparare un canale solo per liquidi di natura e provenienza diversa, con diverso regime di produzione, e che nell'ultimo modo si cerca di distribuire, almeno parzialmente, a due recipienti diversi. Ciò non basta a costituire un metodo scientifico costante e consacrato da lunga esperienza; ed è ancora da dimostrare che resti solo da imitare ciò che si fece sempre e dappertutto. Ma la Commissione si accontenta di asserirlo, e passa a trattare della convenienza di conservare i canali esistenti.

Dei canali esistenti e dell'uso dei medesimi.

« Quanto alle strade che non hanno alcuna canalizzazione, » non si vede ragione per decampare dalla regola generale » che quando dovrà farsi, si faccia unica ».

Così la Relazione a pag. 18.

È invece evidente che a Torino essendo di molto la parte più piccola le vie in tal condizione, converrà adottare anche per quelle il sistema che riesce preferibile per le altre, anche se fosse vero che in quel caso il canale unico tipo Bechmann costi meno che il doppio canale dell'Ufficio tecnico; il che non è, soprattutto, se si adotta la costruzione tubolare. Essendo infatti impossibile raccordare una fogna mista con un canale o solo nero o solo bianco, si sarebbe condotti a disporre per quelle piccole zone speciali collettori ed emissari; con quella comodità ed economia che si può immaginare.

Per le vie che hanno già il canale bianco, asserisce la Relazione che il fare un nuovo canale a doppio uso costerebbe all'incirca quanto l'aggiungere una fogna nera anche se tubolare. Se la Commissione, invece delle argomentazioni teoriche avesse avuto ricorso al metodo positivo dei calcoli, si sarebbe convinta che la fogna elementare Bechmann costa, contrariamente a quanto vuole l'Autore, lire *novanta* al metro lineare; che il canale nero elementare dell'Ufficio d'Arte costa *cinquantacinque* lire il metro; e che costruendolo tubolare, anche con sezione sovrabbondante e coi metodi più perfetti e costosi, tenuto larghissimo calcolo di tutti gli accessori, costerebbe in media non più di *quaranta* lire il metro; cioè meno della metà del canale Bechmann e molto meno di qualsiasi fogna mista immaginabile. E questa economia di *cinquanta* lire il metro, avendosi non meno di settanta chilometri di vie in questa condizione, conduce ad un risparmio complessivo di *tre milioni e mezzo!*

Nelle vie già fornite di doppi canali servibili, anche la Commissione ammette che non sia economico distrurli per farne un nuovo; però vuole riunirli allo sbocco in un emissario unico. Questa proposta si riferisce al capitolo seguente che s'intitola:

Condizione delle acque meteoriche che scorrono sulla superficie delle strade e cortili.

In questo la Relazione tenta provare che l'acqua di pioggia nelle città acquista un grado d'inquinamento superiore a quello delle materie cloacali; ed adduce alcune analisi, la maggior parte forestiere, e tutte in condizioni non rispondenti a quelle dei canali bianchi quali li progetta l'Ufficio d'Arte.

Per esempio, i dati sulle spazzature di Parigi, di Bruxelles, di Napoli e delle città tedesche, ed anche la lista dei microorganismi scoperti dal prof. Perroncito in quelle di Torino non hanno una importanza pratica per la questione. A Torino le vie si scopano regolarmente, e per lo studio della fognatura non è molto interessante il sapere che cosa gli spazzini portino via nelle loro carriuole.

La Relazione riferisce anche (pag. 22) qualche dato sulle acque scorrenti per le strade di Parigi, ma senza fornire alcuna indicazione sullo stato delle strade e sulla intensità della pioggia; dimentica anche di osservare che a Parigi le strade si lavano e non si scopano; e soprattutto non spiega come sia possibile che queste acque, raccogliendosi nei grandi collettori insieme alle materie fecali, divengano meno infette di quello che erano sulla via, come sembrerebbe da quelle analisi.

Ma ciò che dovrebbe riuscire più interessante sono le analisi, ordinate dalla Commissione, delle acque di lavatura dei nostri canali bianchi. Sono pochine, e manca ogni indicazione del tempo trascorso dalle lavature precedenti e del volume d'acqua impiegato; si vede solo che si presero in *due* canali bianchi (via Garibaldi e via S. Domenico) *due* campioni per ciascuno di acqua, uno al principio della lavatura, e l'altro dopo quindici minuti. La Commissione ritenne che quelle lavature equivalessero all'effetto delle piogge più abbondanti; giudizio che proviene, come si dimostrerà, da un erroneo apprezzamento della intensità delle piogge a Torino.

Ma c'è una frase soprattutto nella Relazione che merita una osservazione. Si dice che quei canali sono « *certamente ed*

esclusivamente bianchi ». Si potrebbe supporre che la Commissione avesse con rigorosa ispezione assodato che quei canali e loro affluenti si pubblici che privati non ricevono assolutamente che acque di pioggia. Ma ciò non è, e per esempio in via S. Domenico chiunque può vedere *dalla strada* fino a tre immissioni di lavandini nelle doccie pluviali sulla lunghezza di un solo isolato; si giudichi di quel che non si vede! Che l'acqua dei lavandini non sia pulita, non è una novità; ma nel progetto dell'Ufficio d'Arte è previsto un modo semplice e sicuro per poter assicurarsi ad ogni momento che i canali bianchi non ricevano nulla all'infuori dell'acqua piovana; e ciò mediante pozzetti d'ispezione posti sul suolo pubblico su ognuna delle immissioni private.

È da deplorare che la Commissione, la quale ne aveva l'autorità, non abbia ordinato delle ricerche più complete; si sarebbe dovuto assicurare sopra uno o più canali bianchi l'esatta osservanza dei regolamenti; assoggettarli a lavature sistematiche, come nel progetto municipale; poi nei tempi di pioggia eseguire tre serie contemporanee di misure pluviometriche, di misure della portata e di analisi. Sarebbe stato un lavoro grave, ma concludente.

Però anche così come sono, esaminandole con giusto criterio, queste analisi appoggiano più che non combattano il progetto dell'Ufficio tecnico. Vi si vede l'enorme diminuzione della infezione mediante la lavatura; nel canale di via San Domenico i batteri, dopo un quarto d'ora di lavatura, non arrivano più alla *millesima* parte del numero primitivo e forse superano di poco quelli contenuti nell'acqua di lavatura alla sua entrata nel canale; in ogni caso ne restano molto meno che nelle ordinarie acque di fogna. Ora, l'Ufficio tecnico ha studiata una disposizione semplicissima e sicura, per cui, senza sorveglianza e senza meccanismi, tutta l'acqua delle piogge minime, e la prima delle mediocri e delle grandi, dai collettori bianchi si riversa nei collettori neri; la stessa destinazione si dà alle acque delle regolari lavature; ed il fiume riceve le acque piovane solo quando la superficie dei tetti e del suolo e la rete dei canali sono efficacemente lavate. Quelle analisi confermano che in tal caso l'inquinamento non è più da temere, mentre lo sarebbe se, come suppone la Relazione a pag. 27, quelle acque si scaricassero nel Po « senza riguardo ».

A questo proposito sia lecito di notare con sorpresa che la Commissione ha spregiata quella importantissima proposta dell'Ufficio tecnico, fino al punto di non nominarla, nè tenerne conto nelle sue deduzioni. Eppure non sembra probabile che non l'abbia conosciuta, perchè nessuno può supporre che i diligenti Commissari, a cui era concessa così ampia facoltà di informarsi, si siano accontentati di studiare il progetto dell'Ufficio nel riassunto pubblicato a stampa, nel quale si deplora al riguardo una lacuna.

Scarico delle acque sui terreni.

La Relazione tenta di dimostrare che si può gettare sui campi l'acqua delle fogne con quelle irregolarità che sono conseguenza del sistema misto; e dice che le esigenze cittadine devono predominare su quelle agricole. Sia pure; ma se vogliamo che gli agricoltori non respingano il nostro liquame, obbligando, come altrove, il Comune a comperare un mezzo circondario, bisogna pure che le condizioni che loro offriamo non siano impossibili. In altri termini, la comodità della *utilizzazione* è condizione indispensabile perchè sia praticamente possibile la *epurazione*.

A sostegno del suo assunto, la Commissione espone dei dati grandemente inesatti sulle piogge della nostra regione. Secondo essa, sarebbero piogge ordinarie soltanto « quelle » che in un giorno, ossia in sedici o diciotto ore di seguito, « producono una altezza d'acqua non maggiore di venti millimetri ».

Invece il pluviografo di Moncalieri dimostrò che per il periodo novennale 1879-1887, sopra una media annua di 553 ore piovose, le piogge che superano quella intensità (circa 1^{mm}, 10 all'ora) e che secondo la Commissione sarebbero *straordinarie*, occupano 285 ore, cioè più della metà del tempo, e rappresentano quindi almeno i tre quarti della totale quantità d'acqua caduta. Le piogge oltre a dodici

volte più intense (cioè di oltre 13,5^{mm} all'ora) ricorrono in media tre volte all'anno con durata complessiva di quattro ore. Il 10 luglio 1880, per diciotto minuti consecutivi caddero due millimetri di pioggia al minuto, superando oltre a cento volte il limite preciso delle piogge ordinarie; il 4 agosto 1884, per un'ora e venticinque minuti la pioggia seguì colla intensità media di cinquantadue millimetri di pioggia; e tre giorni dopo in soli venti minuti si scaricarono 24^{mm} d'acqua. Siamo lontani da ciò che dice la Relazione (pag. 31-32), che la portata di quattro metri cubi al secondo dell'emissario Bechmann (corrispondenti a circa 2^{mm} di pioggia all'ora) sarebbe superata poche volte all'anno, e forse non tutti gli anni! Sarebbe superata invece da un terzo delle piogge annue, e dai due terzi di quelle estive.

Non è esatto nemmeno ciò che dice la Relazione a pag. 30 « che si è sempre in largo quando si valuta il deflusso dell'emissario fra la metà ed il terzo dell'acqua piovuta in un » egual spazio di tempo » e solo un quarto, soggiunge per bacini più ampi di un chilometro quadrato. Questi coefficienti si usano per calcolare le macchine a vapore pel prosciugamento meccanico dei terreni coltivati ed orizzontali; ma non vengono per le città. A Napoli si fa il calcolo sui due terzi. A Roma un collettore calcolato per ricevere solo la metà dell'acqua caduta, si dimostrò insufficiente, ed in un acquazzone che riversò 41 millimetri d'acqua in tre quarti d'ora, si riempì quasi subito. A Torino il collettore del Corso Vittorio Emanuele può smaltire otto metri cubi e mezzo al 1^o per ettaro, ossia rappresenta almeno i due terzi dell'acqua caduta.

La Relazione afferma poi che le piogge ordinarie non faranno crescere la portata dell'emissario più che le ordinarie lavature. Invece, anche accettando il limite troppo basso di 20^{mm} di pioggia in 16 ore, per i 700 ettari della città e col coefficiente di due terzi, si avrebbe un efflusso di 1620 litri al 1^o, quattro volte almeno più delle acque ordinarie derivate per le lavature dalla Pellerina.

Pare che con questo sia abbastanza dimostrato che la canalizzazione unica imporrebbe all'agricoltura delle condizioni difficilissime; e che tuttavia gli sfioratori verserebbero in Po molto soventi, e non solo *acqua di seconda o terza lavatura, quasi pulita*.

Depurazione delle acque luride. — La Relazione approva la massima, già stabilita dal Consiglio Comunale, che si debba *facilitare* la utilizzazione agricola del liquame, e *provvedere* intanto alla sua epurazione. Dunque, tutti d'accordo in questo; ma la Relazione soggiunge (pag. 35): « Con questo » mezzo potrebbero anche essere soppressi gli scaricatori » proposti dall'ing. Bechmann, qualora gli studi particolari » reggiati ne dimostrassero la convenienza ».

Senza studi particolareggiati, è facile dimostrarne la impossibilità. Le piogge di sessanta millimetri all'ora (ammesse anche dalla Commissione a pag. 30) danno sui 700 ettari della Città circa 117 metri cubi d'acqua al 1^o, i cui due terzi, ossia 78 metri cubi, sboccherebbero contemporaneamente dall'emissario; anche se si potesse, colla Commissione, ammettere il coefficiente di riduzione di un quarto, bisognerebbe ancora portare sul campo di epurazione (che la Commissione raccomanda non sia troppo ampio) oltre a *ventinove metri cubi d'acqua al secondo*. Si pensi almeno alle dimensioni dell'emissario!

Il progetto dell'ing. Bechmann e quello dell'Ufficio tecnico municipale di Torino.

Dopo d'aver voluto decidere la questione in teoria, la Relazione accenna a prendere in esame i due progetti.

Del progetto dell'Ufficio tecnico dice che potrebbe dar luogo ad immissioni clandestine di materie immonde nei canali bianchi, senza tener conto delle ottime disposizioni studiate per evitarle; ed afferma (pag. 36) che: « colla canalizzazione unica si può ottenere una miglior ventilazione » delle fogne », mentre a pag. 43 vuole sopprimere quella proposta dall'ing. Bechmann.

Una sola lode raccoglie il progetto dell'Ufficio, ed è che « offre alcuni particolari che sono la espressione di una perfetta conoscenza delle condizioni di questa città » (pa-

gina 36). E per vero, da questo lato, anche la Commissione trova molto da rifare nell'altro progetto.

E dapprima critica il tracciato dell'emissario Bechmann, e propone di dargli l'andamento dell'emissario A dell'altro progetto; ciò che obbligherebbe a cambiarne anche la livellata. E quel collettore risulterebbe pur sempre incapace di ricevere gli scoli di parte della zona C del progetto municipale.

Viene lodato il verso per cui il Bechmann fa pendere i suoi canali; è probabile almeno che questa lode non si applichi ai collettori della regione Vanchiglia e della via Cagliari, diretti al rovescio della pendenza del terreno e contro corrente della Dora. Ma la Relazione stessa tosto soggiunge che quella pendenza è « troppo estesa » e che i canali collettori e lavatori sono « troppo lunghi per garantire il loro » funzionamento senza il sussidio di una corrente d'acqua più » vigorosa di quella che è prevedibile di poter avere a Torino » anche in futuro » (pag. 37). Onde propone di: « intro- » durre nel progetto Bechmann *per lo meno* un secondo col- » lettore » (ivi), e tenta di mettere d'accordo tale proposta con quella fatta dall'ing. Bechmann pel caso di impreveduti aumenti della città; mentre il Bechmann aveva condannata come un *inutile sdoppiamento* quella molteplicità dei collettori *per l'area attuale*, di cui fin dal 1884 l'ing. Boella nel suo progetto aveva riconosciuta la convenienza.

La Relazione dimentica poi di dire se quel nuovo collettore così lontano dal Po sarà fornito di scaricatori lunghi oltre un chilometro, o se lo si farà capace di convogliare e di versare sui campi quella quarantina di metri cubi al minuto secondo che sarebbe soggetto a ricevere. Intanto si tenga conto della spesa, e di questo collettore e del canale lavatore che dovrebbe accompagnarlo, a servizio della rete sottostante. Al quale scopo la Commissione non consente che si adoperino i canali esistenti, come invece propone l'ing. Bechmann.

Particolari di costruzione.

La Relazione trova un merito speciale al progetto Bechmann, perchè è diviso in bacini. Ma anche l'altro è diviso in bacini o sezioni indipendenti; e non sarebbe facile immaginare una estesa rete di fogne che non fosse divisa in parti. Anzi i bacini del progetto Bechmann sono il meno indipendenti che sia possibile, per via del canale lavatore che hanno due a due in comune e scorrente sulla linea di dislivello che li separa; ciò che renderebbe, fra altro, inattuabile la proposta della Commissione (pag. 49) di coordinare alla nuova rete parte della vecchia rete doppia sistemata.

Per il modo di circolazione dell'acqua, la Relazione trova che la controversia fra i due progetti: « vuole essere risolta piuttosto con una decisione che con un giudizio » (pag. 40) e decide in favore del progetto Bechmann, che a suo avviso esige minor quantità d'acqua. Si sa che la differenza si riduce essenzialmente a questo, che nel progetto Bechmann le fogne elementari, fra le quali si deve distribuire l'acqua di lavatura, hanno la lunghezza di un solo isolato, cioè sono numerosissime; nel progetto dell'Ufficio riescono molto meno numerose, perchè ognuna percorre successivamente la lunghezza di più isolati. Sembra quindi insostenibile l'asserzione che col primo sistema l'acqua, di cui si deve fare maggior numero di parti, possa senza inconvenienti essere meno abbondante.

Si teme poi un rallentamento dell'efflusso nei canali neri quali l'Ufficio li propone, per causa delle risvolte nei crocicchi. Se la pratica come la teoria dell'idraulica non dimostrassero l'insussistenza del pericolo, sarebbe lecito chiedere: come potrebbe essere maggiore la velocità nelle fogne elementari del progetto Bechmann, lunghe anch'esse un solo isolato fra la risvolta con cui si staccano dal canale lavatore e quella con cui immettono nel collettore?

Quei certi risalti che l'ing. Bechmann voleva mettere nei canali lavatori per la distribuzione dell'acqua, sono dichiarati inservibili anche dalla Commissione, che propone in cambio certe soglie all'imbocco dei canali elementari. Senonchè rimane pur sempre il difetto che il riparto cesserebbe di rispondere alle previsioni, ove appena variasse il volume

dell'acqua da distribuire, e quindi il suo livello nel canale lavatore; soprattutto per le fogne che si diramano dal primo tratto di questo. È assolutamente necessario che ogni fogna abbia la sua saracinesca; ed allora non può convenire il sistema preferito dalla Commissione, col quale queste diverrebbero eccessivamente numerose.

Una delle essenziali caratteristiche del progetto Bechmann è costituita dalle banchine e relativi mezzi speciali di pulitura, carrello a paratoia e simili. La Commissione le combatte colla foga del più accanito avversario; « Sembra questo » un lusso di servizio che non è giustificato dalle condizioni » di Torino e dalle dimensioni stesse delle fogne » (pag. 41). Sono: « modalità di costruzione non scvre da altri incon- » venienti » (pag. 42); per il livello degli scarichi privati « le dette banchine non riescono ammissibili; del pari » non ammissibili a nostro parere sono li congegni di car- » rozzelle per circolare entro le fogne » (ivi). Sono « opere » di puro lusso » (ivi); « dovrebbero essere coperte in pietra » con molta spesa (pag. 43). E ancora a pag. 42: « Colla sop- » pressione delle banchine nelle fogne saranno eliminati i » depositi di materie luride sulle superficie orizzontali e sugli » angoli, e anche *la spesa di costruzione sarà minore, se non » di quella preveduta dall'autore, certamente di quella che » sarebbe per costare definitivamente.* » Confessioni preziose di cui conviene prendere atto.

E veniamo alla ventilazione. L'ingegnere Bechmann propose di adottare quella naturale, cioè di spandere per le strade i gas che sarebbero di troppo nelle fogne. « La Com- » missione accorda alla semplicità di questo sistema la pre- » ferenza. Nel caso speciale però di Torino... bisogna fare » alcune riserve » (pag. 43). « Per questi provvedimenti poi » è da prevedersi che praticamente, attesa la poca quantità » d'acqua che correrà nelle fogne, ma più specialmente avuto » riguardo alla discontinuità del deflusso, si verificherà forse » la necessità di applicare simultaneamente alle cassette per » la raccolta delle sabbie, anche le chiusure idrauliche » (ivi).

Così la Relazione; dunque la ventilazione naturale è soppressa, e non si propone nulla in sostituzione. Probabilmente la Commissione nel proporre la chiusura di ogni comunicazione fra la strada e le fogne, aveva presente una grave obiezione mossa alla fognatura mista; quella degli odori che spanderebbe, soprattutto se vi si versasse lo scarico di quei canali neri attuali, che, almeno provvisoriamente, è forza di conservare, e lo scarico delle fosse Mouras che essa raccomanda. Si potrebbe dubitare della convenienza di conservare stagnante l'aria in gallerie così ampie, e si potrebbe chiedere che cosa respireranno gli operai « muniti di indumenti opportuni », che si vuole impiegare nella pulitura delle fogne; ma questo se lo discutano gli igienisti. Intanto si prenda nota per il preventivo della spesa delle molte migliaia di cassette a sabbia e di sifoni, e della spesa per l'acqua destinata a tener questi sifoni colmi nei mesi in cui non piove.

Di alcuni provvedimenti che sono raccomandabili.

Il primo che la Commissione suggerisce è l'aumento della dotazione di acque potabili e la intelligente distribuzione di queste. È un provvedimento raccomandabile per qualunque sistema di fognatura, ma indispensabile assolutamente per quello preferito dalla Commissione. Siccome è un provvedimento molto costoso, sarà bene che il Consiglio Comunale se ne ricordi nel fare il calcolo della somma da bilanciare.

Dove manchi nelle case l'acqua necessaria a trascinare le materie luride alle fogne, la Relazione dice apertamente che « il provvedimento delle fosse Mouras eseguite con le cautele » che l'arte progredita insegna, sarebbe uno tra quelli che » potrebbe escogitarsi, e che è assai raccomandabile » (pagina 45). I fautori della fognatura separata non possono che rimanere gradevolmente sorpresi di questa apologia di un apparecchio da essi tenuto in giusta stima, e che finora era dagli avversari troppo disprezzato.

Per lo sgombrò delle névi, la Relazione non trova necessario alcun provvedimento, ed asserisce che funziona benissimo nelle città del Nord, fornite di fognatura unica; invece, salvo dove le fogne sboccano al fiume, quel servizio, nel modo in cui è inteso a Torino, non si fa e non si può fare.

La temperatura delle fogne non basterà mai a liquefare completamente gli enormi massi di neve che vi si gettano; e questi, se anche riuscissero ad oltrepassare la svolta che raccorda i collettori secondari a quello principale, si accumulerebbe in questo, davanti alle griglie ed al sifone del passaggio della Dora.

In fine la Commissione, respingendo ogni uso sistematico dei tubi, non esclude che si usino in « alcune brevi diramazioni delle strade di minore importanza, come a Berlino », dove poi è fatta con tubi più di metà dell'intera rete.

Della spesa occorrente e del programma d'esecuzione.

Lasciando da parte le previsioni di massima fatte dall'Ufficio Tecnico, circa i bisogni di un lontano avvenire, il preventivo del suo progetto ammonta a L. 10,400,000; quello dell'ing. Bechmann a L. 10,100,000. La Relazione ne conclude che, qualora l'Ufficio Tecnico non potesse conservare i canali esistenti, la canalizzazione unica offrirebbe un notevole risparmio di spesa. Sarà; ma quei canali si possono conservare benissimo, e per contro il preventivo Bechmann abbisogna di qualche correzione prima di poter essere paragonato coll'altro. Prima di tutto, è noto che le fogne elementari dell'ing. Bechmann costerebbero almeno novanta lire al metro, e non cinquantacinque come vuole l'Autore; e che per i cento chilometri di queste fogne ciò produce un aumento di *tre milioni e mezzo*. Poi vi sono i collettori ed i campi di epurazione, che costerebbero in realtà almeno L. 400,000 più del previsto; c'è il maggior costo degli scaricatori, ecc.,... Insomma, come lascia intendere anche la Relazione, c'è da distinguere fra la spesa *prevista* e quella *reale*; e questa oltrepasserebbe certamente i *quindici milioni*.

Ma la Commissione, che propose a quel progetto tante e così importanti varianti, crede che per l'opera costruita a modo suo « la spesa di costruzione sarà minore, se non di quella preveduta dall'autore, certamente di quella che sarebbe per costare definitivamente » (pag. 42). Però la Commissione, insieme a certe economie, propone anche delle maggiori spese molto sensibili. Basta citare *il nuovo* od *i nuovi* collettori ed emissari, coi relativi scaricatori ed adacquatori; le cassette a sabbia, i sifoni e la provvista d'acqua per questi; i nuovi canali distributori dell'acqua di lavatura, proposti a pag. 38 in sostituzione degli attuali, e si vedrà che l'economia delle banchine sarebbe assorbita, e che molto probabilmente la spesa di quel progetto ancora da compilare, sarebbe eguale a quella *reale* del progetto Bechmann, e non soltanto a quella *prevista*, come spera la Commissione. Ma è chiaro che non si può fare un esatto preventivo della spesa sopra delle idee appena accennate.

Per contro, al preventivo del progetto dell'Ufficio Tecnico nessuna obiezione seria venne ancora opposta, ed un computo già fatto e facile a ripetere dimostra che coll'impiego dei tubi la spesa totale si riduce a meno di *nove milioni*. Se la spesa deve pesare sulla scelta, non v'è da esitare.

La Relazione si accontenta poi di raccomandare lo studio diligente del programma di esecuzione, senza far cenno di quello lodevolissimo già studiato dall'Ufficio Tecnico; e trascura completamente la grave questione della parte di spesa che toccherebbe ai privati. Per il progetto Bechmann fu già dimostrato che in questo stava uno dei suoi principali difetti, ed è probabile che sarebbe lo stesso per il progetto della Commissione. Si tratta anche qui di milioni, e non si può sorvolare a cuor leggero sopra la convenienza di domandare un grave aumento di questo sacrificio ai proprietari di case, nelle condizioni presenti, e mentre il Comune si appresta a domandar loro anche i fondi per la canalizzazione pubblica.

Conclusione.

Si è visto quante e come radicali siano le trasformazioni che la Commissione trova necessarie al progetto Bechmann: modificato l'andamento dell'emissario, anzi, diviso il servizio fra più collettori principali ed emissari in numero ancora da determinare; abolite le banchine e variato il tipo delle sezioni; respinto il carrello a paratoia, cambiato il metodo di pulitura, ed aggiunte le cassette a sabbia; soppressa la ventilazione e proposti i sifoni; cambiato il modo di ripar-

tire l'acqua di lavatura, e proposti nuovi canali per la sua adduzione; divisa coi nuovi emissari l'ampiezza dei bacini, e variato quindi il regime idraulico dei loro collettori; infine, perchè non resti proprio niente del progetto, incaricato l'Ufficio Tecnico di ristudiarne i particolari.

Dopo di ciò, si sarebbe capito che la Commissione (esorbitando alquanto dal mandato) proponesse di non respingere definitivamente il concetto generale da essa preferito, finché un nuovo progetto completo, fatto secondo i suoi consigli, permettesse di giudicare in modo concreto se si possano o no realizzare le sue speranze, alle quali il progetto Bechmann manca così completamente.

Ma non si capisce come essa concluda:

« Quindi fa voto che venga in massima adottato il progetto Bechmann », che essa ha cortesemente, ma completamente distrutto; e « crede inoltre che il primo lavoro a farsi sia quello della costruzione dei collettori principali », dei quali, dopo il suo studio, non sono più noti nè la sezione, nè il profilo, nè il tracciato, e nemmeno la posizione, nè il numero.

Evidentemente la Commissione avrà voluto proporre al Consiglio Comunale soltanto un voto molto platonico. Nessun privato vorrebbe deliberare un'opera senza conoscerne il progetto ed il preventivo; ed ai Comuni ciò è vietato dalla legge, la quale non ammette il metodo suggerito dalla Commissione (pag. 48), di fare il preventivo quando l'opera è in corso d'esecuzione. Ma anche per un voto platonico occorrerebbe una motivazione più convincente ed una maggiore opportunità.

Oramai la questione sembra matura; il progetto di fognatura separata redatto dall'Ufficio Tecnico in conformità delle proposte della Commissione Municipale del 1886 e delle savie deliberazioni del Consiglio, resiste vittoriosamente a tutte le obiezioni, e risulta ad un tempo il più igienico, il più adatto ed il più economico. Se tuttavia, prima di prendere una risoluzione definitiva, si vogliono nuovi confronti, se si crede utile ancora la compilazione di un nuovo progetto di fognatura unica, ossia mista, si potrà tollerare lo spreco di tempo e di danaro; ma non è possibile consigliare una deliberazione contraria alla logica conseguenza di tutti gli studi fatti.

Torino, 2 giugno 1891.

GEOMETRIA PRATICA

UN PRISMA UNIVERSALE A RIFLESSIONE

di NICODEMO JADANZA (*).

I.

È a tutti nota la proprietà del prisma triangolare rettangolo isoscele di deviare un raggio luminoso di 90° mediante due riflessioni, la prima su di un cateto, l'altra sulla ipotenusa. Come si vede nella figura 64, il raggio luminoso P Q penetra nel prisma coll'angolo d'incidenza i in Q dove si rifrange prendendo la direzione Q R. In R si riflette totalmente e prende la direzione R S facendo in S l'angolo colla normale all'ipotenusa eguale a $45 - r$, se r indica l'angolo di rifrazione corrispondente all'angolo d'incidenza i . Qui si riflette di nuovo secondo la direzione S T ed in T fa colla normale al cateto un angolo eguale ad r ; talchè il raggio emergente T U fa colla normale al cateto l'angolo i . La direzione T U del raggio emergente è normale a quella del raggio incidente P Q.

Siccome la riflessione in S non è sempre totale, così si usa inargentare la ipotenusa per rendere più luminosa la immagine definitiva.

Mediante doppia riflessione sui due cateti, si può deviare un raggio luminoso di 180°. È a codesto modo che agisce

(*) Dagli *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino*, adunanza del 26 aprile 1891.

il prisma allineatore del Porro che si ottiene da quello triangolare con un taglio parallelo alla ipotenusa.

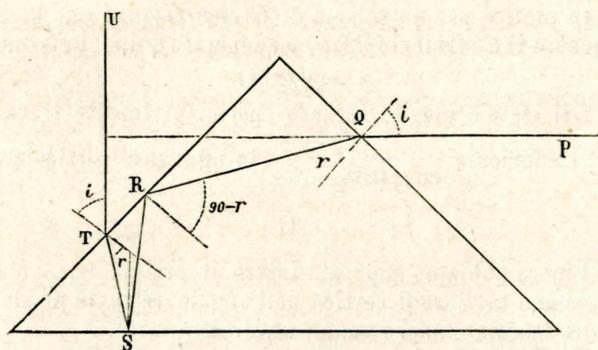


Fig. 64.

Indicando (fig. 65) con r l'angolo di rifrazione corrispondente all'angolo d'incidenza i del raggio PQ, gli angoli che le normali ai cateti nei punti RS fanno coi raggi rispettivi QR, RS sono $45^\circ + r$ e $45^\circ - r$; quindi per r sufficientemente piccolo vi può essere riflessione totale in R ed S.

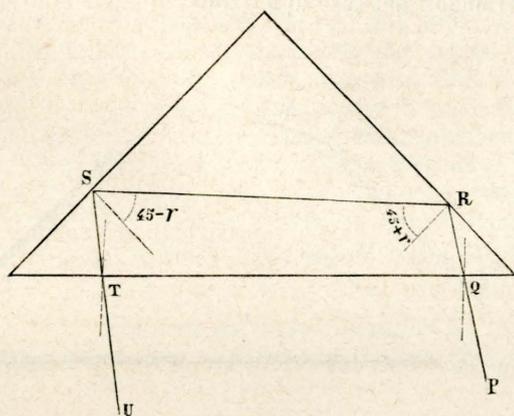


Fig. 65.

Adoperando un prisma triangolare rettangolo isoscele delle dimensioni indicate nella figura ed inargentando una parte della ipotenusa in modo da lasciare scoperti due segmenti agli estremi della ipotenusa si otterrà un prisma che servirà tanto come *squadro*, quanto come *allineatore*.

II.

Consideriamo ora nel prisma triangolare un raggio luminoso PQ (fig. 66) che è riflesso primieramente in R dalla ipotenusa e quindi di nuovo in S dal cateto AC; esso emergerà dal prisma nella direzione TU inclinata alla direzione PQ di un certo angolo Ψ . Per trovare il valore di codesto angolo osserveremo che le due rette MQ, MT la prima perpendicolare al cateto BC in Q, la seconda perpendicolare alla ipotenusa in T fanno tra loro un angolo di 45° , e quindi, se i, i' sono gli angoli d'incidenza e di emergenza, i due triangoli NUQ, UTM danno

$$\begin{aligned} \Psi &= u + i \\ u &= 45^\circ + i' \end{aligned}$$

sicchè sarà

$$\Psi = 45^\circ + (i + i') \dots \dots \dots (1)$$

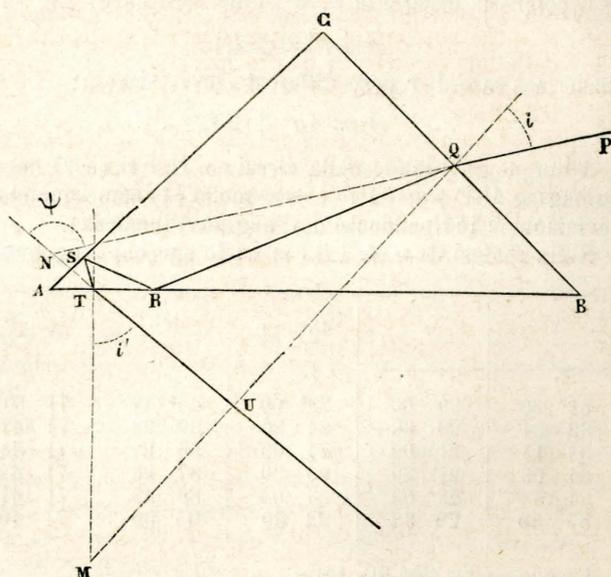


Fig. 66.

Inoltre è facile vedere che se r ed r' sono gli angoli di rifrazione corrispondenti agli angoli i, i' si ha

$$r' = 45^\circ - r \dots \dots \dots (2)$$

La funzione

$$i + i' = \arcsen n \sen r + \arcsen n \sen (45^\circ - r)$$

ammette un *minimo*; esso è dato dalla equazione:

$$\frac{\partial(i+i')}{\partial r} = \frac{n \cos r}{\sqrt{1-n^2 \sen^2 r}} - \frac{n \cos (45^\circ - r)}{\sqrt{1-n^2 \sen^2 (45^\circ - r)}} = 0 \quad (3)$$

La (3) è soddisfatta per $r = 45^\circ - r$, ossia per $r = 22^\circ 30'$

il quale valore rende positiva la seconda derivata che è

$$\frac{\partial^2(i+i')}{\partial r^2} = (n^2 - 1) \left[\frac{n \sen r}{(1-n^2 \sen^2 r)^{3/2}} + \frac{n \sen (45^\circ - r)}{[1-n^2 \sen^2 (45^\circ - r)]^{3/2}} \right] \quad (4)$$

che per $r = 45^\circ - r$ diventa:

$$2(n^2 - 1) \frac{n \sen r}{(1 - n^2 \sen^2 r)^{3/2}} \dots \dots \dots (5)$$

Indicando con r_0 il valore particolare che assume r quando si ha $r = 45^\circ - r$ e ponendo

$$i_0 = \arcsen n \sen r_0,$$

si avrà

$$\Psi_0 = 45^\circ + 2 i_0.$$

Pei valori di r poco differenti da r_0 è:

$$r = r_0 \pm \delta r$$

$$r' = 45^\circ - r_0 \mp \delta r = r_0 \mp \delta r$$

e quindi

$$\sen i = n \sen (r_0 \pm \delta r) = n \sen r_0 \pm n \delta r \cos r_0$$

$$\sen i' = n \sen (r_0 \mp \delta r) = n \sen r_0 \mp n \delta r \cos r_0,$$

donde

$$\sen i + \sen i' = 2 n \sen r_0$$

ovvero

$$\sen \frac{1}{2}(i+i') \cos \frac{1}{2}(i'-i) = n \sen r_0 = \sen i_0.$$

E poichè la differenza $i' - i$ è dell'ordine di δr , sarà:

$$i + i' = 2i_0;$$

sicchè nel caso di r poco differente da r_0 si avrà:

$$\Psi = 45^\circ + 2i_0 \dots \dots \dots (6)$$

Adunque guardando nella direzione U T si vedrà fissa la immagine di P quasi allo stesso modo (1) come quando la deviazione è indipendente dall'angolo d'incidenza.

Nella ipotesi di $n = 1,53$ si ha lo specchio seguente:

i	r	$45^\circ - r$	i'	$i + i'$
31° 33'	20° 00'	25° 00'	40° 17'	71° 50'
32 24	20 30	24 30	39 23	71 47
33 15	21 00	24 00	38 29	71 44
34 06	21 30	23 30	37 36	71 42
34 58	22 00	23 00	36 43	71 41
35 50	22 30	22 30	35 50	71 40

Essendo $i_0 = 35^\circ 50'$ sarà

$$\Psi = 116^\circ 40'$$

e quindi un prisma triangolare rettangolare isoscele formato di una sostanza il cui indice di rifrazione è $= 1,53$ può deviare un raggio luminoso di un angolo eguale a $116^\circ 40'$.

Anche qui, per avere la immagine più luminosa, bisogna inargentare un pezzo del cateto A C.

Il supplemento dell'angolo Ψ è utile per la misura della distanza tra due punti A, B (fig. 67).

L'osservatore stando in A potrà far tracciare sul terreno l'allineamento A C inclinato di

$$\Psi = 45^\circ + 2 \arcsen n \sen 22^\circ 30';$$

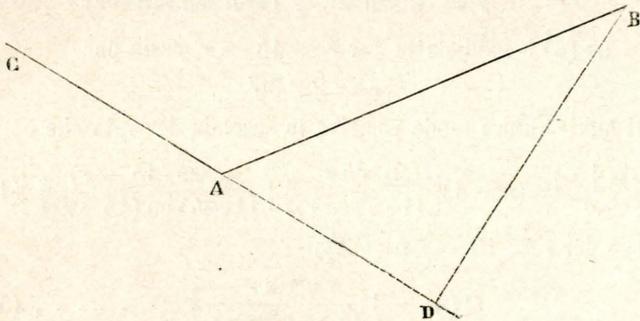


Fig. 67.

indi percorrendo l'allineamento C A, per mezzo dello stesso prisma potrà trovare il piede D della perpendicolare condotta da B su C A e misurare la lunghezza A D = D. Indicando con x la distanza richiesta A B si avrà:

$$x = \frac{D}{\cos(180 - \Psi)} \dots \dots \dots (7)$$

Nella ipotesi di $n = 1,53$ si ottiene:

$$x = 2,227 D.$$

Il coefficiente $\frac{1}{\cos(180 - \Psi)}$ è una funzione dell'indice di rifrazione n della sostanza di cui è formato il prisma. Così, per es., per il *Crown-Glas* n. 9 per cui $n = 1,535005$ si ha:

$$\Psi = 116^\circ 50'; \quad \frac{1}{\cos(180 - \Psi)} = 2,148.$$

Per il *Crown-Glas* n. 13 per cui $n = 1,531372$ è

$$\Psi = 116^\circ 45'; \quad \frac{1}{\cos(180 - \Psi)} = 2,2216.$$

In pratica per un prisma di *Crown-Glas* si può sempre ritenere il coefficiente 2,220 e adoperare quindi la formola:

$$x = 2,22 D \dots \dots \dots (8)$$

Del resto è meglio trovare sperimentalmente il valore del coefficiente $\frac{1}{\cos(180 - \Psi)}$ in ogni caso particolare.

III.

Finora abbiamo supposto intero il prisma triangolare; possiamo tagliare il vertice dell'angolo retto in modo da poter tracciare anche angoli semiretti.

Tagliando il prisma con un piano inclinato alla ipotenusa di un angolo eguale a $22^\circ 30'$ si otterrà il prisma *quadrangolare* A B C D rappresentato dalla figura 68 in cui si vede il cammino P Q R S T U che deve fare il raggio luminoso attraverso il prisma per essere deviato di 45° .

La possibilità di tale cammino si vede nello specchio seguente dove nella parte sinistra si trovano gli angoli dei tre triangoli C Q R, R D S, S T A nel caso generale di un angolo di rifrazione r corrispondente ad un angolo d'incidenza i , e nella parte destra si trovano gli angoli degli stessi triangoli nel caso di $r = 30^\circ$.

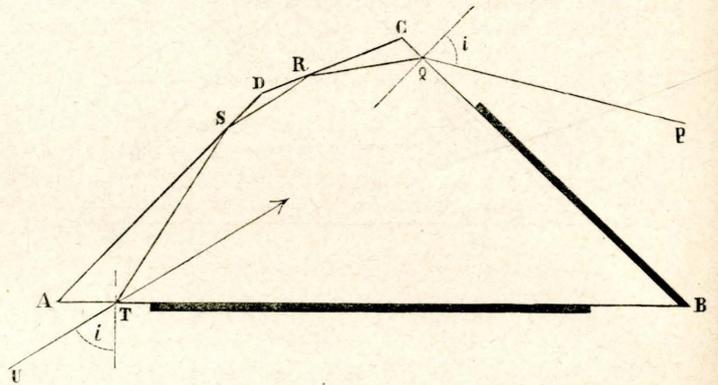


Fig. 68.

$C = 90^\circ + 22^\circ 30'$	$C = 112^\circ 30' (r = 30^\circ)$
$Q = 90 - r$	$Q = 60$
$R = r - 22^\circ 30'$	$R = 7^\circ 30'$
<hr/>	<hr/>
$180^\circ 00'$	$180^\circ 00'$
$R = r - 22^\circ 30'$	$R = 7^\circ 30'$
$D = 180 - 22^\circ 30'$	$D = 157^\circ 30'$
$S = 45 - r$	$S = 15^\circ$
<hr/>	<hr/>
$180^\circ 00'$	$180^\circ 00'$
$S = 45 - r$	$S = 15^\circ 00'$
$T = 90 + r$	$T = 120^\circ$
$A = 45^\circ$	$A = 45^\circ$
<hr/>	<hr/>
$180^\circ 00'$	$180^\circ 00'$

Si vede facilmente che, per la possibilità della deviazione di 45° del raggio incidente P Q, è necessario che sia $r > 22^\circ 30'$; soddisfatta tale condizione la riflessione sarà sempre totale tanto in R quanto in S.

(1) È bene avvertire che l'immagine dell'oggetto guardato è colorata.

Il prisma quadrangolare descritto precedentemente può adunque deviare un raggio luminoso di 45°, di 90', 180' e può servire alla misura di una distanza; esso può quindi essere a buon diritto chiamato **Prisma universale**.

Sulla figura 68 abbiamo delineato più intensamente quelle parti dell'ipotenusa e del cateto che debbono essere inargentate.

Le dimensioni del prisma possono essere le seguenti:

Ipotenusa $AB = 7$ centimetri.

Lato $AD = \frac{3}{4}$ del cateto intero circa.

Marzo 1891.

MACCHINE A VAPORE E STRADE FERRATE

LE FERROVIE A DENTIERA E AD ADERENZA ORDINARIA SECONDO IL SISTEMA ABT.

Il generale favore con cui è accolta in tutte le parti d'Italia la massima di studiare tutte le possibili economie in ogni ramo della pubblica amministrazione, mi ha deciso a tradurre e pubblicare, col consenso dell'autore e dell'editore, la memoria semplice e chiara del signor Seguela sulle ferrovie a dentiera secondo il sistema Abt.

Coloro che non rifuggono dal pensare ai modi di diminuire le spese di costruzione senza punto rinunciare al beneficio incalcolabile della viabilità ferroviaria ed al bisogno di accrescerla ovunque senza pregiudizievole ritardi, leggeranno con piacere queste notizie, le quali mi propongo di far seguire da altre di complemento e da brevi considerazioni.

Ing. L. P.

Memoria del signor SEGUELA

Ispettore principale del Servizio centrale del materiale e della trazione della Compagnia delle Ferrovie del Nord.

Veggansi le Tav. V e VI

Per aumentare la potenza di trazione sulle ferrovie a fortissime pendenze, si è pensato da lungo tempo di sostituire alla trazione a semplice aderenza sulle rotaie, un sistema di rimorchiamto su dentiera, del quale sistema le due ferrovie del Righi offrono gli esempi più conosciuti (1). Il sistema in servizio al Righi è una importazione fatta dall'America dal signor Riggenbach del sistema Marsh, proposto nel 1858 e che funziona al Monte Washington fino dal 1867; la prima applicazione di questo sistema, in Francia, è ancora recente (novembre 1887) ed ha avuto luogo sulla ferrovia a dentiera da Langres-Marne a Langres città (2).

In questo sistema, di cui andremo brevemente a ricordare la costruzione, la dentiera è situata sull'asse della via e consiste in una specie di scala formata da un ferro ad **I** in cui le sponde sono verticali e rilegate da pioli che formano i denti della dentiera; questi pioli sono a sezione rettangolare, le loro faccie verticali leggermente convesse e son ribadite a freddo.

In principio la trazione della locomotiva si effettuava esclusivamente per mezzo d'una ruota dentata, a cui era

trasmesso da un albero intermediario e per mezzo di ingranaggi il movimento degli stantuffi, e che montata su di un asse, imboccava colla dentiera; le ruote della locomotiva erano semplicemente portanti e folli sui loro assi. La dentiera era quindi necessaria su tutto il percorso della linea, ed anche in piano; ma in seguito, il signor Riggenbach ha applicato il suo sistema a linee (come quella di Langres, per esempio) sulle quali dei tratti a forti pendenze esercitati a mezzo della dentiera si alternano con tratti nei quali la locomotiva cammina per semplice aderenza, ed a questo effetto, egli ha adottato un sistema di trazione misto, ossia tale che le ruote della locomotiva e la ruota dentata sono egualmente motrici; gli assimotori a semplice aderenza e l'albero della ruota dentata sono tutti accoppiati tra loro.

Ma durante la marcia colla dentiera si verificavano negli ingranaggi degli urti, dovuti principalmente alla distanza troppo grande tra i punti d'attacco della ruota dentata corrispondenti all'intervallo dei pioli (100 mm. da asse ad asse) e che obbligavano forzatamente a camminare con velocità molto piccola.

Fu per rimediare a questi inconvenienti e particolarmente per poter adattare il sistema a dentiera al servizio delle linee di montagna di forte traffico, che il signor Romano Abt ha perfezionato nello stesso tempo la dentiera e la locomotiva (1).

Noi verremo qui indicando il principio stesso del sistema dando la descrizione dei due tipi principali di apparecchi impiegati: gli uni per le linee a treni molto pesanti, prendendo per esempio la ferrovia dell'Harz; gli altri per le linee d'importanza secondaria, come le ferrovie industriali, prendendo per esempio quella di Oertelsbruch. Faranno seguito alcune notizie relative al modo ed ai risultati dell'esercizio della linea dell'Harz, apertasi al traffico fin dal 1885, e sulla linea di Bolan (Afghanistan) apertasi al pubblico servizio nel 1888.

Dentiera.

Parte ricorrente dell'armamento. — La dentiera è formata da una serie di lamine di acciaio dentate, parallele, ed a dentature incrociate; il loro parallelismo è regolato da zoccoli-cuscinetti sui quali esse sono fissate, e che, nello stesso tempo, le trattengono alla voluta distanza; questi zoccoli o dadi sono a pattino e riposano essi stessi sulle traversine. La dentiera è di poco più elevata sopra le rotaie, la sommità della medesima è di 70 mm. al di sopra della sommità delle rotaie, affinché le ruote dentate possano liberamente girare in marcia sulle tratte senza dentiera.

Il numero delle lamine, la loro grossezza ed il passo dei denti variano collo sforzo di trazione che devono esercitare le locomotive, il quale dipende naturalmente dall'inclinazione della strada e dal carico dei treni; il profilo dei denti è ad evolvente di circolo. L'incrociamto dei denti, ottenuto collo spostamento delle sbarre giustapposte d'una frazione di passo, permette di frazionare l'entrata in azione dell'ingranaggio, scemando così gli urti i quali risulteranno molto meno considerevoli che quando il dente dell'ingranaggio venisse ad incontrare il dente della dentiera su tutta la sua larghezza in una volta, e permettendo di aumentare la velocità della marcia fino a 25 chilom. all'ora.

Il numero delle lamine è di due o di tre, secondo i casi. Alla ferrovia dell'Harz, che è a scartamento normale (m. 1,435) e dove la declività della dentiera è nella maggior

(1) L'Unione delle ferrovie germaniche accordava al signor Romano Abt un premio di marchi 7500 (L. 9375) pel suo sistema di via a dentiera e di locomotiva a ruote dentate (V. *Revue générale des chemins de fer*, n. di luglio 1888, pag. 68).

(1) COUCHE, tomo II, pag. 726.

(2) *Revue générale des chemins de fer*, gennaio 1888, pagina 55.

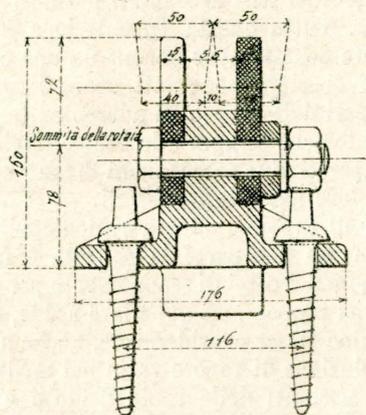


Fig. 73. — Ferrovie a binario ridotto di Oertelsbruch, sezione trasversale. — Scala di 1 a 4.

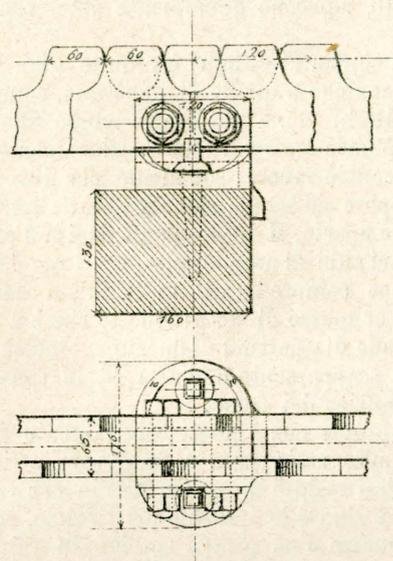


Fig. 74-75. — Id. id., elevazione e pianta. Scala di 1 : 8.

legno per mezzo di viti a legno; la rotaia Vignole è d'acciaio, e pesa 12 Chg. per metro corrente (1).

Il signor Abt ha egualmente applicato la dentiera alle ferrovie funicolari, in modo analogo all'impiego della dentiera a pioli, a Giessbach (2); in questo caso la dentiera non serve a rimorchiare il treno, ma a moderarne solamente la velocità, ed a permettere il suo arresto in caso d'accidente. A questo scopo, essa si compone di due lamine fissate alla parte interna d'una coppia di cuscinetti (fig. 76) tra i quali passa un'ancora di sicurezza, le cui braccia vengono

(1) Le linee di questa ferrovia industriale convergono verso la stazione di Oertelsbruch, la quale è unita con una diramazione a dentiera ed a via normale (m. 1,435) alla stazione di Lehesten della rete dello Stato Bavarese; i treni sono rimorchiati per semplice aderenza fino alle salite del 35 per mille, la dentiera non esiste che per una salita quasi uniforme dell'80 per mille lunga 1200 metri; il carico dei treni è di 50 tonnellate.

Questa dentiera rassomiglia a quella della ferrovia industriale, tranne che le due lamine hanno ciascuna 20 mm. di grossezza, e sono fissate su cuscinetti d'acciaio fuso assicurate alle traverse d'acciaio da bulloni come nella ferrovia di Bolan-Pass.

La ferrovia industriale ed il raccordamento sono stati aperti all'esercizio nel gennaio 1886.

(2) Vedere *Revue générale des chemins de fer*, n. di giugno 1880, pagina 462.

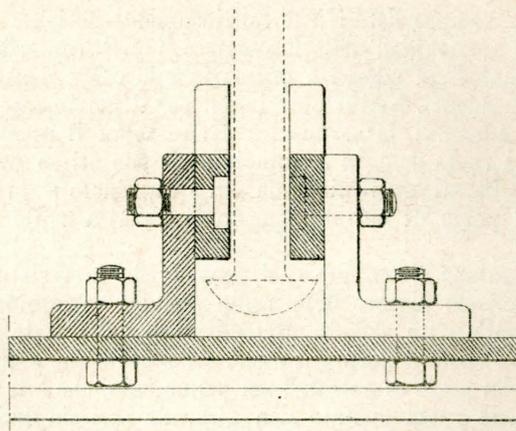


Fig. 76. — Dentiera per ferrovia funicolare.

ad uncinarsi contro i bordi delle lamine in caso di accidente (1).

La dentiera Abt ha il vantaggio di seguire senza difficoltà le curve assai forti; la sua disposizione stessa ne rende assai più difficile l'ostruzione alla neve, al fango, ecc., al contrario della dentiera a scala la quale forma una serie di piccoli bacini; la sua pulitura è egualmente più comoda. La riparazione è, inoltre, più facile, perchè tutte le lamine essendo eguali, si può rimpiazzarne molte in pochissimo tempo.

Le lamine della dentiera sono d'acciaio Thomas; esse devono presentare una resistenza alla rottura compresa fra 48 e 50 Chg. per mm. q., ed un allungamento almeno del 18 0/0 e possibilmente del 22 al 23 0/0 misurato su 200 mm.

La fabbricazione di queste lamine è parimenti assai semplice; sortendo dal laminatoio esse sono finite a caldo; e dopo questa operazione, riunite in pacchi da 30 a 50, essendochè i denti sono allora tagliati su tutta questa grossezza per mezzo di una pialla speciale.

Lo scambio di via per una dentiera a tre lamine è rappresentato dalla fig. 1, tav. V. Oltre alle lamine d'ago per lo scambio di via ordinaria, esso ha uno scambio d'un elemento della via e della dentiera, manovrato simultaneamente alle lamine, per mezzo d'un rimando di movimento.

Pezzo speciale di entrata. — Per produrre l'ingranaggio al momento in cui il treno passa da una tratta in cui la locomotiva può funzionare per semplice aderenza ad una tratta a dentiera, il sig. Abt aveva ideato (prima ancora dell'adozione de' suoi sistemi di dentiera e di locomotiva) un apparecchio designato sotto il nome di « pezzo di entrata ».

L'estremità della dentiera, sostenuta per una lunghezza di 3 metri da molle a spirale od a lamina, è rilegata alla parte principale da una cerniera orizzontale che permette così il suo spostamento verticale, fig. 2 a 4, tav. V; il passo di questo tratto di dentiera è come quello della parte fissa (2), e la parte anteriore del primo dente è terminata da un piccolo piano orizzontale.

(1) Dentiere Abt di questa specie si trovano sulle ferrovie funicolari di Lugano (rampa di 248 per mille, lunghezza 250 metri); di Burgenstok (rampa del 580 per mille, lunghezza 930 metri); dalla stazione di Zurigo al piazzale della Scuola Politecnica; di Napoli (Vomero); dall'Avre alla costa.

(2) Nei pezzi di entrata applicati al sistema a pioli, ove i meccanismi degli assi motori ad aderenza ordinaria e della ruota dentata sono accoppiati, i denti del pezzo di entrata hanno uno scartamento d'asse in asse minore di quello della dentiera fissa (97,5 mm. in luogo di

Per ben comprendere il suo funzionamento notiamo subito che i meccanismi della locomotiva, i quali comandano gli assi motori ad aderenza ordinaria e la ruota dentata, sono indipendenti. Nell'istante in cui per il movimento di semplice aderenza, la locomotiva arriva sopra il pezzo di entrata, la ruota dentata è immobile; il suo primo dente venendo a incontrare il piano da cui è terminato il primo dente del pezzo di entrata, questo si abbassa sulle sue molle.

Si presentano allora due casi, secondo che la resistenza del meccanismo motore della ruota dentata è maggiore o minore dell'attrito dovuto alla aderenza della testa del dente della ruota dentata sul piano orizzontale che è all'estremità del pezzo di entrata; nel primo caso, che è il più frequente, la ruota dentata non gira, ma striscia fino al primo vuoto del pezzo di entrata, e questo rialzandosi tosto, l'ingranaggio ha luogo. Nel secondo caso, la ruota dentata gira appoggiandosi sulla testa dei denti del pezzo di entrata; ma siccome il passo di questi ultimi denti è maggiore di quello dei denti della ruota dentata, ciascun dente della ruota si appoggia successivamente un po' più indietro sul dente corrispondente della dentiera; ed alla fine di un brevissimo cammino il dente della ruota penetra nel vuoto che segue il dente corrispondente del pezzo di entrata, il quale tosto si solleva sotto l'azione delle molle, e l'ingranaggio è assicurato.

Non è che dopo che la dentiera è imboccata dalla ruota dentata che si introduce il vapore nei cilindri speciali i quali agiscono su quest'ultima. Intanto per facilitare ancora più l'entrata delle ruote dentate nella dentiera, è preferibile che il macchinista, prima di giungere alla dentiera, immetta un po' di vapore nei cilindri speciali ed imprima così un leggero movimento di rotazione alle ruote dentate. Qualsiasi urto riesce così evitato.

Locomotiva.

Il signor Abt provide a che nella trazione sui tratti a dentiera non fosse lasciato alla sola dentiera il compito di servire di punto di appoggio alla locomotiva, ma ha utilizzato insieme colla dentiera anche la semplice aderenza.

Questa combinazione ha il vantaggio d'aumentare il peso aderente della locomotiva, e quindi la facilità di circolare sulle sezioni a semplice aderenza; il tipo di locomotiva impiegato è la macchina-tender a due o tre assi accoppiati secondo i casi e generalmente munita alla parte posteriore di un asse semplicemente portante. Affine di facilitare la circolazione in curva, gli assi accoppiati sono molto ravvicinati.

Le figure 4 a 6 della tav. VI rappresentano la locomotiva della ferrovia dell'Harz, a tre assi accoppiati.

Come abbiám già detto, i due meccanismi che comandano le ruote ad aderenza ordinaria e la ruota dentata sono indipendenti. Le ruote a semplice aderenza sono messe in movimento nel modo ordinario dai cilindri esterni. Gli altri due cilindri sono interni e situati vicini alla cassa del fumo; i loro stantuffi agiscono sull'estremità superiore d'un bilanciere verticale (come l'indica la figura 7, tav. VI) di cui la testa inferiore è congiunta alla biella che mette

100 mm.). Se arrivando alla dentiera un dente della ruota incontra un pieno della dentiera del pezzo di entrata, la ruota dentata appoggia sulla dentiera e l'abbassa sulle sue molle; ma per la differenza di passo (2,5 mm.) tra la dentiera e la ruota, arriva bentosto il momento in cui il dente della ruota si trova corrispondere ad un vuoto della dentiera; ed in quest'istante le molle sollevano il pezzo di entrata e l'ingranaggio ha luogo.

Il tipo di locomotiva del sig. Abt permette, come ognuno può vederlo, di sopprimere queste ineguaglianze di passo nella dentatura della dentiera.

in azione i due falsi assi accoppiati portanti ciascuno una ruota dentata. Tutta questa trasmissione è interna, gli assi delle ruote dentate sono portati da una coppia di longaroni interni speciali, poggiati, senza interposizione di molle, sugli assi delle ruote di aderenza; in questo modo le ruote dentate sono sempre allo stesso livello al disopra delle rotaie. Questi due meccanismi hanno la loro distribuzione ed il loro regolatore speciali.

Il consumo di vapore aumenta evidentemente nei tratti a dentiera; ma da una parte la celerità è ridotta e dall'altra il numero dei colpi di scappamento per giro di ruota aumenta in una proporzione superiore a due, onde la chiamata del camino riesce considerevole, anche a debole velocità, e la produzione di vapore varia nel medesimo senso.

Sugli assi portanti delle ruote dentate e da ciascuna parte di queste sono inalberate le puleggie (tav. VI, fig. 8 e 9) con corona a scanalature sulle quali il macchinista può far agire delle ganasce anch'esse scanellate, si ottiene così un freno di grande potenza; oltre agli zoccoli a freno ordinario i quali agiscono egualmente sulle ruote ordinarie motrici.

Ciascuna coppia di cilindri è munita d'un freno ad aria di sistema analogo a quello di Debergue, come è stato applicato al Righi (1), e per lungo tempo alla ferrovia da Enghien a Montmorency. Il suo funzionamento è analogo a quello del contro-vapore; solamente che invece di funzionare con vapore ed acqua, essendo data la contromarcia ed il regolatore aperto, il meccanismo aspira l'aria esterna e la spinge nei tubi di ammissione ove, il regolatore essendo chiuso, viene compressa; il macchinista lascia sfuggire quest'aria per mezzo di un rubinetto che è a sua disposizione. Il grado di apertura di questo rubinetto permette di regolare lo scappamento dell'aria ed in conseguenza l'azione ritardatrice del freno.

L'aria aspirata non è presa direttamente dalla colonna di scappamento nella cassa a fumo, ove attingerebbe faville od ultimi residui di carbon fossile che verrebbero ad insudiciare e rigare lo specchio del tiratoio, ecc., ma all'esterno per mezzo d'un giuoco speciale di valvole. Nell'intento di ovviare agli inconvenienti del riscaldamento dell'aria, dei cilindri e degli stantuffi durante la compressione dell'aria, si inietta nell'interno dei tiratoi un piccolo getto d'acqua proveniente dal tender.

Le ruote dentate sono formate ciascuna di più dischi dentati in numero eguale a quello delle lamine della dentiera, e la loro dentatura è pure incrociata in modo da concordare con quella delle lamiere della dentiera. Così nel caso attuale della ferrovia dell'Harz, i denti non sostengono ciascuno che 1/6 dello sforzo di trazione totale.

Inoltre, per ciascuna ruota dentata i punti d'attacco dei due dischi di fronte che imboccano sulla stessa lamiera di dentiera sono egualmente incrociati; ne risulta che per una lunghezza di passo della dentiera si hanno sei prese successive dei denti delle ruote, ossia una presa ad ogni 1/6 di passo, vale a dire ogni 20 mm.; in tal modo la marcia della locomotiva non presenta più scosse di quelle che presenterebbe sopra una ferrovia ordinaria.

Tuttavia, volendosi rimediare a movimenti anormali dovuti a difetto di posa, ad ineguaglianze di dilatazione, a consumo di materiale, ed anche a cedimenti del terreno, questi dischi non sono punto invariabilmente fissati ai loro alberi rispettivi.

L'asse delle ruote dentate presenta nel suo mezzo un rigonfiamento il cui diametro esterno è uguale al diametro interno delle corone o dischi dentati (segnati soltanto in

(1) Vedi COUCHE, vol. III, pag. 490.

numero di due sulla figura per chiarezza maggiore del disegno); questo rigonfiamento presenta sul suo circuito delle cavità a (fig. 8, tav. VI), nelle quali si adattano le molle a ferro di cavallo r , aventi nello stesso tempo presa sui dischi, in cavità analoghe a quelle praticate nell'asse, come l'indicano le figure 8 e 9, tav. VI. Le estremità di questa molla distano di 2 mm.; questo giuoco rappresenta in questo punto del circuito lo spostamento rotativo possibile dei dischi in rapporto all'asse.

I dischi dentati sono trattenuti lateralmente dai fianchi delle puleggie di freno invariabilmente fissate sul corpo dell'asse per mezzo delle chiavarde $b b$, lo scartamento interno di queste puleggie che è di 120 mm. è inferiore di 0.5 mm. alla grossezza delle corone dentate, ciò che permette a queste ultime senza difficoltà lo spostamento di cui abbiamo già parlato.

In virtù di questa disposizione l'ingranaggio ha luogo in modo quasi perfetto.

Tutti i pezzi del meccanismo, assi, cerchi, bielle, gambi di stantuffo, ecc., sono d'acciaio Krupp, i rocchetti sono pure di acciaio fuso e fucinato ed hanno la resistenza alla rottura di 72 Chg. per millimetro quadrato.

Diamo qui le dimensioni ed i dati principali della locomotiva della ferrovia dell'Harz a 4 assi di cui 3 accoppiati, rappresentati dalle figure 4 a 6 della tav. VI.

Graticola . . .	{	Lunghezza m.	1.700
		Larghezza »	1.100
		Superficie m ²	1.87
Focolare . . .	{	Lunghezza m.	1.700
		Larghezza »	1.170
		Altezza »	1.435
Tubi	{	Numero	251
		Diametro m.	0.045
Superficie di riscaldamento	{	Lunghezza »	4.050
		Diretta m ²	8.305
Timbro, 10 atmosfere.	{	Indiretta »	127.739
		Totale »	136.144
Meccanismo di aderenza	{	Diametro dei cilindri . . m.	0.450
		Corsa degli stantuffi . . »	0.600
		Diametro delle ruote motrici »	1.250
		Diametro delle ruote portanti »	0.750
		Base delle ruote motrici . »	3.050
		Base totale delle ruote . »	5.450
Meccanismo dentato	{	Diametro dei cilindri . . m.	0.300
		Corsa degli stantuffi . . »	0.600
		Diametro dei rocchetti (circolo primitivo) »	0.573
Peso della locomotiva a vuoto Tonn.		45.740	
Peso della locomotiva in carica	{	Assi motori »	43.500
		Asse portante »	12.400
		Totale Tonn.	55.900
Capacità delle casse dell'acqua m ³			4.53
Capacità dei serbatoi del carbone »			2.000

Questa locomotiva rimorchia 120 tonnellate colla velocità di 10 Chm. all'ora sulle salite del 60 per mille; con treni più leggeri essa può raggiungere 25 Chm. all'ora.

La locomotiva a via ridotta della ferrovia industriale di Oertelsbruch è disegnata nella tav. VI, fig. 10; essa ha solamente due assi accoppiati distanti m. 1.400, non ha che un solo albero a ruota dentata, pesa 5500 Chg. in carica e rimorchia un vagone carico di 3500 Chg. sulle salite del 137 per mille.

La locomotiva che serve al raccordamento a via normale da Oertelsbruch a Lehesten ha due assi accoppiati ed un

asse portante, ed è disegnata nella tav. VI, fig. 1 a 3. Essa ha quattro ruote dentate accoppiate di m. 0.573 di diametro, mosse da cilindri di m. 0.300 di diametro e m. 0.500 di corsa; le ruote di aderenza di m. 0.900 di diametro sono mosse da cilindri di m. 0.300 di diametro e m. 0.400 di corsa.

La superficie di riscaldamento totale è di 48 m² (focolare m² 5.50, 154 tubi m² 42.50), la superficie della graticola è m² 1.10 ed il timbro 10 atmosfere; essa pesa 18.4 tonnellate a vuoto, 23.2 tonnellate in carica cogli approvigionamenti completi, e rimorchia treni di 50 tonnellate sulla salita dell'80 per mille; la sua velocità varia secondo la pendenza da 8 a 24 chilometri all'ora.

Ferrovia dell'Harz.

L'applicazione più importante e più antica del sistema Abt è quella della ferrovia dell'Harz (Brunswick) a via normale, che va da Blankenburg a Tanne, aperta dal 15 maggio 1885.

La linea ha la lunghezza di Chm. 30.5; dieci tratte aventi lunghezze varianti da 250 a 1550 metri e presentanti insieme Chm. 7,8 di sviluppo sono provviste di dentiera. Le tratte senza dentiera hanno pendenze non maggiori del 25 per mille, mentre la dentiera è su tratte aventi da 45 a 60 per mille di pendenza. Il raggio delle curve è raramente al disotto dei 300 metri; ma talvolta è di 250 metri nelle tratte a dentiera e di 180 metri nelle altre.

La figura 77 offre un profilo particolareggiato della linea; la quale parte da Blankenburg, stazione unita alla grande linea ad Halberstadt da una ferrovia di tipo ordinario; percorre anzitutto 3 chilometri in leggera pendenza, passa vicino agli alti forni Harzer Werke, ove la dentiera incomincia, e sale con acclività quasi continua del 60 per mille; essa è interrotta a capo di 3 chilometri dal piano orizzontale di Bast, ove è stabilita una stazione per il traffico dei prodotti forestali; la livelletta in ascesa del 60 per mille continua fino alla galleria di Bielstein quasi in orizzontale (in salita del 0.75 per mille) della lunghezza di 640 metri.

Questa galleria era già stata costruita per l'esercizio delle miniere di questa regione e la ferrovia non ha fatto che utilizzarla; si arriva in seguito quasi in piano alla stazione di Braunesumpf, la più importante di tutta la linea, ove sono i minerali. Si rimonta in salita del 60 per mille su circa 2 chilometri fino a Hüttenrode a 280 metri al disopra di Blankenburg, ed a Chm. 9.9 di distanza; la linea discende allora in declività dal 25 al 60 per mille fino al villaggio di Gübeland, nella traversata del quale la ferrovia è stabilita sulla strada ordinaria; dopo aver attraversato sopra una lunghezza di 210 metri la galleria di Bismark in pendenza del 3.5 per mille, nuove salite dal 20 al 25 per mille conducono fino a Elbingerode, villaggio pure attraversato a livello sulla strada; tre chilometri più distante, la linea valica ancora una seconda vetta e discende in seguito a Rothehütte e Tanne.

La ferrovia e la locomotiva impiegate sono state descritte più sopra.

Il materiale si compone di 5 locomotive, 6 vetture per viaggiatori, 2 vagoni a bagaglio e 36 carri merci. Una grande parte del traffico si effettua d'altronde con vagoni di altre Compagnie, il materiale non esigendo alcuna disposizione speciale.

Come abbiamo già detto il carico ammesso per i treni è di 120 tonnellate, vale a dire 16 assi caricati; pertanto arriva qualche volta che questi 16 assi caricati sopportano un peso lordo di 138 tonnellate. Se nel treno si trovano degli assi non caricati, il carico lordo del treno può elevarsi a 20 assi alla condizione che il peso lordo di 120 tonnellate non sia oltrepassato.

I vagoni sono muniti di semplici freni ad aderenza e non

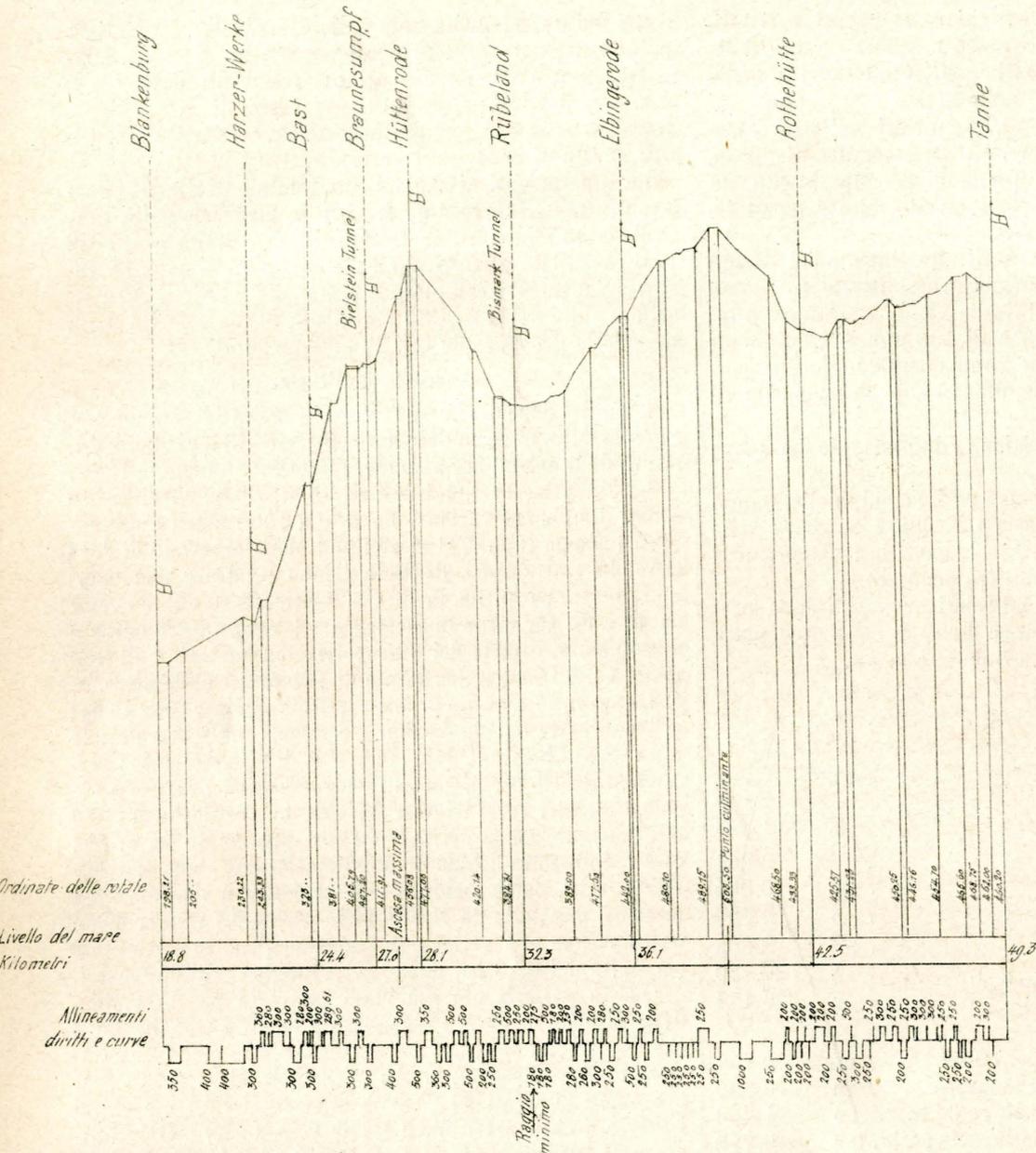


Fig. 77. — Profilo della ferrovia dell'Harz.

sono provvisti, come le locomotive, di freni a ruote dentate aventi presa sulla dentiera; i vagoni a freno devono essere ripartiti come segue:

Nei treni di 20	assi - 8	assi frenati
» da 18 a 14	» - 6	»
» da 12 a 8	» - 4	»
» di 6	» - 2	»

I vagoni accoppiati carichi di grandi tronchi d'alberi possono far parte di tutti i treni, ma devono essere sempre separati dalle vetture dei viaggiatori per mezzo di un veicolo che non ne contenga; durante l'anno 1887 si sono rimorchiate 242 coppie di questi vagoni speciali per il trasporto di grosse travi.

I minerali sono trasportati, per mezzo di treni speciali, in vagoni appositi, dei quali la metà è munita del freno Heberlein e l'altra metà provvista semplicemente della corda di trasmissione di questo freno (1). Il macchinista manovra il freno Heberlein dalla piattaforma della sua macchina;

(1) Il freno continuo a frizione, sistema Heberlein, quale è applicato in Germania, si trova descritto nel numero di agosto 1881 della *Revue générale* a pag. 136.

perciò, in questi treni speciali, non vi sono guardafreni, e non vi ha che un conduttore per notare la quantità ed il numero dei vagoni trasportati; esso viaggia sulla macchina.

Alla salita delle tratte a dentiera, i treni sono spinti dalla locomotiva e procedono colla velocità di 15 chilometri all'ora in media; alla loro discesa, la locomotiva trovandosi in testa del treno, la velocità è di 10 chilometri all'ora solamente; tuttavia sulle tratte a semplice aderenza lungo le quali le declività sono minori del 25 per mille, la velocità nella discesa raggiunge i 20 chilometri all'ora (1).

L'esercizio di questa ferrovia funziona da più di tre anni senza difficoltà; la circolazione è stata interrotta nel corso dell'annata 1886, che è stata molto nevosa, ma solo per tre giorni, in seguito ad una nevicata abbondantissima; la leggera durata di questa interruzione ha dimostrato la facilità colla quale si può sgombrare la strada e specialmente la dentiera.

Si era da diversi espressa l'opinione che tre denti della ruota non potessero mai essere simultaneamente imboccati nella dentiera, perocchè occorrerebbe per questo

apportare nell'esecuzione dei pezzi della macchina una cura e precisione impossibili a raggiungersi in pratica. A confutare queste obiezioni in modo perentorio, il signor Schneider, Direttore della linea, effettuò una serie di esperimenti per rendersi conto delle posizioni relative dei denti delle ruote dentate e delle lamine della dentiera: a questo effetto, ai punti di osservazione, la dentiera è stata pulita su una lunghezza di 10 metri e ricoperta d'un sottile strato di pittura per meglio rendersi conto del fenomeno.

Si fecero prove con treni a carica completa, tanto nella salita quanto nella discesa delle declività del 60 per mille successivamente in rettilineo ed in curva di 300 metri di raggio, e si è constatato che l'ingranaggio ha luogo, salvo rarissime eccezioni, su tutte le tre lamine.

Questi esperimenti si sono fatti in condizioni sfavorevolissime, causate da un freddo rigidissimo, al principio del mese di gennaio di quest'anno (1888); per conseguenza tutti i dubbi relativamente al funzionamento normale del-

(1) Queste cifre sono state stabilite dalla Direzione dello Stato di Brunswick d'accordo col controllo di sorveglianza prussiano.

l'ingranaggio dei denti sono completamente eliminati. Questo fatto è d'altronde confermato da ciò che il consumo dei denti della dentiera è praticamente nullo e che quello delle ruote dentate è insignificante.

Così i denti della macchina « Principe Albrecht » dopo un servizio di due anni, erano logorati di millimetri 1.5 da ciascuna parte, ossia in tutto di 3 millimetri; siccome essi avevano primitivamente uno spessore di 56 mm. e che si può ammettere, senza inconveniente, il consumo fino allo spessore di 40 mm., queste ruote potrebbero fare ancora quattro volte altrettanto servizio, ossia durare otto anni ancora prima di essere cambiate.

Le spese d'esercizio per l'annata 1887, si suddividono come segue:

1° Stipendio del personale fisso	L. 50.927.50
2° Salari del personale straordinario, guarda-via, uomini addetti alle squadre di armamento, agenti ad economia delle stazioni e dell'amministrazione centrale »	58.977.50
3° Spese effettive di riscaldamento, illuminazione, spese d'ufficio, ecc.	» 15.517.50
4° Manutenzione della via (1)	» 23.021.25
5° Spese dei treni, non compresi gli stipendi e salari del personale delle macchine e dei treni, di cui ai N. 1 e 2	» 38.675.00
6° Manutenzione delle locomotive, vetture e vagoni	L. 15.521.25
7° Spese per consumo oltre quelle del materiale	» 8.738.75
Totale L. 211.378.75	

Il numero dei treno-chilometri effettuati nell'anno 1887 è stato di 94.802
 Il numero dei viaggiatori trasportati è stato di 53.500
 Il numero delle tonnellate di merci è stato di 120.000

Le spese d'esercizio, non comprese quelle riportate qui sopra, sono per chilometro-treno di L. 2.225

Le spese di trazione e di manutenzione del materiale rotabile (comprendendo gli stipendi dei macchinisti, fuochisti, pulitori, ecc., le spese per combustibile, acqua, materie di grasso e di pulitura per vetture e vagoni, la manutenzione delle locomotive e dei vagoni) si elevano per treno-chilometro a L. 0.825

Durante il periodo dal 1° luglio al 31 dicembre 1887, il numero dei treni-chilometri si è elevato a 49.060, ed il consumo del carbone durante lo stesso periodo a Chg. 13.72 per treno-chilometro, ed il consumo delle materie grasse per lubrificare le locomotive a Chg. 0.0677 per treno-chilometro.

La carica media dei treni è stata di 97 tonnellate durante tutto l'anno 1887.

Il consumo medio del carbone (Chg. 13.72 per treno-chilometro) è assai tenue, ma esso pare principalmente dovuto all'impiego di carbone di qualità superiore.

Il consumo d'acqua durante un viaggio da Blankenburg a Tanne e ritorno (Chm. 61) può arrivare ai 14 m³; su questa quantità bisogna computare largamente 3 m³ consumati per l'impiego del freno ad aria nella discesa; restano allora 11 m³ d'acqua evaporizzata; il consumo del carbone corrispondente è in questo caso di 1000 Chg.

Ferrovia di Bolan-Pass.

Termineremo questa nota dando il risultato d'esperienze comparative fatte ufficialmente il 30 marzo 1888 alla ferrovia di Bolan (Stato inglese) sopra la pendenza del 40 per mille con locomotive combinate sistema Abt del peso di 54 tonnellate in servizio e locomotive ordinarie a semplice aderenza del peso di 74 tonnellate in servizio.

Numero d'ordine degli esperimenti	Numero delle locomotive rimorchianti il treno	Numero dei veicoli			Peso effettivo del treno in tonnellate	Velocità della marcia in chilometri all'ora
		carichi	vuoti	Totale		
1	1 Abt	8	2	10	158	12.9
2	1 »	9	4	13	186 ⁵ / ₄	»
3	2 »	9	4	13	186 ⁵ / ₄	14.85
4	2 »	9	4	13	186 ⁵ / ₄	20.00
5	2 »	9	13	22	269	9.65
6	2 »	9	17	26	304	9.65
7	2 ordinarie classe L	9	4	13	186 ⁵ / ₄	16.1
8	2 »	10	16	16	221 ¹ / ₄	14.65
9	2 »	11	8	19	259 ¹ / ₄	10.55
10	1 Abt	11	8	19	259 ¹ / ₄	6.45

NB. Col carico di 259 ¹/₄ tonnellate (11 vagoni carichi e 8 vuoti) sulla salita del 40 per mille si poteva, con una sola locomotiva Abt, fermarsi e riprendere la marcia senza difficoltà, mentre che con due locomotive a semplice aderenza, se il treno si fermava, non era più possibile riprendere la marcia.

Le locomotive Abt, in servizio alla ferrovia di Bolan, sono del tipo di quelle della ferrovia dell'Harz, le loro dimensioni principali sono:

	Meccanismo d'aderenza	Meccanismo dentato
Diametro dei cilindri	m. 0.480	0.380
Corsa degli stantuffi	» 0.600	0.400
Diametro delle ruote	» 1.300	0.573

La superficie della graticola è m² 2.40, la superficie di riscaldamento totale è m² 138,1 (superficie diretta m² 9.7; superficie indiretta m² 128.4) ed il timbro 10 atmosfere. Il peso della locomotiva è di 42 tonnellate a vuoto e di 54

tonnellate in servizio, di cui 42 tonnellate di peso aderente.

Le locomotive a semplice aderenza (classe L) sono a tre assi accoppiati con carrello portante (a due assi) in avanti-treno ed un tender a 3 assi. Il diametro dei cilindri è di 0.458, la corsa degli stantuffi è di m. 0.660, il diametro delle ruote motrici m. 1.295, ed il timbro 11 atmosfere.

Da quanto sopra risulta che il sistema Abt può rendere grandi servizi sulle linee a forti salite, perocchè esso permette di aumentare sensibilmente la potenzialità di dette linee in seguito alla possibilità di poter così rimorchiare dei forti carichi su queste salite conservando delle velocità compatibili coi bisogni del traffico e senza che ne risultino difficoltà speciali, come lo dimostrano le ferrovie in esercizio di Harz e di Bolan.

(Estratto dalla *Revue générale des chemins de fer*, 11 luglio 1888).

(1) Queste spese saranno minori nell'avvenire perchè i grandi rialzamenti delle traverse tanto frequenti come è avvenuto finora.

BIBLIOGRAFIA

L'elettrotecnica nella Esposizione universale del 1889 in Parigi. — Note del prof. GALILEO FERRARIS. Appendice all'Annuario per l'anno scolastico 1890-91 del R. Museo Industriale Italiano in Torino. — Op. in-8° di pag. 98. — Torino, 1891.

L'Esposizione internazionale di elettricità che nel 1889 si è veduta a Parigi, dopo la prima che ivi ebbe luogo nel 1881, e le successive di Monaco, di Vienna, di Torino e d'Anversa, è riuscita singolarmente istruttiva, ed ha offerto al chiarissimo prof. Ferraris materia di riflessione e di sintesi pregevolissima agli specialisti non solo, ma a tutti coloro cui piace tenersi al corrente dei progressi in generale della elettrotecnica.

Il progresso che in pochi anni si è fatto nella conoscenza delle proprietà delle macchine dinamo elettriche e delle leggi quantitative che le governano ha prodotto nell'arte di disegnare e costruire tali macchine una notevolissima trasformazione. Alla molteplicità delle forme ed alla varietà dei disegni, che erano conseguenza e prova di grande incertezza nell'indirizzo scientifico, e di cui le passate Esposizioni avevano fatto grande sfoggio, ha tenuto dietro un indirizzo unico, una guida uniforme, dovuta essenzialmente alla diffusione ed al retto impiego che ha trovato fra i tecnici il concetto chiaro e fecondo del *circuito magnetico* e della influenza delle dimensioni sue sul *flusso d'induzione*. Tale trasformazione, cominciata nel 1883 per opera principalmente del dottor J. Hopkinson, ebbe tra i più efficaci fautori l'ingegnere Gisbert Kapp che nel 1885, con pubblicazioni ispirate da un senso tecnico sicuro e con una serie di macchine nelle quali aveva in più modi risolto il problema di avere nel circuito magnetico una minima lunghezza ed una massima sezione, ottenne che la trasformazione nella composizione delle macchine dinamo elettriche diventasse generale in brevissimo tempo.

E così fu vista all'Esposizione di Parigi la Casa Edison presentare tanto per le più grandi macchine, come per le più piccole un unico modello, il modello a semplice ferro di cavallo, con braccia verticali grosse e corte, con estremità polari assottigliate, colle proporzioni insomma consigliate da Hopkinson; — la Società Gramme non presentare più che a scopo di storia le sue antiche macchine del tipo *Atelier* e le altre numerose forme per le quali essa è passata, ma fissarsi specialmente sulla costruzione di un solo tipo, sul tipo a semplice ferro di cavallo, coi poli in alto e colle braccia robuste e corte; — la Casa Saurter e Lemonnier abbandonare anch'essa quasi completamente il modello Gramme a colonne multiple verticali, adottare francamente per le macchine bipolari il tipo *Manchester* della fabbrica Mather e Platt, che rappresenta una applicazione razionale, ottima dal punto di vista costruttivo, dei nuovi principii, e per le macchine multipolari accostarsi alla forma delle macchine Thury; — infine, per tacere d'altre minori, la stessa Casa Siemens ed Halske di Berlino, sebbene direttamente astenutasi, come tutte le fabbriche tedesche, dall'Esposizione parigina, presentare, a mezzo della Società *Alsaziana* di costruzione meccanica che la rappresenta in Francia e costruisce sopra i disegni e coi criteri di quella cospicua Casa di Berlino, macchine bipolari del tipo a semplice circuito magnetico, coi poli in alto, aventi nuclei corti e grossi, e particolarità costruttive che ricordano perfettamente la macchina a poli superiori Kapp.

L'insigne maestro di elettrotecnica nel prendere ad esame le novità degne di qualche osservazione nelle varie macchine dinamo elettriche esposte, fermasi a fare il seguente confronto tra il più grande degli esemplari esposti nel 1889 dalla Società Americana Edison, e la grande macchina dinamo elettrica presentata nel 1881 la quale superava tutto quanto in quel tempo era lecito immaginare come praticamente possibile.

	Modello del 1881	Modello del 1889
Numero dei giri al 1'	350	450
Potenza in Chilowatt	100	175
Peso totale della macchina in tonn.	26	12,7
Numero di joule per giro e per Chg.	0,66	1,84

Donde si vede che l'utilizzazione del materiale impiegato nella costruzione della macchina è, col nuovo modello, quasi tre volte migliore che col modello antico. Tale confronto mette in chiaro la ragione per cui non solo il disegno, ma anche la potenza delle macchine ha molto variato. Nel 1881, eccezione fatta della macchina dinamo-vapore di Edison, le macchine dinamo elettriche avevano potenza non superiore a qualche decina di cavalli dinamici. Ora invece sono divenuti comuni macchine che con moderate dimensioni hanno potenze di centinaia di chilowatt, equivalenti a centinaia di cavalli-vapore. Per cui vediamo nell'uso pratico funzionare industrialmente una o due macchine dinamo elettriche potenti (a vece di parecchie comandate da altrettante cinghie) e di dimensioni armonizzanti con quelle della motrice e formanti con questa un tutto compatto e stabile.

Dall'argomento delle macchine dinamo elettriche il prof. Ferraris passa a quello dei *sistemi di distribuzione*, cominciando dal lamentare

la mancanza pressochè assoluta all'Esposizione di Parigi del 1889 di tutto ciò che riguardasse le macchine trasformatrici delle correnti elettriche, mentre è noto che dopo le celebri esperienze della Esposizione di Torino (1884) che apersero un campo nuovo di studi e di applicazioni, la costruzione e l'impiego dei trasformatori a correnti alternative si perfezionarono rapidissimamente, e in pochi anni si videro sorgere nell'Europa continentale, per opera della Casa Ganz di Budapest, nell'Inghilterra, per opera del Ferranti, in America, per opera della Società Westinghouse, impianti colossali ove coi trasformatori si utilizzano migliaia di cavalli dinamici.

Per compenso l'Esposizione presentava nella bellissima stazione della *Compagnia continentale Edison* di Parigi un ottimo modello di stazione centrale col sistema di distribuzione a tre fili, sistema, che è dovuto ad Edison, e che ha ormai ricevuto numerosissime applicazioni; — offriva nella Mostra della *Thomson-Houston International Electric Company* un altro modo di applicazione dello stesso sistema, per il quale il prof. Elihu Thomson ha una privativa, e che più utilmente generalizzato per un sistema di distribuzione a *cinqe fili*, fu poi studiato nello stabilimento di Siemens ed Halske di Berlino, per essere applicato all'illuminazione elettrica della città di Francoforte sul Meno; — ed illustrava, colle Mostre della Società Americana di Edison, della Casa Thomson-Houston e di Heisler, i nuovi sistemi di distribuzione per lampade ad incandescenza in serie, mercè i quali, con impianti economici, si riesce ad allargare il raggio di azione della distribuzione, pur evitando l'impiego dei trasformatori.

Un terzo ed ultimo capitolo della relazione del prof. Ferraris, è dedicato a due applicazioni speciali, *i motori elettrici* e *le saldature elettriche*.

Il problema della trasmissione elettrica del lavoro meccanico tra una generatrice ed una riceptrice a *corrente continua* era dimostrato completamente risolto dai risultati ottenuti nella vera pratica industriale ben prima dell'Esposizione parigina. E basterebbe citare per tutti quelli ottenuti dal prof. H. F. Weber nelle sue classiche esperienze sull'impianto eseguito dalla Società delle Officine di Oerlikon per la trasmissione dell'energia tra Kriegstetten e Soletta. Il problema *nuovo* attuale è quello della trasmissione dell'energia meccanica per mezzo delle *correnti alternative*. Invece l'Esposizione non presentava nemmeno un motore a corrente alternante che potesse considerarsi come d'uso pratico industriale, e dal quale si potessero ricavare dati d'importanza veramente tecnica. Meritevoli per altro di attenzione erano gli apparecchi elettrici del prof. Elihu Thomson, nella sezione degli Stati Uniti d'America, i quali apparecchi servirono a mettere in evidenza certe azioni meccaniche prodotte per mezzo delle correnti alternative. Utilizzando i fenomeni dimostrati da Elihu Thomson per produrre moti rotatori continui, si compongono veri motori elettrici. Ma quelle esperienze, benchè per sè stesse importantissime, non avranno probabilmente alcuna influenza sull'avvenire della costruzione e dell'impiego dei motori elettrici a corrente alternativa; i cui avvenire è oramai nettamente tracciato. La soluzione più pratica e più semplice del problema di trasmettere a grande distanza tra due stazioni una grande quantità di energia, sta nell'impiego delle correnti alternative e di *motori sincroni*, consistenti in semplici macchine a corrente alternativa con eccitazione separata fatta con una corrente continua.

Per fare economicamente la trasmissione occorrono macchine potenti e di grandi forze elettromotrici, ed in questo caso le macchine dinamo elettriche a corrente alternativa sono le più facili a costruirsi. L'impiego di tali macchine eliminerebbe d'un sol tratto tutte le maggiori difficoltà che il Marcel Deprez non riuscì a superare nelle sue disgraziate e sconfortanti esperienze di Creil.

L'Esposizione di Parigi del 1889 presentava infine cose notevolissime relativamente al modo di ottenere la *saldatura elet rica* dei metalli. I modi di ottenere tale risultato sono due: il primo basato sull'impiego dell'arco voltaico e presentato dall'ingegnere russo De Bernardos, la cui invenzione più importante consiste nell'attaccare il carbone al polo positivo, invece che al negativo, come aveva fatto Siemens nel suo forno elettrico, e nell'ottenere così, malgrado il più rapido consumo del carbone, un'atmosfera riduttrice che impedisce l'ossidazione; ma questo procedimento non pare accenni ad estendersi notevolmente.

Invece ha fin d'ora acquistato una grande importanza industriale, ed ha innanzi a sè un grande avvenire il procedimento dovuto al prof. Elihu Thomson presentato dalla *Thomson-Electric Welding Company*, di Boston. Esso consiste nel far passare attraverso ai pezzi da saldare, messi in contatto e convenientemente premuti l'uno contro l'altro, una corrente di grande intensità. Quivi il nodo dell'invenzione e la ragione del successo stanno appunto nell'idea di far servire alla operazione della saldatura elettrica correnti alternative. All'Esposizione si eseguivano le più brillanti esperienze; e davanti ai Membri del Congresso Internazionale degli Elettricisti si saldarono perfettamente, nello spazio di 195 secondi, due sbarre di acciaio del diametro di 6 centimetri, mentre la forza elettromotrice secondaria era di circa mezzo volt, e l'intensità della corrente secondaria raggiungeva il valore di 26000 ampère, e così con una potenza motrice di circa 18 cavalli-vapore.

G. SACHERI.

Fig. 1. — Cangiamento di via con dentiera a tre lamine. — Ferrovia di Bolan-Pass.

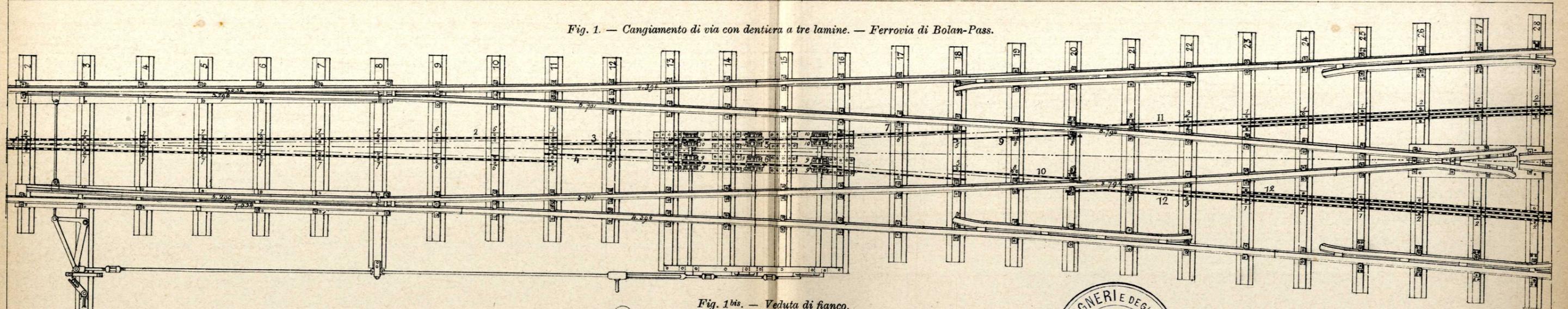


Fig. 1 bis. — Veduta di fianco.

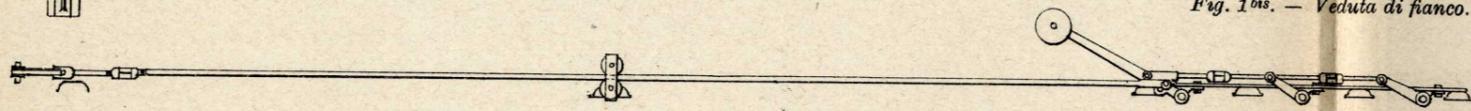


Fig. 2 a 4. — Pezzo d'introduzione sulla ferrovia a dentiera di Bolan-Pass — Scala di 8 mm. per metro.



Fig. 2. — Prospetto longitudinale.

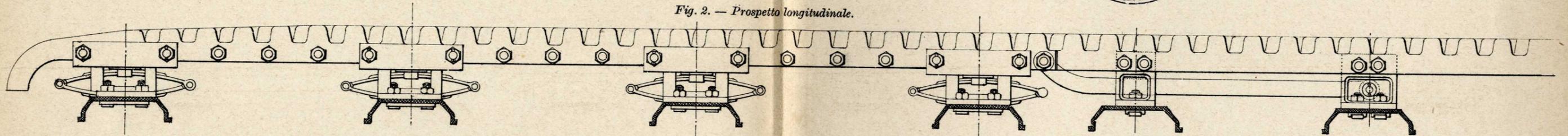


Fig. 3. — Pianta.

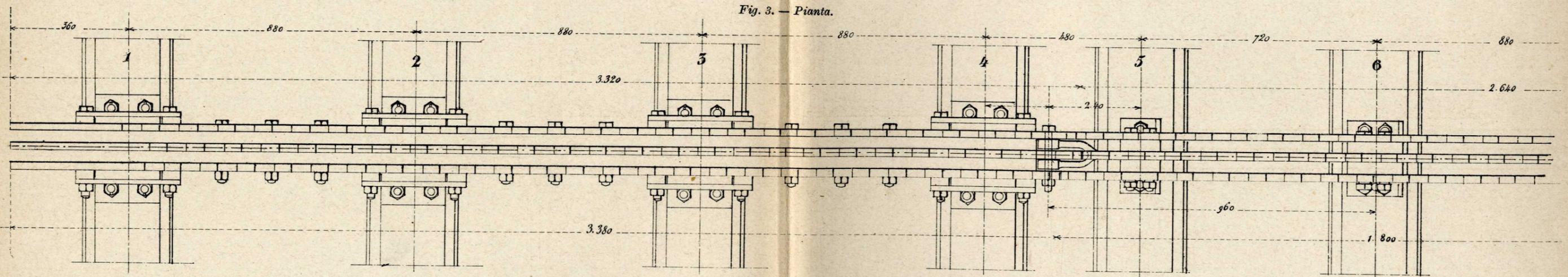


Fig. 4. — Sezioni.



