

G 81

LOCOMOZIONE A VAPORE
POSSIBILITÀ E CONVENIENZA
DI
COSTRUIRE FERROVIE MINORI
IN ITALIA
PER
BALZARETTI GIOVANNI
da Palestro
ALLIEVO DELLA REGIA SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI
IN TORINO

Dissertazione e Tesi
PRESENTATE PER OTTENERE IL DIPLOMA
di Ingegnere laureato

—
1869
—

TORINO.
TIPOGRAFIA FODRATTI, VIA OSPEDALE, 21.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

RESEARCH REPORT

NO. 100

BY

ROBERT OPPENHEIM

AND

ET AL.

CHICAGO, ILLINOIS

1947

UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

1947

1947

UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

A' MIEI GENITORI

AL MIO ZIO MATERNO

AL PROF. SAC. ARIETTI PIETRO

IN SEGNO DI RICONOSCENZA E DI STIMA

Locomozione a vapore

Possibilità e convenienza di costruire ferrovie minori in Italia.



Necessità delle ferrovie secondarie in Italia.

Fra le questioni che presentemente tengono desta l'attenzione delle nazioni civili non ultima per certo si è quella delle ferrovie d'ordine secondario; questione che conta già parecchi anni di vita all'estero, ma che nel nostro paese sorse appena allora che il valente costruttore napoletano Alfredo Cottrau pubblicava un suo opuscolo *sulle ferrovie comunali e provinciali da costrursi in Italia*. Parve che incontrasse favore presso il pubblico non solo, ma anche presso le alte sfere; tanto che un relativo progetto di legge si era già proposto al Parlamento nazionale, quando si dovette lasciar tutto in sospenso, per colpa del tempo (era il 1866) anzi che degli uomini. Tuttavia il Cottrau, forte della bontà della causa che patrocinava non si tenne contento a questi primi tentativi; che anzi con insistenza lodevolissima li riprese, rifece calcoli, modificò, corresse fino a che riuscì a proporre un sistema che, al dire di autorevolissime persone, è, nel suo genere, perfetto. Sgraziatamente, non essendo ancora altro che proposte, i ragionamenti per quanto sian condotti a fil di logica e basati su principii universalmente ammessi, non hanno avuto quella sanzione che solamente una lunga e decisa esperienza può impartire.

Le cose sono in condizioni ben diverse presso le nazioni che ci han preceduto sul cammino della civiltà: la Svezia, la Norvegia, l'Inghilterra, il Belgio, la Prussia, la Francia, contano non poche ferrovie che dal modo con cui furono costrutte o dall'indole loro son dette ferrovie economiche, o d'interesse locale, vicinali.

In origine erano strade munite di regoli di ferro destinate a servir cave e miniere per mezzo di cavalli: diventarono vere ferrovie dal dì che la locomotiva non ebbe più a temer rivali, e si estesero man mano dall'estrema Lapponia fin presso noi, crescendo sempre d'importanza collo svolgersi delle industrie e del commercio. Chè scopo vero di queste ferrovie è di completare i buoni risultati delle grandi linee ferroviarie collo spingere fino al loro punto più estremo le conseguenze di questo potentissimo fattore della civiltà. Di qui subito deriva che l'Italia nostra può, forse più che niun altro paese al mondo, ripromettersi i più lusinghieri effetti dalla loro buona riuscita. Perchè qui avendo il Governo, malgrado la gravissima crisi finanziaria che ci travaglia, trovato modo di disseminar numerose le linee principali, spetta ormai alle provincie ed ai comuni il trar partito dalle favorevolissime condizioni corografiche del suolo italiano. Qui v'ha bisogno di mezzi potenti per fondere e tenere unite in un corpo solo le diverse membra: qui abbondano ricchezze d'ogni sorta che presentemente si possono dire quasi sconosciute a chi non è della provincia o della regione e che debbono diventar quondocchessia comune retaggio e sorgente di reciproci benefizii: qui son regioni floridissime per prodotti naturali e artificiali, i quali soltanto i mezzi di comunicazione moltiplicati e resi adatti alle esigenze de' nuovi tempi possono far conoscere e valere (1): qui l'industria non è accen-

(1) Valga per tutti l'esempio dei marmi. Carrara produce annualmente al giorno d'oggi ben 64,000 tonnellate di marmo, Massa 10,000, Serravezza 20,000, di cui si fa un'assai viva esportazione in Francia ed in Inghilterra: 12,000 tonnellate in media. Cifra bella senza dubbio ma ben lontana dal limite cui potrebbe raggiungere; non già 100,000 ma 700,000 tonnellate di marmo si estrarrebbero se troppo non si trascurassero le strade, elemento indispensabile per quest'industria, e in quella vece numerose ruotaie di ferro serpeggiassero in ogni senso fra quelle doviziose vallate, vera patria del marmo. Quanto non tornerebbero opportunissime le ferrovie economiche! Si pensi che nel solo Carrarese il trasporto della produzione annua al vicino mare costa nientemeno che il quarto della produzione stessa. Qual meraviglia se invece di far di questa la più grande pelle industrie si lasciano abbandonate le centinaia di cave?

trata, e la vita provinciale e comunale per necessità politiche e per tradizione è ancora assai viva nè manca d'una certa iniziativa.

Che più? Abbiamo bisogno di far quattrini, ed utile grandissimo deve venire al nostro paese da un ben inteso sistema di ferrovie minori che influendo sulla prosperità dell'agricoltura, dell'industria e del commercio svilupperà il mercato interno, ecciterà alla produzione e al consumo ed al corrispondente movimento delle persone e delle merci sulle grandi linee. Indi è che scemerebbe di mano in mano il grave peso delle garanzie chilometriche delle ferrovie ordinarie; giacchè è noto come nelle passate concessioni lo Stato stretto dalla necessità dei tempi incalzanti dovette sottostare a patti duri ed onerosi per la pubblica finanza, e come per altra parte gli introiti non furono ancora adeguati alle enormi spese sostenute. Causa principalissima di ciò vuolsi ripetere da che nell'impianto di vie ferrate s'erano avuti fin qui quasi esclusivamente di mira i grandi interessi della nazione. Or bene una grande rete di strade, per quanto si studii di rendere completa, lascia sempre dei bisogni sentiti e non soddisfatti; i quali, come suggerirono già nell'antico sistema di comunicazioni le strade vicinali e comunali per diffondere in ogni angolo delle diverse regioni i vantaggi delle strade primarie, così dovevano ora naturalmente condurci a un modo economico di costruire ed esercitar vie ferrate che, senza negare un frutto conveniente ai tenui capitali spesi, permettano ai centri minori godere dei vantaggi serbati finora a quegli altri che ebber la sorte di essere in vicinanza delle grandi linee ferroviarie. — Forse che ad altro che alla mancanza di diramazioni deve attribuirsi la necessità in cui siamo di rallegrarci, come d'una grande ventura, che le ferrovie nostre, lungi dall'essere quel cespite di pubblica fortuna che sono in altri siti, possano bastare a sè senza che ne patisca l'erario pubblico dannato a coprir del suo *deficit* delle grandi compagnie fino a ricavarne un dato profitto? Cesserebbe questo stato anormale di cose quando si eccitasse in alcuni luoghi, in altri si mantenesse in vita il commercio e l'industria locale e si procurasse alle grandi linee continuo il traffico che loro compete col riunir loro i centri rag-

guardevoli sì per la loro produttività, ma, per ragioni indiscutibili, dimenticati nel tracciamento delle linee principali.

Tronchi principali di ferrovia ne abbiamo molti in Italia, ma sono semplicemente tronchi, che si vorrebbero dotar di organi vitali. Il tempo e le difficoltà che vi si oppongono terrebbero per lungo tempo e forse insolubile per sempre il problema se le nuove linee dovessero costruirsi nel modo che venne generalmente seguito; le soverchie loro esigenze richiedono spese enormi difficilmente ricompensabili dagli introiti, pur nel caso più favorevole d'un grande movimento. *D'ora in poi*, dice il Cottrau, *non possiamo e non dobbiamo costruire che ferrovie economiche.*

Della locomotiva stradale.

Ferrovie; — poichè non è a credersi che possano bandirsi tanto facilmente le ferrovie più o meno economiche, rimanendo padrona del campo la locomotiva stradale che tanto fa parlare di sè a' giorni nostri. Non le faranno ostacolo la polvere e il fango facili a intromettersi fra le sale delle ruote e cui è facile pur anco il porre un rimedio. Ben altre sono le difficoltà a superarsi, fra cui principale è quella di procurarci un motore robusto e insiem leggero, pieghevole, capace di trascinar carichi assai pesanti malgrado le asprezze e le forti numerose pendenze che presentano generalmente le strade ordinarie. Tanto è ciò vero che cotest' applicazione del vapore, la quale si presentò con caratteri tanto seducenti prima pur delle ferrovie, non diede mai risultati soddisfacenti quantunque incessantemente studiata e appena è se di questi tempi è lecito travederne la possibilità. Si venne a capo di far camminar la locomotiva addirittura sulle strade ordinarie, di farle superare le difficoltà naturali del terreno e delle località, a renderla docile e maneggevole quasi al par d'una vettura tirata da cavalli; ed è per ciò che or più che mai, dopo tanti veri progressi fatti, tenta farsi accettare qual conveniente succedaneo ai veicoli ordinarii; — tuttavia pare indubitato che non sarà mai accetta al pubblico per la più potente delle ragioni, la mancanza dell'economia. Infatti, su

una via ferrata perfettamente unita son già grandi le spese per la manutenzione del materiale mobile e fisso; quanto non sarebbero maggiori, anzi enormi in una strada ordinaria che, con tutte le buone condizioni immaginabili, presenta sempre delle ineguaglianze più o meno sentite e numerose? Potrebbero si servir le locomotive stradali ma a patti veramente esiziali. Il tracciato vorrebbe esser pressapoco nelle condizioni delle vie ferrate; e la manutenzione tale da conservare la strada liscia e unita come quella d'una via ferrata, il che tocca quasi i confini dell'impossibile, se pur non è affatto. Non è dunque a meravigliarsi se nessuno potè ancor dimostrare vittoriosamente che la trazione a vapore sulle strade ordinarie sia assolutamente, in ogni caso, più vantaggiosa che la trazione a cavalli, e se invece v'ha chi ha creduto poter dimostrare col corredo di cifre alla mano che, di tutto tenendo ben calcolo, i cavalli costano meno del vapore.

Si leggono può dirsi ogni giorno sui giornali scientifici relazioni d'esperienze stando alle quali le locomotive stradali avrebbero dati risultati soddisfacenti, ma è noto che non bisogna far pieno assegnamento sui risultati di qualche esperienza isolata, in cui non sono mai rappresentate tutte le vere condizioni d'un esercizio normale; peggio poi sulle cifre dei costruttori ricavate in base a calcoli che, a questo riguardo, non sono, e non possono mai riuscire esatti.

Del resto la velocità in tutte queste vantate esperienze è di regola generale diminuita a segno da rendere illusorio il pregio della celerità che va tra i principali della locomozione a vapore. Richiedesi grandissimo potere di vaporizzazione vale a dire un forte consumo di combustibile, ed anche dopo di tutto ciò si constata per lo più impotenza e difficoltà di superare forti continue pendenze.

Sono queste ragioni che fecero già dire a taluno, forse troppo presto, che i tentativi di usar la locomotiva sulle vie carrettiere si dovettero tralasciare tanto in Francia quanto in Inghilterra. No, non si lasciarono; chè anzi una specie di passione pare siasi manifestata nei nostri vicini d'oltr'Alpi tanto che questa specie di locomozione è ufficialmente ammessa dal momento che vi fu emanato

un decreto che fissa le norme da seguirsi per ottenere il permesso della circolazione a vapore. Cosa che a vero dire porterebbe a concludere non altro, se non che il Governo ha riconosciuto l'importanza del problema. — In Inghilterra pure si continuarono tali tentativi, specialmente per parte degli Aveling e Porter e ultimamente di Thompson. I primi costrussero macchine capaci di rimorchiare fino a 81 tonnellate in piano e fino a 60 sulla pendenza del 30 per mille colla velocità di 4 chilometri all'ora, colla strada asciutta e in buono stato di manutenzione, ma quel che più importa, se ne fu riferito il vero, con un leggiero consumo di carbone. Il Thompson poi dicono abbia tolto di mezzo un altro dei difetti rimproverati alle locomotive stradali, la facilità dello scivolamento quando la strada è umida o fangosa; e non con denti o con lastre sporgenti dal cerchione perchè mordano (guastando inevitabilmente il suolo stradale), ma sibbene avvolgendo le ruote della macchina motrice d'una grande fascia di caoutchouc. Sperienze fatte avrebber dimostrato la saggezza di questo provvedimento che (per poco non si direbbe più che un giuocattolo da gabinetto: la macchina avrebbe agevolmente percorso una via inclinata del 120 per mille, e manovrato trascinando un convoglio di carbone lungo ben 27 metri. — Ma, checchè se ne dica o scriva, anche ammesso in via d'ipotesi che si possa caricar di 8 o 9 tonnellate ciascuna sala motrice senza danneggiare la massicciata stradale, pure a questo massimo di peso corrisponde una forza di trazione limitata e inferiore in proporzione a quella sviluppata, a parità di peso, da una locomotiva ordinaria.

Che la locomozione a vapore su strade carreggiabili sia lunga dall'aver deciso la quistione in suo favore coll'offrire una pratica utilità, si dimostra ancora da ciò che Inglesi ed Americani, cui non fa difetto certamente una lunga esperienza, si restringono ad usar la macchina a vapore per vie ordinarie quale macchina di trazione, e con tal nome la indicano sempre, nei cantieri, nei docks, e nei trasporti agricoli ed industriali e ancor fra limiti molto vicini, qual è che sia soddisfatta rigorosamente la condizione della costanza e regolarità del lavoro a farsi. La usano pel trasporto delle merci a piccole distanze con piccole velocità, e specialmente in agri-

coltura perchè la macchina posta a sito si cambia in una vera locomobile. — Sotto quest'aspetto poi è noto che può prestar non poco servizio quando s'adatti a servir di tromba per gli incendi.

Oltre alle ragioni già addotte, altra ve ne ha che ritarderà l'applicazione del vapore alla locomozione sulle vie comuni ed è, chi ben guardi, il pericolo che non avvengano di spesso accidenti disgustosi. Non già che i cavalli, almeno i più dozzinali che in numero maggiore frequentano le vie, non possano soffrir la vista e il rumore inevitabile della locomotiva: ma quali conseguenze non possono produrre un secondo o anche meno d'inavvertenza di chi conduce un veicolo a vapore su una strada carrettiera, sia pur larga quanto si voglia e percorsa con piccola velocità? E chi non sa che più frequenti sarebbero a lamentarsi le catastrofi sulle vie ordinarie se l'istinto della conservazione propria non ispingesse il cavallo a farla sovente da vero direttore della marcia?

Concludiamo con dire che questi mezzi di locomozione benchè ancor lungi dall'aver raggiunto l'apice della perfezione, tuttavia non puossi negare che abbian fatti grandi progressi e non siano suscettibili d'entrar in pratica e rendere grandi servizi. Ma non bisogna illudersi sull'influenza che possono esercitare sugli attuali mezzi di comunicazione, nè tampoco sulla loro importanza rispetto alle ferrovie ordinarie. Le spese non indifferenti di primo acquisto, quelle incessanti di manutenzione, e, le più terribili per noi, quelle d'alimentazione, li renderanno sempre inetti a un buon servizio su strade ordinarie. — Assai meglio possono farsi le comunicazioni ed i trasporti per mezzo delle ferrovie generalmente conosciute sotto il nome di economiche.

Ferrovie minori — come e dove convenga stabilirle — Travaso — Economie nella costruzione.

Or che cosa sono coteste ferrovie tanto vantate, tanto avversate presso quelle nazioni in cui siano poste, per così esprimersi, all'ordine del giorno? — Sono ferrovie *economiche*, se si ha riguardo alle spese d'esercizio e di costruzione, perchè costrutte ed eser-

cite a basso prezzo: — *vicinali o d'interesse locale* se si bada al servizio cui debbono fare: — *complementari* se allo scopo loro che è di procurare il traffico alle grandi linee a quel modo che i ruscelletti dan vita ai fiumi. In una parola sono ferrovie cui ci pare definir bene coll'appellativo di *minori*, soprattutto perchè ci preme distinguerle nettamente da quelle altre ferrovie che vengono dette economiche ma di cui la maggior parte non ha d'economico che il titolo da loro usurpato. Quali si intendono qui partecipano delle ferrovie in quanto che richiedono una via appositamente munita di ruotaie in ferro, su cui il trasporto si fa non altrimenti che sulle ferrovie colla locomotiva. E si dicono *minori* in quanto che vogliono esser costrutte ed esercite con criteri affatto speciali; il loro traffico, per quanto grande, non bastando mai a coprire le spese d'impianto e d'esercizio fatti al modo solito. — Vediamo di giustificicar questa denominazione.

A ragione si rimprovera a noi italiani d'amar troppo il lusso, la splendidezza nelle opere d'arte in fatto di vie ferrate se è vero quel che si disse già, che potremmo contar trecento chilometri di più delle nostre ferrovie se avessimo destinato a quest'uso i danari che ci vollero per le nostre quindici principali stazioni. Però, lasciato a parte il lusso, quanto a ferrovie son tutti d'accordo in ciò che costosissime riescono siffatte vie perchè richiedono grandi sacrifici per la loro esecuzione e per le spese annuali d'esercizio. Che se si potessero diminuir queste e quelli non è egli vero che aumenteremmo d'altrettanto la possibilità di procurarci nuove ferrovie? Orbene quali diminuzioni si possono fare? — Molte e grandissime e ci proveremo di mostrarlo.

Per cominciar dalla costruzione propriamente detta l'economia sarà massima, quando nello studio del profilo longitudinale ci riesca d'evitare i lavori di terra e le opere d'arte, cose queste che in un paese un po' accidentato assorbono la massima parte delle spese.

Serie economie vengono ancora dall'adottare forti pendenze: giacchè, se nel caso più generale non debbono queste varcare un certo limite per non aumentar di troppo il peso della macchina con tutti i danni che ne derivano, pure questo non sarebbe il più serio degli ostacoli quando si credesse bene adottare un sistema di lo-

comozione mista, quello del Cottrau ad esempio, di cui parleremo in seguito e più a lungo. Così facendo, mentre diminuisce la spesa dell'esercizio ne verrebbe la possibilità di far le ruotaie assai più leggiere delle attuali senza temere avvenga quello che già in Francia ed in Germania di dover rifar le vie in cui le ruotaie pesasser meno di 30 kg. per metro di lunghezza. Altra conseguenza immediata sarebbe un notevole risparmio sulla cubatura delle traversine che, dovendo sopportare un peso relativamente debole se paragonansi ai casi di ferrovie ordinarie, potrebbero ridursi non solo nelle dimensioni ma pur nella quantità.

V'ha di più: attualmente le ferrovie fan cessare quasi direi a forza le comunicazioni fra le proprietà che dividono, cagionando spese senza fine di indennità per la separazione, per l'impedito accesso ecc., oltre alla compera della zona occupata. Non è così delle ferrovie minori; la lor costruzione può senza dubbio permettere di torre la massima parte di queste due grosse categorie di spese. Perciocchè quando saran cresciute a un buon numero le comunicazioni ferroviarie andranno necessariamente diminuendo i frutti di quell'immenso capitale che oggidi ci rappresentano le strade carrettiere, non essendo per niente assurdo lo sperare che un di saranno invertite le sorti delle comunicazioni stradali sì che secondarie affatto appaiano quelle linee stradali che or gareggiano d'importanza colle ferrovie. Perchè non si potrà, dovunque imperiose necessità non vi s'oppongano impreteribilmente, stabilire sul corpo delle strade ordinarie una seconda via, distinta dalla prima, senza che questa ne abbia a patir danno, o almeno un danno compensato a usura dai benefizii? — Distinta, ho detto: chè un binario su via carreggiabile con comunità di circolazione presenta gravissimi inconvenienti, che i ragionamenti fan prevedere e l'esperienza dimostrò realmente. Aggiungasi che seguendo l'andamento delle vie carreggiabili, costrutte e qual più qual meno da lunga pezza esercitate, avremmo il miglior tracciato che altri si potrebbe augurare per le ferrovie minori; imperciocchè queste, ritengasi bene, piuttosto che il rettilineo devono cercar la via che tocchi il maggior numero di borgate, d'opifici ecc., per portarne i prodotti poco lungi alla più vicina stazione d'una grande strada ferrata.

Pertanto il nodo della quistione sta nel possibile assegnamento d'una zona delle vie ordinarie per l'esclusivo passaggio dei convogli senza nuocere al movimento dei carri e delle persone (1). Trattando coi comuni interessati allo stabilimento della ferrovia, questi, a peggio andare, mediante una leggiera retribuzione possono concedere l'uso della strada. Che se, quantunque in Italia si stia bene in fatto di strade larghe, bisognerà fare l'acquisto d'una zona d'un qualche metro di larghezza (la via sarebbe come quella a mezza costa cioè ad una sola pendenza, lo scolo operandosi comodamente dalla sola parte opposta al lato occupato dal binario della ferrovia) l'acquisto si fa in buone condizioni, non avvenendo in questo caso frazionamento o interruzione di proprietà: si paga il valore intrinseco della terra e perciò l'espropriazione non è gran cosa. Per questo allargamento di via può bastare un decreto del Prefetto, onde facilità di entrar quasi immediatamente nel possesso: e se si avverte che le indennità si possono regolare come nel servizio vicinale, scorgesi che son necessarie formalità tutte sommarie e semplicissime che non richiedono concessioni, dichiarazioni di pubblica utilità o altre simili noie e lungaggini. Del resto qui si tratta piuttosto d'esercizio che di costruzione, perchè pei vantaggi indiretti che ne ricaveranno lo Stato, le provincie e i comuni non vediamo ragione per cui questi non siano tenuti a somministrare buona parte dei capitali senza pretendere remunerazione di sorta.

Nè si tema che i cavalli abbiano a spaventarsi alla vista o al rumore dell'insolito competitore. È vero che prudenza vuole che non imitiamo in ciò gli Americani, lasciando dappertutto libero il binario; ma per altra parte è vero altresì che anche fra noi non mancano esempi di città in cui i treni vanno liberamente da gran tempo senza dar luogo a lagnanza alcuna. I cavalli finiranno per avvezzarsi, e non ci andrà molto, perchè, sarà piccola la velocità, poco il rumore prodotto. A questo proposito possiamo arrecare un esempio di fatto nella ferrovia Tavaux-Pontésicourt costrutta non è gran tempo dai signori Molinos e Pronnier la quale, oltre a

(1) Veggasi a questo proposito lo studio dei signori Molinos e Pronnier *sur l'utilisation des routes pour l'établissement des chemins de fer économiques.*

certe altre particolarità di cui ci avverrà di parlar più sotto, corre precisamente sopra strade comunali e provinciali e attraversa due borgate senza che si abbiano mai lamentate disgrazie, benchè si facciano sino a 40 treni al giorno.

Altre economie si possono ottenere nella costruzione delle strade ferrate col ridurre la distanza a cui si pongono le ruotaie. Se non che a questo riguardo la cosa non è ancora ben appurata. — V' ha chi crede l' economia prodotta dal restringimento del binario minore di quella che pare a primo aspetto, sicchè se la linea è di facile costruzione non conviene di rompere l'uniformità delle reti ferroviarie. Altri protesta che è di prima necessità pel possibile impianto di ferrovie minori l'attenersi al binario di larghezza normale sì da ricevere quando si voglia e possa il materiale delle grandi linee a cui le piccole devono necessariamente mettere capo. La via ordinaria di 1^m,50 è dunque non solo il caso più generale, ma deve estendersi anche là dove i proventi del traffico o le sovvenzioni il concedono. Tutte le volte poi che ciò non è possibile, anzicchè rinunziare ai vantaggi delle ferrovie sarà bene ricorrere ad un altro spediente, fosse anche quello di ridurre il binario a non misurar più di 0^m,80 da ruotaia a ruotaia. Quando una via a sezione ridotta, diminuendo le spese del trasporto nella ragione di quattro ad uno, avrà sviluppato la produzione, allora sarà possibile rientrare nel caso generale portando il binario alle dimensioni generalmente ammesse.

Quanto al materiale mobile la differenza è notevolissima nei due casi di binario normale o ridotto. Questo importa di necessità anche la riduzione dei veicoli, della zona di terra da occuparsi, epperiò minori spese per l'espropriazione, per i lavori di terra, per le traversine, ecc.

Però così facendo incontrasi una difficoltà gravissima; quella di dover trasportare le merci (non parlasi dei viaggiatori perchè riguardo ad essi non havvi inconveniente alcuno) da un veicolo ad un altro appena che sieno giunte alla stazione di raccordamento delle due linee, la grande e la minore. Onde derivano perdite di tempo, deterioramento delle merci e aumento di prezzo del trasporto con pericolo di sviare il traffico per ricondurlo alle antiche

vie di terra. Difficoltà gravissime davanti alle quali si esita prima di accettare il partito. Nol negano i fautori delle ferrovie a sezione ridotta, che però soggiungono subito che la mancanza di ferrovie è peggior cosa; che vi hanno mezzi potenti di carico e scarico, quali ad esempio le gru a vapore; che si possono usare carri in cui la cassa sia separata dal treno, e che d'altra parte il travaso è largamente ricompensato dalla celerità e facilità del trasporto, e dal diminuito pericolo delle eventualità atmosferiche, tanto più quanto maggiore è la distanza chilometrica da percorrersi in paragone della lentezza dei motori animali sulle vie ordinarie.

Del resto le compagnie tutte hanno caro di tenere quanto più possono il loro materiale sulla propria rete, cosicchè di regola generale il travaso si fa in ragione della distanza da percorrersi. Quand'anche poi ciò non fosse, è certo che come di altre cose, anche in questo si esagera: diffatti che altro succede, se non se quello che si fa tuttodi nei trasporti ordinari? Le merci trasportate alle stazioni di biforcazione vanno scaricate per ricaricarle sui veicoli delle ferrovie. Non hassi dunque veramente ragione di dire che vi ha un travaso di più.

Se non che anche a fronte di tutte queste buone ragioni par migliore la sentenza di coloro i quali credono che il binario non debba, generalmente parlando, differire da quello delle vie attualmente esercitate. Se la linea a sezione normale costerà alcunchè di più almeno in ragione della sua maggior larghezza rispetto alla linea ridotta (e la differenza è di pochi centimetri) col materiale mobile conveniente ad essa maggior larghezza si può ridurre il numero dei convogli giornalieri; quindi le spese di esercizio si fanno assai minori, e nel complesso il risultato può talvolta riuscire più favorevole agli azionisti. Chè quanto ad esercizio insegna l'esperienza, che le linee economiche appaiono quelle a grande scartamento e tanto più quanto maggiore sarà il movimento. Avviene precisamente l'opposto quando si tenga conto dell'interesse del capitale speso; vale a dire, che il guadagno della costruzione compensa le maggiori spese d'esercizio. Ond'è che nei casi pratici bisogna andare ben guardinghi nella scelta del binario; e quando non vi sieno ragioni speciali che facciano preferire l'uno sistema all'altro, dovrassi

per lo meno fare un progetto doppio in cui di tutto si tenga ben calcolo, perchè questo è il modo migliore per vedere da qual parte stia la convenienza. Ma, fatta la scelta, nulla si tralasci che paia promettere un vantaggio economico od amministrativo in tutte le operazioni che riguardano più specialmente la costruzione. — Ad esempio, acconciandosi a costruire la ferrovia su un fianco delle strade ordinarie (occupando secondo i casi di strade di maggiore o minore ampiezza o parte della massiciata ed una banchina, o una banchina e un fosso, o un fosso e una zona dei campi vicini, o parte della scarpa, se la strada è in rialzo, con un poco dei campi vicini) si trarrà il massimo partito delle opere d'arte già esistenti. Se abbastanza larghe, si faranno cedere in parte alla ferrovia, come accadde già di veder fatto presso di noi in qualche occasione. Se piccole, due modi possono tenersi: o lastricarle a dadi di granito con rotaie annegate, e farle comuni per la circolazione tanto dei convogli quanto dei veicoli ordinari. Nel qual caso non avrebbersi a temere disastro alcuno, avvegnacchè essendo decisamente escluso il servizio notturno, il macchinista può, di giorno, rallentare a suo talento il movimento semprechè si trovi in vicinanza di luoghi a passaggio comune, e, quando la linea fosse ingombra, fermare altresì il convoglio quasi istantaneamente. Oppure, chi non credesse ancora guarentita per tal modo la pubblica sicurezza, si possono prolungare le opere d'arte già esistenti tanto da permettere un sufficiente passaggio doppio per le locomotive e pei carri ordinari. Ove poi si dovessero costrurre inevitabilmente opere d'arte, non sarà mai troppa la cura d'evitare spese meno che utili riconducendole ai tipi elementari. Si terrà di vista la economia, non mai la loro bellezza: vorrà essere una lotta energica e costante contro le attrattive del meglio; chè il meglio, dice il proverbio, è nemico del bene.

Riassumo ed indico tutte le principali modificazioni dell'attuale sistema di ferrovia che valgono non che a facilitare, quanto a costruzione, ad assicurare l'esito delle ferrovie secondarie.

Ottenere il terreno gratuito dai comuni o dalle provincie interessate, e, quando ciò non sia possibile, prima di chiedere la con-

cessione della linea, pattuire il prezzo del terreno per non pagarlo più del suo giusto valore.

Impianto sulle vie ordinarie per quanto si può, seguendo il naturale andamento del terreno, sfiorandone le superficie soltanto; giacchè è dimostrato, che la potenza delle locomotive capaci di circolare su ferrovie della inclinazione delle vie carreggiabili può considerarsi come illimitata. È regolata, quanto allo sforzo di trazione, dal numero delle ruote accoppiate, e, quanto alla velocità, dal diametro delle ruote motrici. — Del resto, quanto alle pendenze, se ne è troppo spesso esagerata la influenza. Ci fanno diminuire il peso che può trascinare una macchina di data forza o accrescere la potenza della macchina per trascinare un dato peso e null'altro; onde è che nei due casi non si ha che un aumento di spesa nel combustibile, restando le altre spese sensibilmente le stesse, o crescendo in proporzione relativamente trascurabile. A questo proposito dimostra il signor Cottrau che, nel caso abbastanza sfavorevole di una pendenza continua massima del 35 per mille, il costo del treno chilometrico cresce nel solo rapporto di 8 ad 11 su quello che si avrebbe in pendenze del 5 per mille; aumento che sarà tanto minore quanto sarà minore la estensione totale delle pendenze massime rispetto alla lunghezza totale della linea. Siccome poi i tratti aventi pendenze minori del 10 per mille sono in generale sulle strade ordinarie i sessanta centesimi della lunghezza totale, vorrà dire, che la influenza delle pendenze eccezionali sulle spese di trazione non si dovranno all'incirca che a un terzo della linea. Adunque la rettificazione del profilo puossi ridurre ad un nonnulla, od evitare affatto senzachè però aumentino considerevolmente le spese d'esercizio.

Un solo binario per la massima parte della linea: il doppio binario ridotto al limite minimo possibile nelle stazioni e loro vicinanze.

Ridurre l'altezza del ballast, ed anche, se troppo caro, sopprimerlo del tutto, non dimenticando che nelle ferrovie americane *les lignes ballastées sont l'exception*. Nessuna stazione che possa vestire l'aspetto monumentale. Quelle intermedie si riducano al massimo della semplicità, facendole constare di una sola camera pel servizio, di un semplice vestibolo per le sale d'aspetto, e di

una tettoia per la sosta delle merci, coperta nel modo che si ravvisi più economico. Nessuno marciapiede, ornato o finimento di sorta. Quanto al riparo, il puro necessario; un magro steccato in legno, oppure semplici fili di ferro, se pure tai ripari non si vorranno abolire del tutto, fuorchè nei casi in cui siano indispensabili.

Rotaie più leggiere che si possa compatibilmente col peso del materiale mobile, lunghe per impicciolire il numero delle giunture le quali però si faranno del miglior sistema conosciuto.

Nessuna casa cantoniera, ma semplici casotti pel riparo dei guardiani.

Nessuna tromba idraulica, ma unicamente un tubo di cuoio comunicante all'aperto col serbatoio posto su una colonna vuota metallica o in muratura od altro.

Opere d'arte ridotte a muratura greggia, senza però mancare di solidità e di sicurezza.

Scelta del motore più conveniente — Pendenze — aderenza — locomozione mista.

Quando tutte queste cose siano effettuate, grande, non puoi negare, è l'economia che si potrà ottenere sugli attuali sistemi.

Nè qui sta il tutto. Grandi riduzioni si possono pur fare sulle spese d'esercizio. A questo riguardo l'economia dipende essenzialmente dalla scelta del motore e dalla giusta proporzione dei mezzi di servizio rispetto all'importanza dei trasporti. Egli è perciò che nelle grandi linee, dove ci vogliono macchine pesanti, l'armamento è pesante, costoso, le curve di grande raggio e le pendenze sono tenute entro certi limiti assai ristretti. Per le ferrovie minori l'economia è condizione di vita, e in questo caso la parola economia suona principalmente armamento leggero, di poco costo e perciò motore leggero.

Generalmente in Francia non fecero, finora almeno, buona prova le ferrovie minori, e non poco contribuì il far consistere l'economia nell'acquisto dei terreni limitato per una sola via, nella co-

struzione delle opere d'arte da cui è sbandita l'eleganza senza più. Le cose cominciarono a cambiare d'aspetto solamente quando si modificarono le idee rispetto ai motori. Fu allora che per la linea Vitré-Fougères essendosi adottata la locomotiva Fourquenot, che pesa non più di 15 tonnellate vuota, si poterono ridurre le rotaie a non pesare più di 30 kg. al metro corrente con tutte le conseguenze che ne derivano. Molinos e Pronnier pure adottata la locomotiva Creusot che pesa 6,7 tonnellate vuota e 7,5 carica de' suoi approvvigionamenti discesero fino a rotaie di 13 kg. producendo così una forte economia, la quale aggiunta all'altra assai più rilevante, dipendente dall'aver costruito la ferrovia sulla banchina di vie comunali e vicinali, permise loro di assicurare un comodo e regolare servizio anche sulle inusitate pendenze del 60 e 75 per mille tenendo il costo chilometrico a sole L. 28000, il materiale mobile compreso. Luminosa prova di quanto sviluppo potrebbero avere le ferrovie minori, se le norme che non dubitarono seguire questi celebri ingegneri fossero adottate. — Giova fermarci ancora alquanto sulla scelta del motore.

Niuno ignora che i due più grandi ostacoli che si oppongono a che la locomozione a vapore estenda sempre più i suoi immensi benefici sono le curve e le pendenze. A superarli furono proposti molti sistemi, senza che però siasi ancora risolta appieno la questione. Fra i molti eletti ingegni che intorno ad essa si travagliarono e travagliano tuttora uno dei primi, l'Agudio, ha proposto un sistema, il quale offre una soluzione completa della locomozione sulle più forti pendenze, sistema il cui successo si dee ritenere immancabile, a giudizio delle persone più favorevolmente conosciute in fatto di ferrovie, e migliore del sistema Fell, specialmente pel trasporto delle merci e nel caso di un servizio continuo. Però se questo nostro valente concittadino applicando felicemente alla trazione il principio delle trasmissioni telodinamiche di Hirn risolvette appieno il doppio problema di sopprimere la locomotiva col sostituirvi il suo locomotore funicolare, e di rendere il macchinista tanto padrone del suo convoglio da interrompere a volontà la trasmissione della forza dei motori fissi ai tamburi e alle ruote del locomotore e così presentare eguale, anzi

maggior sicurezza che la locomotiva stessa (condizione indispensabile sulle forti pendenze delle linee di montagna) non iscompagnandola da un effetto utile costantemente maggiore di quello delle locomotive ordinarie ed anche della Fell; bisogna tosto soggiungere che i sistemi di trazione con macchine fisse, benchè tutto concorra a farli credere superiori sotto ogni aspetto alla trazione con locomotive, però non hanno ancora fatto le loro prove, non han cioè funzionato ad esempio per un dato tempo in luoghi in cui sian radunate tutte le condizioni di un esercizio normale in modo da confermare col successo le disposizioni adottate; chè troppo ci corre da un progetto alla sua attuazione, perchè si possa pensare e provvedere a tutto.

Questa cosa ci parve utile a dirsi per escludere l'idea che dopo tanto discorrerne a taluno potrebbe venire di adottare il sistema Agudio per superare le forti pendenze di una gran parte delle strade ordinarie su cui appunto vogliamo stabilire le nostre ferrovie. Pure qualunque sistema di macchine fisse è certamente migliore delle locomotive per una lunga linea in cui si vogliono adottare pendenze e curve tanto da evitare i grandi lavori di terra e le grandi opere d'arte. E la ragione ne è chiarissima; la locomotiva essendo un carico passivo che tutto va a diminuzione del carico utile, mentre al contrario l'effetto utile delle macchine fisse usate per la locomozione è quasi indipendente dalla inclinazione della via. Così nella ferrovia del Cenisio colla pendenza del 77 per mille e colla velocità di 14 chilometri all'ora il peso della macchina Fell supera già quello del convoglio rimorchiato; mentre a parità di forza il locomotore Agudio può trascinare facilmente il triplo di quello che penosamente fa la locomotiva Fell.

Nè migliore sarebbe il sistema di esercitare le ferrovie minori con cavalli. Le grandi spese di primo impianto, il dubbio che si possano con facilità, con tal mezzo di locomozione, superare prolungate pendenze eccezionali fanno subito eliminare l'uso dei cavalli sulle ferrovie. Che anzi la cattiva riuscita della maggior parte delle ferrovie a cavalli devesi, secondo affermano taluni, attribuire più che ad altro alla cattiva scelta del motore.

Non resta che adattarsi alla locomotiva, prezioso motore, la cui

docilità e attitudine all'esercizio più complicato ed attivo sono doti che difficilmente possono ottenersi con un altro sistema. Ma qui pure devesi scegliere; imperocchè quantunque oggimai tutte o quasi tutte le reti di prim'ordine siano fatte in Europa, tuttavia al compimento delle relazioni internazionali mancano ancora alcuni tratti quanto brevi altrettanto e più irti di difficoltà.

Si superarono di già gravi ostacoli, ma la via seguita non fu che una soluzione provvisoria, essendo poco lieto lo spediente delle gallerie difficili spesso, costose sempre e di esito ancora incerto quando siano di notevole lunghezza. Agitandosi dunque ora più che mai vivamente la questione sui mezzi più opportuni per superare le pendenze delle ferrovie di montagna, è naturale che la costruzione della portentosa macchina locomotiva faccia continuamente notevoli progressi, dando luogo a svariati sistemi dovuti più che a mal compreso desiderio di innovazioni a seri studi sul modo di sempre meglio soddisfare i crescenti bisogni della società moderna. Chi però ponga in campo il bisogno di economie forti non può rimaner tanto perplesso sulla scelta del motore; chè i mastodonti e le mostruose macchine Beugnot, Petiet sono ben lungi dall'addirsi con un armamento leggiero. Utilissima tornerebbe per certo la loro potenza, quando si potesse far procedere di pari passo coll'economia dell'alimentazione, della manutenzione e col peso della macchina stessa; benchè non sia da dimenticarsi che col peso della macchina è in istretta relazione l'aderenza. — Non già che questa faccia sì tosto difetto, e se ne debba cercare artificialmente; chè a dimostrare il contrario basta rammentare che la linea Enghien-Montmorency (ramo importante della gran rete del nord di Francia) offre la più audace pendenza conosciuta in Europa, del 45 per mille, in curva di 300 metri di raggio per più di un terzo della sua lunghezza senza ridurre eccessivamente la velocità, che in media serbasi di 25 chilometri all'ora. Il motore usato non ha appositi organi per aderenza artificiale, è semplicemente una locomotiva-tender, sistema Petiet, pesante nell'insieme ma specificamente la più leggiera che si conosca. Precisamente il rovescio di quanto succede colla locomotiva Fell leggerissima nel suo insieme, ma specificamente più pesante di quale è macchina

più gigantesca. L'aderenza della locomotiva Petiet oscillante fra $\frac{1}{6}$ e $\frac{1}{7}$ del peso aderente, o del peso totale della macchina, è sufficientemente costante col bel tempo e colla pioggia, cioè a dire in qualunque condizione atmosferica. — Nè fa mestieri recarsi oltr'Alpi per trovare prove di fatto in favore della locomotiva ordinaria. La rampa del tunnel dei Giovi tra Genova e Torino ha un tratto colla pendenza del 35 per mille superato felicemente da due locomotive accoppiate (sistema Sommeiller) liberamente articolate nel loro mezzo, flessibili e divisibili a piacere, ma agenti come una macchina sola. Anche il tronco Porretta-Pistoia è in condizioni veramente straordinarie di tracciato e di profilo: presenta una serie di pendenze quasi continua con una successione di curve e controcurve di 300 metri di raggio; pure fin dal 1864 è servito abbastanza regolarmente dalla locomotiva-tender Beugnot. E si noti, sempre in favore della locomotiva ordinaria, che questa, a parità di lavoro utile può trascinare un convoglio meno pesante sì, ma con velocità maggiore, cosicchè la somma dei carichi trascinati giorno per giorno su un dato percorso può essere per lo meno eguale a quello rimorchiato della locomotiva Fell. Oltre a ciò l'aderenza, per un dato lavoro di trazione, dipende dalla velocità: maggiore velocità, minor bisogno di trazione, e quindi d'aderenza. Adunque sacrificando la trazione alla velocità, e non la velocità alla trazione, come nella ferrovia Fell, si possono avere i medesimi risultati finali con questa essenziale differenza però, che colla locomotiva ordinaria, per quanto spetta alla aderenza, si superano pendenze fortissime senza rinunciare alla velocità in cui sta riposto uno dei pregi della locomotiva. Cresciamo la velocità e a parità di trazione potremo in proporzione diminuire il peso, epperò anche il rapporto fra il carico passivo e quello utilizzato.

Esclusa così implicitamente la locomotiva Fell dalle ferrovie secondarie non si tema che rifiutandone le ruote orizzontali, fonti d'aderenza, e quel che è più freno potentissimo nel tempo stesso ci abbiamo a privare di quest'organo più che mai indispensabile per ferrovie a forti pendenze. Non avremo freno a ruote, ma nulla osta, che si applichino i moderni freni Newal e Achard, i quali potendo agire simultaneamente sviluppano immane resistenza si

da fermare dopo poche decine di metri un convoglio lanciato colle più grandi velocità che convenga adottare in pratica. In caso di imminente pericolo restano i freni di salvamento, e il contro-vapore, freno dei più potenti per moderare la velocità nelle grandi discese vagheggiato fin dai primi tempi della locomotiva, ma solo reso sicuramente applicabile non è gran tempo dal Lechatelier, freno tanto più pregiato in quanto che è sempre alla portata del macchinista, che a suo grado può regolarne l'efficacia come quegli che perciò non si serve di null'altro che degli stessi organi propulsori della locomotiva.

Quanto all'influire delle pendenze sull'esercizio diremo poi: ora basti d'aver posto in sodo, che l'aderenza non è un ostacolo per adottare forti pendenze. Assai prima dell'aderenza manca la potenza al motore, e noi per le nostre ferrovie vorremmo grande potere vaporizzatorio ed insieme grande flessibilità nelle curve, condizioni che si escludono mutuamente e cui mirano a mettere d'accordo gli sforzi dei moderni costruttori. Per avere grande forza o potenza di vaporizzazione, giacchè l'una cosa dipende dall'altra, ci vogliono macchine robuste, pesanti, e il peso richiesto per cotesta robustezza su una data pendenza basta già per avere l'aderenza richiesta in quel caso. Così spiegasi l'inutilità de' mezzi di aderenza speciale, e il perchè i costruttori alleggeriscono il più che possono le macchine pur cercando di aumentarne il potere vaporizzatorio. Di locomotive informate a questi principii e destinate alle ferrovie minori, aventi lo stesso tipo di quelle che da pezza fanno il servizio delle miniere, si videro da qualche anno in qua esempi non poco interessanti. Hanno di comune colle grandi locomotive null'altro che la forma e gli organi principali: la costruzione ne è assai meno complicata. Sono macchine-tender con ruote di piccolo diametro accoppiate tra loro perchè si possa senza esagerare il peso in ciascuna ruota aver grande aderenza, e con meccanismi relativamente leggeri aver grande potenza di trazione. — Tale si è precisamente la macchina Creusot costrutta per binario ridotto, pesante non più di 7,5 tonnellate quando porta con sè il suo approvvigionamento d'acqua e carbone. Passa facilmente nelle curve di 20 metri di raggio; in pendenze normali rimorchia

un carico variabile da 30 a 45 tonnellate e supera le pendenze più forti che si possano riscontrare su strade ordinarie, utilizzando ancora la metà della sua forza di trazione. È questo bellissimo tipo di macchina che i Molinos e Pronnier adottarono sulla ferrovia tante volte citata come quella che può benissimo scusar di modello per far isvanire certe esitanze: le sue pendenze essendo spinte fino al 75 per mille su una lunghezza di 300 metri, a 60 per la lunghezza di un chilometro, ed essendo le curve in piano del minimo raggio di 30 metri. E dire che questa ferrovia fa un regolare servizio nei mesi di ottobre, novembre, dicembre e gennaio! — Altra macchina d'una potenza grandissima e d'una flessibilità perfetta è quella di Farlie applicata per la prima volta, sulle più forti pendenze annesse, nei possedimenti inglesi dove il governo promuove a tutta possa l'impianto di reti di ferrovie a buon mercato. Funziona da qualche anno sopra una linea che presenta delle curve il cui raggio discende fino a 30 metri.

Tali risultati si ebbero dopo che si lasciò l'inveterata idea secondo cui non puossi impiantare una ferrovia, ed esercitare con norme diverse da quelle generalmente accettate e seguite. Allora solamente fu reso possibile il surrogare i cavalli senza modificare profondamente le condizioni di viabilità già esistenti; allora parve la locomozione a vapore poter cessare d'essere un sistema privilegiato di trazione per discendere quasi al livello delle strade carrozzabili sotto forme veramente economiche. A facilitar questo passaggio vennero in buon punto suggeriti i sistemi di locomozione mista.

Per le pendenze considerate in vista delle spese d'esercizio le ferrovie minori seguono le stesse leggi delle altre; le aggravano cioè d'una quantità certa e facile a calcolarsi. — Quanto poi alle difficoltà d'esercizio si sa che la diminuzione di resistenza, vantaggio caratteristico della locomozione su rotaie rende difficile la trazione sulle vie grandemente inclinate; più precisamente, lo sforzo di trazione in pendenza aumenta di un chilogramma per tonnellata e per millimetro d'inclinazione, cosicchè puossi facilmente giungere a un punto in cui l'aderenza sia insufficiente di fronte alla resistenza del convoglio e allora le ruote della locomo-

tiva scivolano senza progredire. A questo sconcio tentossi già di por rimedio coll'uso delle locomotive-tender, collo spargere della sabbia sulla ruotaia, e più recentemente con organi particolari destinati a crear la necessaria aderenza in altro modo che colla gravità. Per esercitare pressione diversamente che col peso della macchina, si ebbe ricorso a una guida centrale contro cui si spingono per mezzo di molle delle ruote orizzontali. Di queste toccammo più sopra parlando della locomotiva Fell la quale, come è noto, ne fe' prima una felice applicazione alla traversata del Cenisio. Ultimamente la questione venne considerata dal nostro Cottrau sotto altro punto di vista e risolta in modo quanto semplice altrettanto decisivo, almeno entro certi limiti. Avvertendo costui che l'intensità dell'attrito, fra inghiaia e ferro è 4 o 5 volte quella di ferro con ferro, pensò valersi delle ruotaie per diminuire la resistenza del convoglio alla trazione e del piano stradale per aver col peso della locomotiva l'aderenza richiesta per le forti pendenze, e ne derivò un sistema che in sè riunisce contemporaneamente alcuni dei pregi della locomotiva ordinaria e di quella stradale. Come locomotiva stradale posa colle ruote motrici sulla superficie del suolo compreso fra le ruotaie, colle portanti sul binario, della larghezza normale, su cui poi vanno a poggiar tutte indistintamente le ruote dei veicoli. Così dall'un canto l'aderenza non può mai mancare in nessun caso, dall'altro non è accresciuta la resistenza del convoglio, rimanendo essa pari a quella che si verifica sulle ferrovie ordinarie. Ammessa la sensibile prevalenza di questo sistema all'ordinario per le pendenze limiti e per le grandi velocità, la si farebbe tanto maggiore quanto più cresce la pendenza, dimodochè coverrebbe benissimo alle ferrovie minori in cui la pendenza cresce in ragione dell'economia delle spese di costruzione e nel tempo stesso non è richiesta grande velocità. — Se non che temiamo che l'aderenza sia troppa in genere, e troppo il consumo. E se vuolsi diminuire coll'asfaltar la massiciata rinuncieremmo volontariamente all'economia dandoci, per così dire, della zappa in sui piedi.

Se badiamo adunque alla manutenzione che non può certamente riuscir cosa tanto lieve il sistema Cottrau perde alquanto della

sua appariscenza. La quale però resterebbe nella sua integrità quando si volesse adottar pei valichi di montagna, in cui ricercasi più che altrove l'aderenza e si rifugge da profonde modificazioni sull'armamento. Dicasi lo stesso e con più forte ragione di quei casi in cui per la poca importanza del traffico si possano, anzi si debbano adottar piccole velocità.

Di fronte a tutte queste circostanze pare non essere del tutto sconveniente ammettere il sistema Cottrau di locomozione mista nel caso di poco traffico, di fortissime pendenze e di poca velocità, serbando pel caso generale, che avverrà assai più sovente, di pendenze non esagerate, di traffico discreto sempre in relazione coll'indole delle ferrovie minori, di velocità non minore di 20 chilometri all'ora, le macchine analoghe a quelle poco prima accennate. Chè, oltre alle ragioni addotte già in sostegno della sentenza secondo cui non manca l'aderenza mai nei casi comuni, è da ricordare che nelle linee di piccoli convogli e d'armamento leggero l'aderenza è in condizioni più favorevoli di gran lunga che nelle grandi. — Di vero il carico che una locomotiva può trascinare con una data velocità su d'una certa inclinazione dipende da due elementi, trazione ed aderenza, riducibili poi a un solo, un grande potere vaporizzatorio; poichè a crescer la trazione si dee aumentar la robustezza, il peso della macchina e quindi necessariamente l'aderenza. Or tutti sanno che quanto più piccola è una macchina e tanto maggiore è il suo peso specifico, cioè il suo peso ragguagliato alla sua forza. — Se dunque vedemmo non mancar l'aderenza alla locomotiva Fourquenot e Petiet che ad una mole gigantesca riunivano il minor peso specifico che si conosca, non potressi dire altrettanto delle specificamente pesanti locomotive-tender cui vogliamo adottar sulle ferrovie minori?

Non lascerò di finir questo piccolo studio sulla scelta del motore più conveniente per questo genere di ferrovie senza accennar di volo a un altro sistema di locomozione mista, che da qualche tempo e forse a torto menò gran rumore. Voglio dire del sistema immaginato dal signor Larmenjat e applicato in sul principio del 1868 per la lunghezza di 5 chilometri sulla strada carrettiera Montfermeil-Le Raincy percorsi colla velocità di 15 chilometri all'ora

in media, e di 7 ad 8 per un chilometro inclinato del 7 per cento. — Delle quattro ruote della locomotiva due laterali posano sulla strada ordinaria procurando così una grandissima aderenza quant'è quella offerta dall'inghiaziata, e due fatte a gola posano su una ruotaia centrale. La diminuzione del peso resistente la cui massima parte dee gravitar sulla ruotaia centrale è proporzionale al rapporto delle parti di peso caricato sulla ruotaia a quella del peso sulla strada. La locomotiva poi è munita di tre ruote, di cui due motrici sul corpo stradale, la terza posta in sul davanti scorrente sulla ruotaia per dirigere la marcia. — Basta annunciare il principio fondamentale del sistema per vedere come non possa in alcun modo reggere al confronto di quello del Cottrau, assai più logico e conveniente. Questo richiede, è vero, una ruotaia di più, ma in compenso diminuisce realmente la resistenza alla trazione senza togliere l'uniformità di scartamento delle linee grandi e minori, e schivando così le noie tutte del travaso. In quello, al contrario, il vantaggio è più apparente che reale. Di vero puossi egli sempre ripartire il peso come è supposto? La cosa crediamo possibilissima per la locomotiva, ma non così per le ruote laterali dei veicoli; il perchè la sperata diminuzione di resistenza è assai problematica, e non s'avvererà che ad intervalli venendo il carico a gravare ora l'una ora l'altra delle ruote, sicchè si avrà una continua tendenza del convoglio ad oscillare intorno ad un asse parallelo alla ruotaia. Peggio poi nelle curve; le resistenze oscillando fra limiti troppo lontani saranno tutte a danno dello sforzo di trazione. Per il che non è da maravigliarsi che l'esperienza non abbia a confermare le speranze che il progetto ha fatto concepire. E la cosa non può essere altrimenti se s'ha da argomentare da che i giornali mantengono in proposito un assoluto silenzio.

Le macchine ordinarie che vedemmo doversi usare pel caso più generale dell'esercizio delle ferrovie minori sono leggiere e capaci di uno sforzo di trazione massimo determinato, convenendo, anzichè farle forti e pesanti, aumentare il numero dei treni. Con che si eviteranno le obbiezioni di quelli che protestano che queste linee di diramazione non renderanno poi al pubblico tutti i ser-

vizi che se ne ripromette. Perciocchè qui non è questione di velocità, sibbene di facilitare le corrispondenze. Un omnibus che rileghi una stazione ferroviaria ad una vicina città deve fare due viaggi d'andata e di ritorno per ciascun treno. Lo stesso deve potersi dire delle ferrovie minori: per assicurare in egual modo le corrispondenze per ferrovia devono fare un numero doppio di treni di quello delle linee principali, precisamente il contrario di quanto si fa dalle ferrovie minori già in esercizio. Del resto, nel caso disperato di non poter avere numerosi treni, si potrebbe rispondere a costoro che è meglio soddisfare agli interessi commerciali e industriali, anche con mezzi meno che perfetti, anzichè trascurarli. Invece di fermarsi alle città si vada nelle borgate, nei paesi popolosi e ricchi, i quali ebbero la disgrazia di trovarsi lontani da un tronco di via ferrata; e si dica se meglio di pochi treni convenga una sola corrispondenza giornaliera colla più vicina stazione, fatta coi mezzi ordinari, cioè costosa e, che è più, incerta nella brutta stagione. Per loro due soli treni di andata e di ritorno sarebbero un tornare in vita.

Quanto al numero dei treni dovrassi ancora ritenere che nelle curve di piccolo raggio il passaggio richiede un limite massimo di tonnellate pel peso di un convoglio. Infatti per treni ordinari su forti pendenze ci vorrebbero macchine fortissime e pesanti a guisa delle famose americane che girano sì in curve di raggio piccolissimo, ma non utilizzano per l'aderenza che $\frac{2}{3}$ al massimo del loro peso lordo, e quindi in nessun modo sarebbero ammissibili in paesi di combustibile caro, peggio poi sulle nostre linee minori a piccolissimo traffico. — Convieni, per utilizzare tutta la potenza di una macchina, diminuire la velocità (entro un certo limite per non rinunciare alla velocità e perchè non abbia lo sforzo di trazione a vincere il coefficiente di aderenza, producendo lo scivolamento) in ragione inversa delle pendenze da superare. Infatti il lavoro meccanico di cui sarà capace una data macchina varrà in ogni caso il prodotto di due fattori, velocità e sforzo di trazione, vale a dire che teoricamente diminuendo la velocità si aumenta lo sforzo di trazione di essa macchina.

Che se per limitare al minimo le spese di esercizio ci teniamo

paghi di ridurre la velocità entro i limiti ammessi pel servizio delle locomotive stradali, allora, non essendo più questione che di trasportare merci, la forza di trazione della macchina aumentando in ragione della diminuita velocità, può benissimo venir meno l'aderenza naturale ordinaria di ferro con ferro. — Allora può benissimo soccorrere il sistema Cottrau che è senza dubbio il più semplice ed attuabile di quanti sistemi furono proposti onde ottenere una aderenza corrispondente allo sforzo di trazione. Basterebbe constatare che l'aderenza delle ruote sul terreno battuto sia veramente, come egli asserisce, quadrupla di quella sulle rotaie, se pure non vuoi ritenere *a priori* che i risultati ottenuti colle locomotive stradali tolgano perfino il dubbio che l'accoppiamento delle sale produca il medesimo effetto.

Economie nell'esercizio.

Risolta così appieno, per quanto il comportano le nostre forze, la questione della scelta del motore, resta a vedersi se non si possano introdurre nel sistema attuale altre riforme, collo scopo di meglio assicurare il buon esito delle ferrovie minori. — Parci che fonte grandissima di economia si avrebbe qualora si ammettesse per principio, che il combustibile da usarsi non debba cercarsi che fra noi. Non diciamo che si debba usare il legno, come nelle macchine della famosa traversata del Sömmering sulla linea Trieste-Vienna, chè non ne avanza troppo per altri usi più necessari. (1) Sono le torbe, le ligniti, le antraciti che vorremmo vedere usate, come quelle che abbondano nel nostro paese e finora giacciono poco più che ricchezza morta. E valga il vero: perchè si sentiranno sempre fino alla nausea l'eterne querimonie sulla mancanza del combustibile fossile in Italia, e sugli ostacoli creati all'industria dalla carezza del carbone forestiero? E chi ci vieta di imitare la Baviera per esempio che fin dal 1844 applicò la torba al servizio delle locomotive? Certo che dapprincipio cotesta applicazione dovette in-

(1) Da qualche anno si è vantaggiosamente sostituito la lignite di Leoben.

contrare serie difficoltà, ma collo studio e colla perseveranza si perfezionarono i metodi estrattivi del combustibile e si modificarono i focolari delle macchine, onde non è a meravigliarsi degli ottimi risultati ottenuti; chè, è bene si sappia, nel 1846 il consumo di torba era già tale che si abbassò di circa un terzo il prezzo della legna, e nel 1862 le sole ferrovie consumarono ben 400000 metri cubi di torba. E notisi qui di passaggio uno dei vantaggi grandissimi, che potrebbero recare le ferrovie minori al nostro paese. Se le nostre torbiere fossero collegate colla rete principale per mezzo di ferrovie secondarie, non è egli vero che non ci vorrebbe altro che meglio preparare i prodotti (e le migliori macchine impiegate nella estrazione potrebbero anche qui, come già in Baviera, scemarne le spese in proporzione ragguardevolissima) per infondere una subita attività in molte industrie, che ora languono miseramente, o peggio sono irremissibilmente dannate a morire? Vedano i nostri ingegneri quale e quanta parte incomba loro nell'apprestare un meno infelice avvenire al nostro paese. — Ma ritorniamo in argomento non però senza ripetere ancora una volta, che molte fonti sono trascurate di ricchezza naturale, molte industrie estrattive speciali all'Italia o rimangono inattive o sono sfruttate nel modo peggiore. Se la serietà degli studi ed una costante energia nei propositi non fossero troppo soverchiate da vane declamazioni, o sterili rimpianti del passato, i marmi, le calci, lo zolfo, il cotone, i vini potrebbero diventare incomparabilmente più che non lo siano al dì d'oggi oggetto di attivissime industrie e di una grande esportazione. Che se nelle viscere dei nostri monti o giace tuttavia inesplorato o difetta veramente il litantrace, accolgonsi tali e tanti elementi di prosperità che ben si possono contrapporre al ferro ed al carbone fossile di altri paesi. — Per ciò mezzo potentissimo sarebbero queste ferrovie minori; che anzi questo dovrebbe essere loro scopo principale.

Altro cespite non indifferente di economia è da ravvisarsi nell'adozione di veicoli misti a due piani, quali se ne cominciano a vedere anche fra noi. Per tal modo è ridotto considerevolmente il peso morto trascinato, il numero dei veicoli, la lunghezza dei treni, delle officine, delle rimesse ecc., e per altra parte si può aumen-

tare il numero dei viaggiatori per treno, cioè aumentare l'introito, o ciò che è lo stesso, diminuire la spesa; in una parola, aumentare la potenza della ferrovia come mezzo di comunicazione e di trasporto. Carri di tal genere, costrutti in lamine e capaci ben di 84 persone, per la prima volta applicati sulla ferrovia Enghien-Montmorency non tardarono a produrre benefici effetti. Era naturalissimo: poichè mentre nelle carrozze ordinarie il peso morto o passivo è il doppio o il triplo del carico utile, in queste non è che $\frac{1}{3}$ circa, onde l'economia sul costo del trasporto ascende sino al 23 per cento.

Accennato così a tutto che a nostro avviso può assicurare la possibilità di ferrovie minori in Italia, non sono da passar sotto silenzio alcune norme ammesse da quanti s'occuparono di questo argomento, le quali potrebbero recare la loro parte non ispregevole di economia. Queste si possono compendiare in ciò che nelle ferrovie principali i viaggiatori e le merci sono agli ordini dell'amministrazione nell'interesse del pubblico che ne approfitta; nelle ferrovie minori deve succedere il contrario, si devono essere porre a disposizione dei viaggiatori e delle merci. Devono cioè essere perfezionate diligenze più che ferrovie, ciò richiedendo i bisogni cui sono chiamate a soddisfare.

Sbandire dall'esercizio tutto che non è puramente necessario; in prima linea il sovrabbondante e costoso personale addetto all'esercizio, sostituendo in quella vece nelle stazioni principali un solo Capo con i necessari scrivani o contabili, o un agente cui sarebbe meglio interessare nei prodotti della stazione stessa, perchè così costui si terrebbe con sè il numero strettamente necessario di aiutanti e farebbe tutta l'economia possibile per ridurre le spese e sviluppare l'introito lordo.

Nessuno individuo alle fermate; il Capo-treno sia incaricato di ritirare i biglietti di chi scende, e notare chi sale per farli poi pagare durante il tragitto.

Ammettere donne e ragazzi nei passaggi a livello.

Per servire a tutti i bisogni assimilare la marcia dei treni a quella di una diligenza che si ferma a tutte le porte raccogliendo

lungo le vie viaggiatori e merci, essendo qui evitati i pericoli e le noie del fermarsi per via o dell'arrivare in ritardo.

Fare i convogli sempre misti e nel numero puramente necessario, perchè la locomotiva abbia il suo carico completo.

Lasciare che il carico e lo scarico sia a conto degli interessati.

Tenersi a una piccola velocità (non però minore di un certo limite) per evitare un troppo rapido logoramento del materiale, e per fare a meno di tutte le persone che occorrono pel servizio dei treni, e delle stazioni.

Adottare i meccanismi più semplici, spogli di ogni sorta di finimento, anche di forma rozza, del sistema più primitivo.

Vagoni del miglior modello, quali per esempio quelli di cui si fe' parola più sopra.

Locomotive-tender per risparmiare peso e guadagnare aderenza; tanto più che queste linee brevi non richiedono grande provvista d'acqua e combustibile e questa può rinnovarsi frequentemente.

Evitare il servizio di notte, sempre cagione di fortissime spese.

Non provvedere ai casi eccezionali, ma tenersi paghi di un discreto servizio ordinario.

Risparmiare quanto più si può sul *comfort* accordato ai viaggiatori specialmente per ciò che riguarda la larghezza e l'altezza dei posti. L'occhio, la mente avvezzi a scorgere in tutto e per tutto la più stretta economia renderanno assai meno sgradito qua'che manco d'agiatezza.

Pretendere che ogni individuo faccia tutto il lavoro di cui è capace senza distinzione di grado. Purchè vi sia il bisogno, tutti debbono essere eguali dal Capo al più infimo degli inservienti.

Di tratto in tratto lasciare un po' di binario doppio per prendervi o depositarvi carri delle merci, di cui si lascierebbe il carico, lo scarico o agli speditori o ai destinatari o meglio ancora a un commissionario a un tanto per tonnellata.

Risparmiare in sul bel principio tutti i ripari meno che indispensabili o richiesti dalla pubblica sicurezza, liberi di provvedervi quando si possa con degli steccati.

Per le officine delle grandi riparazioni o riferirsi a qualcuna vicina se ve ne ha, oppure impiantarne una nel sito più conveniente.

Le sole stazioni estreme, che saranno sempre le maggiori, abbiano depositi di macchine e le officine delle minute e frequenti riparazioni occorrenti nello esercizio. Tutto quanto in proporzione del numero delle locomotive e dei veicoli.

Evitare che il servizio di trazione e di esercizio passi nelle mani delle grandi compagnie, le quali avendo troppe cose a cui badare non possono curarli quanto si debbe.

Porsi nella condizione delle strade nazionali e provinciali quanto alla sorveglianza governativa. Il corpo del Genio Civile curi solamente che nel loro esercizio non si lesini quanto a solidità e sicurezza.

Esimersi dalle numerose pastoie regolamentari che il più delle volte sono inutili e si riducono a vera noia. Si cerchi la maggior latitudine di esercizio: niun regolamento si opponga a che si effettuino le economie tutte che sono conciliabili colla sicurezza. Nè si abbia timore alcuno; chè il pubblico non è tanto esigente, purchè trovi il suo tornaconto.

Le ferrovie minori devono potersi assimilare a un commerciante, a un industriale, che non ispende se non se costretto dalla necessità o dalla convenienza della spesa; e quando spende, ciò fa in proporzione dei bisogni, non avendo altro di mira che assicurare il successo delle sue imprese. Col tempo si finirà l'opera incominciata: se il traffico è remuneratore a poco a poco la linea fatta in modo direi primitivo si potrà migliorare; in caso contrario, il capitale impiegato non essendo considerevole, la perdita sarà assai limitata, e ad un bisogno si trapianterà il materiale quasi per intero dove si creda più opportuno.

Costo chilometrico delle ferrovie minori.

Ma anche ammesse come possibili tutte queste economie, e le altre prime ricordate le quali più specialmente riguardano la costruzione propriamente detta, quando è che sarà una operazione conveniente l'impianto di una ferrovia minore? — È questo un punto assai controverso.

Alcuni fondandosi sui dati dell'esperienza, credono che bisogni almeno un introito di L. 12000, perchè queste ferrovie siano possibili non senza qualche utile pecuniario. Perchè, dicono essi, ci vorranno per lo meno 400000 lire al chilometro per la costruzione. Il tracciato sfiori pure il suolo sì da ridurre le spese per opere d'arte e lavori di terra a non più di lire 25000; la via, il materiale fisso, le stazioni, le case di guardia costeranno sempre l'egregia somma di L. 45000; le spese dello studio e del personale, i terreni e gli interessi durante la costruzione saliranno a 30000, cioè il primo impianto verrebbe a costare non meno di L. 100000. Il materiale mobile non potendo pel traffico più debole e per piccolissimi treni importare una spesa guari minore di 15000 lire al chilometro, l'entrata brutta chilometrica dovrà coprire anzitutto una prima somma di L. 6325, e poi quella degli interessi del capitale di costruzione senza tener conto delle annuità di rifacimento della via e del materiale mobile. Ci vorrà dunque per lo meno un introito di L. 12000.

Che se trattasi di paesi accidentati le spese di costruzione crescono notevolissimamente, tanto che una ferrovia fatta colla massima economia in paese di montagna verrà a costare L. 160000, materiale mobile compreso, e per coprire le spese necessiterà un introito lordo di 15000 lire. Se costerà L. 200000 ci vorranno almeno L. 18000. — Così ragionano costoro considerando cotali ferrovie minori come una miniatura senza più delle ferrovie ordinarie. Al contrario noi vogliamo che la partita *lavori di terra* scompaia in massima parte dal bilancio preventivo delle spese di costruzione; che lo stesso avvenga in fatto d'opere d'arte, o almeno si riducano queste ad operazioni relativamente insignificanti. Vorremmo cancellare anche la partita che riguarda le spese di studio, perchè studii non si devono veramente fare. Per un ingegnere il quale sarà poi a un tempo l'ingegnere del traffico e dell'esercizio, tutto consisterà nel riconoscere, se la via carrettiera su cui dovrassi impiantare la ferrovia non presenti alcuno svolto o alcuna pendenza eccezionale che richieda inevitabilmente lavori di terra od opere d'arte. Ora chi non vede la differenza che corre fra questi studii, che si possono dire semplici ricognizioni, e gli studi-

di un completo progetto di una via ferrata? — Resterebbe tutta intera la categoria delle spese d'esercizio propriamente detta. Sarà egli possibile apportar qualche semplificazione? Noi crediamo che sì, e a farcene persuasi basti l'osservare che sulle ferrovie scozzesi furono ridotte le spese chilometriche d'esercizio a circa L. 6000, sulle norvegesi fra L. 2300 a 2700; e quella di Zwolle in Olanda L. 4020 al km. e non possono mai superare le L. 6000; sulla linea svedese di Utersberg L. 2400 senza che si possano mai oltrepassare le L. 4000.

Venendo ora a parlare del costo complessivo della costruzione e dell'esercizio di una ferrovia d'ordine secondario, diremo che il Cottrau con discussioni tecniche e con calcoli basati sui dati statistici del costo stradale e di esercizio delle attuali ferrovie per un tratto di 400 km. su cui il movimento annuo sia di 70000 viaggiatori e di 36500 tonnellate fa ascendere l'introito lordo annuo a 7850 lire km. il che rende a suo avviso possibile lo stabilimento d'una via ferrata con un binario normale senza curve minori di 200 metri di raggio e pendenze minori del 20 per cento. Poichè calcola le spese di esercizio per due convogli in ciascun verso a L. 3930 al km., onde facilmente conchiude, restare un introito netto di 3920 lire. Se i comuni e le provincie danno l'argine stradale, si avrebbe il frutto del 7,40 per cento; se no, un sussidio annuo di 2 o 3 mila lire per km., darebbe ancora un interesse del 7 per cento del capitale speso, che sarebbe, secondo lo stesso autore, di 87194 lire. Nel caso che la ferrovia sia solamente di 30 chilometri, suppone il traffico di 30000 viaggiatori e 24000 tonnellate, cioè un prodotto lordo chilometrico di L. 4050 che, dedotte le spese d'esercizio non minori di 3350, si ridurrebbe netto a L. 700, cioè si avrebbe l'1 per cento del capitale valutato a non meno di L. 70000 al km. Colla riduzione del binario a 1^m, 20 e con altre opportune riduzioni crede potersi tener le spese al disotto di L. 2265, avere l'introito netto di L. 1787 al chilometro; cosicchè dato il corpo stradale, la Compagnia imprenditrice spenderebbe L. 30000 circa di impianto e avrebbe l'interesse del 5,83 per cento. Un sussidio di L. 361 darebbe il 7 per cento.

Discende da ultimo al caso più sfavorevole in cui il movimento

sia da 2 a 3 mila lire, e conchiude che la via potrassi esercitare, quando si riduca da 0,80 ad 1 metro il binario, e si impianti totalmente od almeno nella massima parte sulle strade ordinarie esistenti, in modo da potersi costruire con non più di L. 24000 al chilometro.

Poco discordano da questi i calcoli che servirono già di base per un progetto di ferrovia economica sulla strada carrettiera Torino-Orbassano-Giaveno, destinata precipuamente al servizio delle torbiere. La sarebbe lunga 27 chilometri; il binario largo 1^m,40; la pendenza massima di 13 per mille, la curvatura massima di 48^m di raggio; il costo chilometrico fu valutato di L. 48000 (tenuto conto che si dovrebbe costruire circa per un quarto della sua lunghezza totale sul letto del torrente Sangone oltre ad un ponte lungo 43 metri), il prodotto annuo chilometrico di L. 5000. Un sussidio a fondo perduto per parte de' comuni potrebbe assicurare un conveniente interesse.

Accennerò ancora alla proposta che alcuni ingegneri fecero nello scorso settembre di porre una ferrovia economica nella parte meridionale della zona chiusa fra la linea Milano-Monza-Camerlata, e l'altra Milano-Rho-Gallarate-Varese. Adottando il binario di 1^m, e adagiandolo sulla strada carrettiera già esistente, secondo una perizia sommaria fatta, il costo medio non sorpasserebbe le L. 47000 al chilometro. Le spese d'esercizio e di manutenzione sarebbero di 2345 lire al chilometro essendo assai favorevoli le condizioni del terreno. Il movimento ascenderebbe, al loro modo di vedere, a L. 7622; l'introito netto chilometrico a L. 5277, onde è che profitterebbe più dell'11 p. % il capitale che bisognerebbe spendere.

Emerge da questi studii la possibilità della esecuzione di ferrovie economiche che bastino a se oppure richiedano lievi sussidii per parte delle provincie e dei comuni serviti. — Che non sarebbe (e mostrammo la possibilità e la ragionevolezza di questa proposta) quando questi volessero assai più potentemente favorire lo sviluppo di queste ferrovie col permettere l'uso delle strade carreggiabili esistenti? Lungi da noi la pretesa di uno sragionato sussidio governativo; ma un po' di aiuto è lecito pretendere anche dallo Stato; perchè (senza ripeter qui ciò che ci accadrà di notare altrove, vale

a dire che pur egli se ne gioverebbe indirettamente) diminuendo considerevolmente le spese di manutenzione delle vie nazionali e provinciali col diminuir il movimento su di esse, potrebbe non più assicurare un minimo interesse, ma solo concedere premi e incoraggiamenti a moltiplicare sempre più il numero di queste reti secondarie, che sono il mezzo più acconcio per assicurare lo sviluppo del commercio e dell'industria.

Pure la maggior parte delle ferrovie minori finora costrutte pare che d'economico non abbiano che il nome: così quelle tanto decantate dell'Alsazia non coprono nemmeno le vere spese dell'esercizio, e solo si poterono costruire per l'abbondanza dei sussidi ricevuti. Ma a questo proposito giova osservare, che méno qualche particolare insignificante nessun tratto caratteristico di economia si ravvisa su queste linee, tanto è vero che la grande compagnia dell'Est che le esercita non fa differenza alcuna fra questa e le altre sue linee. Un risultato infelicissimo diedero la maggior parte delle ferrovie scozzesi perchè mancano d'introito, quantunque non siasi dimenticato alcun elemento possibile di economia quanto a costruzione e ad esercizio. La linea di Zwolle è ben lungi pur essa dal sopperire agli interessi delle obbligazioni. Quella di Uetersberg così meravigliosamente economica paga appena gli interessi delle obbligazioni. — D'altra parte però non mancano esempi di linee floridissime: tali sono fra le scozzesi quelle di Peebles, Ballater e Leven; quella belga a scartamento ridotto fra Gand e Anversa e una piccola linea ai confini della Lapponia. Tanto sono differenti i risultati non per altro se non perchè alle prime manca l'introito od è eccessivamente piccolo (L. 7500 al km. in Alsazia contro una spesa chilometrica di costruzione di L. 417000: di 5 o 6000 nella Scozia; di 7000 contro l'enorme somma di 230000 lire nella linea di Zwolle): non così delle seconde di cui è cospicuo l'introito, giungendo nella citata linea lapponese fino a L. 13500.

Dobbiamo confessare che non manca chi vorrebbe rettificare le idee che si vanno spargendo, secondo le quali si possono costruire strade ferrate a buon mercato nei luoghi accidentati, farvi circolare locomotive con successo e superare delle grandi pendenze e delle curve di piccol raggio, e raccogliervi tanto traffico

da compensar le spese. — Chi crede fermamente che la maggior parte dei progetti che si fanno oggidì non si possono mandare ad effetto senza una grandissima sovvenzione governativa; essendochè nella valutazione di un progetto di ferrovia non si tien mai conto abbastanza delle spese tutte dell'impianto e dell'amministrazione mentre si esagerano quasi sempre i risultati dell'esercizio riguardo ai viaggiatori ed alle merci. Le grandi vie ferrate sono immense arterie di circolazione e recano vantaggi superiori alle previsioni fatte, ma e che perciò? Ne conseguita forse che risultato analogo si possa ottenere nell'esercizio delle ferrovie minori? Per quante economie si facciano, saran sempre ragguardevoli le spese d'esercizio, come quelle che non si possono ridurre a meno di 8000 lire al km. Dunque per coprire l'interesse delle spese di costruzione e d'esercizio che montano a non meno di L. 480000 ci vuole almeno un reddito di L. 48000. E l'esperienza e la statistica ci dicono troppo chiaro che questo non è a sperarsi.

Belle e buone ragioni certamente a cui però possiamo rispondere vittoriosamente con cifre alla mano. Infatti Molinos e Pronnier nella ferrovia tante volte citata giunsero a superare pendenze del 75 per mille su 300 metri, e curve del raggio di 30 metri senza oltrepassare le 28000 lire al km. La ferrovia a sezione ridotta, che congiunge la valle di Bröl con quelle di Sieg, vicino a Colonia lunga 22 km. con curve di 38 metri di raggio e pendenze di $\frac{1}{80}$ costò ancor meno delle precedenti, L. 25250 al km. La linea di Uttersberg colle costruzioni in legno costò 30085 al km., compreso sempre il materiale mobile.

Onde mai adunque tanta differenza? Gli è che in queste ultime linee si lasciò di copiare il sistema di ferrovie finora in voga; ed in quella vece si seguirono strettamente le norme di ben intesa economia, che abbiamo tentato di dimostrare possibili.

Esecuzione ed amministrazione.

Altro argomento che farsi valere dagli avversari delle ferrovie minori sta in ciò che l'amministrazione delle piccole compagnie è più onerosa che quella delle grandi, il perchè non si potranno mai costruire ferrovie a buon mercato per mezzo di società locali nei siti in cui si vuole una rete secondaria o si vuol pagare in gran parte colle proprie risorse. — Rispondiamo che questo è vero, e che lo sarà sempre finchè si continuerà a tenere un brillante stato maggiore di alti e bassi impiegati, perchè non è punto a dubitare che le medesime cause non producano i medesimi effetti. Ma pottrassi dire altrettanto quando l'amministrazione sia lasciata in mano alle persone che hanno il maggior interesse al buon andamento della società, o come fabbricanti o come azionisti principali? e si tengano ben lungi dall'essere, come succede non di rado, amministratori e ad un tempo parte interessata nei contratti degli approvvigionamenti e dei lavori? Quando i capostazione invece di stare tuttodi a salutare i convogli che vanno e vengono si convertano all'uopo in laboriosi operai, pronti a dar mano a questo e a quello nell'interesse del servizio?

Abbiamo poi già risposto a quegli altri, i quali dicono che le spese di costruzione e di esercizio sono troppo considerevoli, perchè malgrado i grandi vantaggi che presentano queste nuove vie si possano moltiplicare indefinitamente come pur si vorrebbe, sostituendosi in qualche modo alle vie ordinarie.

Il signor Biglia, incaricato di studiare le ferrovie economiche di Europa, nella sua relazione al ministro dei lavori pubblici afferma che delle linee da lui studiate, supposte trasferite presso di noi, ossia qui costrutte ed esercite secondo i più stretti principii economici potrebbero dare l'interesse del 6 % quelle soltanto di cui l'introito superi le 10000 lire. Con un introito inferiore nessuna linea può sopportare le spese di due grossi treni al giorno almeno; e nel caso estremo in cui bastassero al servizio due di questi treni, se non si riscuotono almeno 8100 lire al km., nemmeno un sì modesto servizio è possibile senza rinunciare a un modico provento.

In qualche caso eccezionale l'introito di L. 7200 basterebbe a produrre il 6 p. $\%$. — Aggiunge il medesimo ingegnere, che una linea a scartamento ordinario costrutta a mo' di quella svedese di Uttersberg non può costare in Italia più di 70000 lire: sul fare di quella di Uddewalla sta probabilmente sulle lire 90000, ed una linea ridotta a 0^m, 61 di binario con curve di 80 metri di raggio può costruirsi con 50000 lire in terreno estremamente difficile. Le spese poi per un traffico di due piccoli treni al giorno, minimo ragionevole presumibile in una linea a materiali solidi e durativi, ove la pendenza massima sia del 10 p. $\frac{00}{00}$ e non troppo frequenti si possono tenere entro 4000 lire annue; cifra cui crede pressapoco indipendente dallo scartamento, giacchè gli è solo col crescere del traffico e del numero dei treni che le spese di esercizio di una linea ridotta crescono rispetto a quelle di una linea ordinaria. — Alle 4000 lire di esercizio aggiungendo l'interesse del 6 p. $\%$ sul capitale della linea più economica risulta necessario un provento superiore a lire 7200 al km. per poter costruire una strada per il servizio pubblico di persone e di merci qualunque sia lo scartamento, o qualunque economia si studi di apportare nella costruzione e nell'esercizio. Queste non bastano se non nel caso che la costruzione sia delle più facili, e l'esercizio si limiti a due treni mentre nei casi medii ed ordinari non si potrà contare su di una spesa non minore di L. 75000, ciò che eleva l'introito a 8500 lire per dare il 6 p. $\%$. Se questo manca ci vuole un sussidio.

Da queste considerazioni che chiudono la bella relazione citata molte e gravi conseguenze si possono dedurre in favore della tesi che ci sforziamo di sostenere: la possibilità di costruire ferrovie minori in Italia. Scegliamo fra le tante quest'una, che parci capitale e decisiva; ed è che, se nei casi medii ed ordinari si dovrà contare su di una spesa non minore di 75000 lire al km. niuno potrà certamente tacciare di esagerazione i calcoli del Cottrau, che nel caso più sfavorevole di una ferrovia economica con larghezza normale di binario col servizio di quattro treni al giorno, cioè due per ciascun verso, fa ascendere le spese di primo impianto ad un totale di L. 87194. Or bene togliendone ben 34300 richieste per la sola piattaforma stradale restano 52894, che ne richiederebbero non

più di 3173 per somministrare il sei per cento del capitale speso. Se adunque col medesimo Cotrau riteniamo l'introito lordo ammontare a 7550 lire al chilometro, e quello netto a 3920 lire, non è egli vero che la speculazione non sarebbe sconveniente?

Indicherò fra poco i criteri che gioveranno a far riconoscere profittevole la costruzione di una ferrovia minore. Intanto ricordiamoci che l'esperienza ne fa accorti non convenire il mettersi nelle mani di grossi capitalisti, i quali estranei alle provincie interessate nello impianto di una ferrovia, non crederebbero certamente utile un tale impiego del loro danaro senza riceverne un enorme tasso di interesse. Tutto deve farsi da società locali, da consorzi dei comuni, perchè questi anche accontentandosi di un modico interesse hanno il loro tornaconto, venendo risarciti sicuramente ad usura di questo debole interesse dall'aumento, che prenderebbero i loro terreni, le loro industrie, quando si aprisse loro uno sbocco.

Ma in Italia benchè sia lecito sperare in un avvenire di crescente iniziativa, pure, non giova il nascondere, si è ancora troppo diffidenti per impegnare capitali in opere od imprese industriali. Gli è questo un ostacolo gravissimo a cui non sapremmo meglio provvedere che per mezzo di consorzi dei comuni interessati. Questi contraggono all'uopo un prestito che non superi l'intera somma preventivamente calcolata in tutti i suoi particolari, che anzi non la raggiungerà nemmeno dovendo certamente venire in aiuto e provincie e governo. — Invero se le ferrovie minori sono generalmente di interesse locale, epperchè se ne devono sostenere le spese principali da chi ne risente immediatamente il beneficio, pure la loro costruzione aumentando la ricchezza generale non è da porsi in dubbio, che provincie e governo non vengano a fruirne indirettamente. Assicurato in tal modo il danaro necessario per la costruzione, una società concessionaria dia subito mano ai lavori e li prosegua ricevendone il prezzo dal consorzio a misura che si vedono eseguiti, finchè al loro terminare la società ne sia totalmente soddisfatta. Allora comincerà l'esercizio sotto la sorveglianza del consorzio stesso. A cui per altro spetta non solo l'erogare l'introito netto e soddisfare gli interessi e le quote di ammortizzamento,

ma anche supplire alle deficienze, nel caso prevedibile che queste s'avverassero nei primi anni dell'esercizio. Nè si tema; queste sarebbero largamente compensate dal di che cominciasse l'esercizio normale fino al termine fissato per l'ammortizzamento. Dopo di che i vantaggi crescerebbero sempre più restando il reddito a quasi totale beneficio dei comuni, perchè la società concessionaria che fin qui non avrebbe percepito utile alcuno dell'esercizio, quando i redditi non avessero potuto superare le spese degli interessi e dell'ammortizzamento, giustizia vuole che partecipi agli utili appena ci siano. Seguendo queste norme si ottiene la massima semplicità nella amministrazione, e il minimo aggravio per parte dei comuni. L'ingerenza diretta del consorzio permette tutte le facilitazioni in favore del pubblico, e garantisce un esito sicuro ai loro reclami. L'azione direttrice dell'autorità provinciale nello svolgersi della operazione sarebbe una valida garanzia, perchè questa proceda nel modo migliore.

Va senza dirlo che nello studio del materiale fisso e mobile, nella costruzione e nell'esercizio di questa ferrovia si hanno a seguire rigorosamente le norme indicate più sopra per ridurre le spese abbassando l'esercizio al livello del traffico.

Quando convenga costruire una ferrovia minore — movimento probabile.

Resta a trattarsi un punto essenziale: il decidere quando convenga o meno la costruzione di una progettata ferrovia, per far le cose ponderatamente con fondata speranza di buon successo. Premettiamo che nel calcolo e nell'apprezzamento delle spese d'ogni sorta che importano l'esecuzione e l'esercizio di una nuova linea di ferrovie minori è da ricordarsi bene, che supremo criterio quello si è di poter fare i trasporti a prezzo minore di quello richiedono gli ordinari mezzi di comunicazione. Imperocchè le spese considerevoli sono un ostacolo ad abbassar la tariffa, ed è sempre da temersi che la nuova ferrovia costretta a raccogliere il traffico locale e servire uno spazio piccolissimo, non possa sostenere la con-

correnza delle vie ordinarie carrettiere. Ritengasi adunque che la debolezza del rendimento va considerata come cosa certa, tanto che, come s'è visto, le ferrovie ancorchè fatte colla massima parsimonia pure non possono a meno di riuscire una cattiva speculazione pecuniaria, se lor manca il movimento. Indi è che somma è la necessità di valutare in modo soddisfacente l'introito, base di ogni ferrovia. Ma, vedi contraddizione: questa stima quanto necessaria altrettanto parve fin qui di una biasimevole incertezza. D'ordinario è tutta basata sopra calcoli fatti per conoscere la frequentazione delle vie ordinarie precedenti l'esecuzione della ferrovia. Or chi ebbe mai ad occuparsi di siffatte cose non può ignorare come limitandosi ad applicare alle ferrovie il movimento dei viaggiatori e delle merci che ha veramente luogo prima del loro stabilimento, si ha un prodotto che non paga certamente le spese di trazione. Soccorre l'esperienza dimostrandoci che la sostituzione delle ferrovie alle antiche vie di comunicazione aumenta in generale il movimento esistente in un rapporto considerevole, constatato in Francia ed in Inghilterra da 4 a 15 e dal doppio al sestuplo per le merci. Il perchè dopo avere penosamente accumulati dati statistici per determinare il movimento esistente (senza dire che la scelta dei giorni considerati e dei siti in cui assumere i dati influiscono troppo) siamo costretti ad applicare arbitrariamente un coefficiente per avere un traffico remuneratore: onde è che troppo variando la interpretazione delle cifre ricavate il traffico probabile si stima, per così dire, ad occhio. Eppure codesto traffico, come quasi tutti i fenomeni della vita sociale, deve obbedire a leggi come a dire costanti, cui sarebbe bene ricavare in base a risultati sperimentali.

In mancanza di metodi migliori, giova una semplice formola che faccia vedere, se dato un paese ricco o industriale o popoloso si può sempre stabilire una ferrovia con isperanza di buon successo, purchè si costruisca e si eserciti economicamente.

A questa formola conduce il principio, che in paesi analoghi il movimento è proporzionale alla popolazione e alla produzione su una zona di pochi chilometri. Puesti elementi, che si possono facilmente rinvenire nelle statistiche generali, permettono di porre

due proporzioni che darebbero direttamente il prodotto probabile in viaggiatori e merci. — Questo metodo venne in realtà applicato a ferrovie già esistenti, ed i risultati ottenuti furono abbastanza prossimi al vero. Migliori è lecito sperarne dall'altro principio, secondo cui si paragonano i risultati delle spese di esercizio di una ferrovia costruita ed esercita da più anni coi risultati dedotti dai conti fatti prima che s'avesse la strada ferrata sulle vie che per tal modo vennero surrogate. Lavoro fattibile per più di un tronco di diramazione, anzi per tutti, giacchè non havvi motivo per cui calcoli presuntivi per una data regione non si possano paragonare ai calcoli dedotti dai resoconti delle compagnie delle strade ferrate, e riferentisi a regioni somiglianti in tutto a quella studiata. È questo metodo, dovuto al francese Michel, senza dubbio il migliore di quanti vennero fin ora proposti per valutare con sufficiente esattezza il traffico probabile di una ferrovia da costruirsi. Vediamo in che consista, quali ne siano i risultati, e quali conseguenze se ne possano dedurre.

Il problema di determinare il movimento probabile di una ferrovia minore da costruirsi può ridursi al caso di una ferrovia destinata a servire una regione agricola, perchè il movimento dovuto ad una industria speciale non può sfuggire alle investigazioni, onde conoscendosi con grande approssimazione la cifra dei trasporti cui danno luogo questi stabilimenti, riesce assai facile tenerne conto dappoi. Trattasi dunque di valutare semplicemente il traffico locale ridotto così al movimento dei viaggiatori, alla esportazione dei prodotti ed alla importazione di ciò che è richiesto per l'alimentazione degli abitanti e per la trasformazione dei prodotti, il quale si può dire *a priori* e l'esperienza il conferma, dipende quasi esclusivamente dalla cifra della popolazione con cui serba un rapporto variabile bensì coll' indole e colle abitudini degli abitanti e colla natura dei lavori, ma pressapoco costante d'anno in anno in uno stesso luogo. Qual cosa adunque più facile che lo studiar bene una ferrovia in siti ben precisati, paragonar le cifre del traffico, che vi si riscontra con quella della popolazione, e così determinare un coefficiente per valutare il traffico probabile di una linea progettata in una regione analoga? — Circostanze proprio identiche

non esistono in natura fra sito e sito, epperò i risultati a cui si giungerà per tal via non saranno i veri, ma prendendo delle medie si può quasi dire di non commettere gravi errori. Or come determinare la cifra della popolazione interessata all'esecuzione di una ferrovia? Badisi che non è il caso di pretendere una esattezza rigorosa, e che basta prendere come caratteristica della popolazione il numero degli abitanti dei centri principali, cioè a dire di quei paesi in cui gli interessi comuni, le facili e opportune comunicazioni, la fertilità del territorio, hanno prodotto una agglomerazione speciale di abitanti. Siccome poi risulta dagli indicatori delle ferrovie che la distanza media fra questi centri corrisponde precisamente a quella fra le stazioni di una ferrovia, così siamo naturalmente condotti a rintracciare il rapporto fra gli abitanti di una stazione e il numero dei viaggiatori e delle tonnellate di merci, che passano per essa; cifre tutte che con grande esattezza ci sono somministrate annualmente dai resoconti delle compagnie. Cosicchè la determinazione del traffico probabile di una data linea si avrà, quando si sia trovata qualche concordanza nel loro rapporto col numero degli abitanti. A questo scopo il Michel paragonò per le stazioni delle ferrovie francesi il numero degli abitanti, quello dei viaggiatori (eguale tanto alla partenza quanto all'arrivo) e la metà della somma delle merci spedite e ricevute in ogni stazione, perchè la cifra degli arrivi differisce spesso di non poco da quella delle spedizioni in un dato luogo. Escluse: 1° le grandi stazioni a cui mettono capo più tronchi di ferrovie, e in cui il transito e le riespedizioni produrrebbero confusione; 2° le stazioni il cui movimento debbesi a vicine miniere o ad industrie importanti; 3° le vicinanze delle grandi città in cui il numero dei viaggiatori piuttostochè al movimento locale è dovuto alle vicine città; 4° i paesi che contano meno di mille abitanti, perchè le loro stazioni dovute a centri più importanti e vicini non rappresentano la caratteristica della popolazione e i risultati potrebbero alterare le medie da stabilirsi. Questo studio limitò a tutte le linee esercitate da qualche anno, essendo noto che il traffico non si svolge completamente in sul principio dell'esercizio, e ne dedusse che *il rapporto fra i viaggiatori ed il numero degli abitanti di una stazione in*

media generale è 6,5; che i limiti 4 e 9 fra cui oscilla non sono varcati se non per cause eccezionali. Dimodochè adottando la media di 6,5 viaggiatori per abitante si può apprezzare il movimento di una linea progettata senza fare l'errore di $\frac{1}{3}$ in più od in meno. Quanto al movimento delle merci la media generale ne fu trovata di 2,1 tonnellate per abitante, i limiti estremi essendo 1,4 e 3; cosicchè, come pei viaggiatori, non si commette l'errore di $\frac{1}{3}$ in più od in meno calcolando il traffico delle merci dietro la cifra degli abitanti delle stazioni coll'applicare la proporzione media ricavata per tutta la Francia.

S'ammetta ora, ciò che è pienamente conforme al vero, che l'andare e il venire dei viaggiatori e delle merci che circolano in una diramazione di ferrovie abbia per obbiettivo la linea principale a cui fa capo la ferrovia minore, e allora il percorso reale su di questa sarà il prodotto della cifra delle spedizioni di ciascuna stazione per la sua distanza da quella di raccordamento delle due linee. Basterà dunque sommare i prodotti parziali, dividerne la somma per la lunghezza totale, e ripetere una seconda volta questa operazione per gli arrivi che faran lo stesso percorso benchè in senso inverso per avere il traffico chilometrico

$$T = \frac{2 \sum (v + t) d}{l};$$

essendo v il numero dei viaggiatori, t la metà somma delle tonnellate spedite e ricevute da ciascuna stazione, d la distanza della stazione dall'origine della ferrovia minore, l la lunghezza totale di questa, \sum la somma dei prodotti del traffico per la distanza. E siccome per quello che si è detto

$$v = m p$$

$$t = n p$$

$$T = 2 \frac{(m + n) \sum p d}{l}.$$

Supponendo la popolazione concentrata nel centro di gravità della linea, la cui distanza dall'origine della diramazione è

$$\frac{\sum p d}{\sum p},$$

se diciamo g questa frazione della lunghezza totale avremo successivamente

$$\sum p d = g l \sum p$$

$$T = 2 g (m + n) \sum p$$

Sarebbe $g = \frac{1}{2}$ se la popolazione fosse uniformemente ripartita, ma come la ferrovia minore mette sempre capo a uno dei centri più importanti della regione che percorre così varrà ordinariamente $\frac{2}{3}$ o $\frac{4}{5}$. Senza tante sottigliezze si può tener $g = \frac{2}{3}$ e allora

$$T = \frac{2}{3} 2 (m + n) \sum p .$$

Avendo già determinato m ed n basta cercar il valor di $\sum p$ per aver risoluto il problema. — Dopo le cose dette facilmente si può valutare l'introito chilometrico, bastando applicare i prezzi dell'esercizio a ciascun viaggiatore e a ciascuna tonnellata di merci per chilometro. Supponiamo che per far buona concorrenza alle vetture non si possa crescere la tariffa oltre L. 0,05 per viaggiatore e 0,0615 per tonnellata ed avremo il prodotto lordo chilometrico locale espresso in generale da

$$K = g \sum p (0,10 m + 0,12 n)$$

e poi successivamente

in media generale	$m = 6,5$	$n = 2,10$	$g = \frac{2}{3}$	$K_1 = 0,60 \geq p$
per una regione industriale e ricca . . .	» 7,5	» 2,10	»	$K_2 = 0,66 \geq p$
per una regione agricola	» 5,5	» 1,50	»	$K_3 = 0,50 \geq p$
per un paese esclusivamente vinicolo . . .	» 6,5	» 3	»	$K_4 = 0,66 \geq p$

Chi dunque intenda costruire una ferrovia lunga fra 40 e 50 chilometri in un paese che presentemente ne è privo e che conta 6 od 8 centri di popolazione sufficienti per stabilirvi delle stazioni può senza tema di far un errore maggiore di $\frac{1}{3}$ in più od in meno affermar che *ciascun abitante darà luogo a un introito medio di L. 0,60 per anno e per chilometro*, libero quando il voglia di ridurre a proporzione minore l'errore badando alla contrada che vuolsi dotare d'una ferrovia minore e riportandosi a una linea che abbia la massima analogia con quella progettata. — Ma non si dimentichi che l'introito calcolato non è quello che si ha immediatamente, ma quello che si avrà dopo un 8 o 10 anni d'esercizio cioè quando questo avrà raggiunto il suo sviluppo normale.

Questa formola applicata a linee francesi e svizzere già esistenti da 4 anni al massimo diede un risultato un po' maggiore di quello veramente constatato sperimentalmente, e fe' vedere che non vale più se non si tratta d'una ferrovia minore o d'una diramazione di una discreta lunghezza. — Ma v' ha un margine forte nell'aumento che senza dubbio proveranno gl'introiti dopo alcuni anni d'esercizio. Di guisa che è lecito conchiudere che conduce ad una cifra del probabile rendimento abbastanza soddisfacente.

È da affrettare il momento in cui analoghi studi si possano fare su ferrovie minori perchè, sebbene con ragione siansi eliminate le cause producenti eccedenza quando trattavasi di fare una media per le ferrovie che debbono avere un traffico locale analogo solo a quello delle stazioni secondarie delle grandi reti, tuttavia è certo

che questo divario fra il traffico reale e il teorico è in gran parte dovuto a ciò che il valore dei coefficienti m ed n risulta da studii fatti su grandi linee, d'un transito considerevole, aventi l'attrazione di trasporti a grandi distanze, il che non s'avvererà giammai nelle ferrovie minori.

Come si fisseranno le quote di sussidio.

Porrò fine a questo lavoro indicando il come vuole fissarsi la quota del sussidio, quando questo sia necessario per parte dei comuni e delle provincie interessate. Alcuni la vogliono fissata in proporzione delle difficoltà di costruzione e del valore del traffico della linea. Propongono perciò di prendere per base della sovvenzione chilometrica da accordarsi la spesa necessaria per aver la piattaforma stradale accresciuta o diminuita d'una somma variabile col *deficit* o col dividendo dell'esercizio presunto. Alcuni altri vorrebbero che pei paesi poco ricchi o già gravati da centesimi addizionali il sussidio vestisse la forma d'imposta indiretta, da pagarsi a piccole rate, quasi senz'accorgersene e tanto più da chi più fosse in grado di usar della ferrovia. Propongono costoro l'aumento temporario delle tariffe ordinarie delle ferrovie in modo però da lasciare ancora un vantaggio alla ferrovia economica per assicurarle il trasporto dei viaggiatori e delle merci. Provvedimento certo migliore di quello prima suggerito; giacchè una fortissima sovvenzione con basse tariffe imporrebbe ai comuni carichi lunghi e gravosi, difficilmente accettabili, i quali perciò aggiornerebbero indefinitamente l'esecuzione di queste ferrovie complementari. Tanto più che nel Belgio l'abbassamento delle tariffe fe' mala prova. -- Più ragionevole dei precedenti parrebbe il metodo di fissar la quota di sovvenzione proporzionale alla quota dell'utilità che riceveranno le popolazioni nel trasporto delle merci e dei viaggiatori, quota però che non può fissarsi che in base a congetture, come quella che va stimata considerando non solo l'economia delle spese del trasporto per via carrozzabile, ma anche l'economia del tempo

e la soddisfazione reale d'un trasporto facile, comodo e sicuro. È facile calcolare l'economia veramente realizzata sulle spese di trasporto per tutte le unità di traffico, viaggiatori e merci che circolarono sulle vie carrettiere prima che esistesse la strada ferrata; ma abbiám già osservato che questo traffico è sempre minore di quello che è veramente alcuni anni dopo. Gli è dunque giusto calcolare l'aumento di ricchezza sociale dalla differenza tra il prezzo di trasporto per ferrovia e quello che si pagherebbe sulle vie ordinarie come se le ferrate cessassero a un tratto dall'esistere? Pare di no, perchè se tutti i prodotti spostati a forza danno questa economia sui trasporti, vi hanno prodotti il cui spostamento è sollecitato da una minima differenza di prezzo tra l'antico e il nuovo sistema di trasporto. Come dunque valutar le medie che si ripartiscono da un'economia nulla all'economia della differenza intiera? — Ned è piú facile stimare il valore del tempo guadagnato e quello delle reali soddisfazioni recate al pubblico da una ferrovia, di cui pure si dovrà tener conto.

Di regola generale ritengano bene gli amministratori degli interessi dei comuni e delle provincie doversi evitare un cattivo impiego del pubblico denaro sebbene si favoriscano imprese destinate ad arricchir la società. Non si accontentino di vaghi apprezzamenti che troppo son fecondi di funeste illusioni. Indi è che è da lodarsi il tentativo del Michel di sostituire alle lunghe ricerche, quasi sempre inesatte, che richiede lo studio d'una ferrovia un metodo piú approssimato per determinare il traffico probabile, fondato su dati sperimentali e in nessun modo arbitrarii.

Voti.

Abbiamo cercato il modo di renderci conto dell'opportunità della costruzione delle nostre ferrovie minori: a compiere questo studio su tali ferrovie bisognerebbe determinar collo stesso metodo tenuto pel traffico le spese del loro esercizio, questione seria che certamente merita la pena di una soluzione alquanto diversa dall'ordinaria basata il piú delle volte non sulla realtà, ma sì sul de-

siderio di chi v'ha interesse. Riassumendo le spese d'esercizio di più diramazioni isolate e paragonandole coll'introito si può forse aver la formola del prodotto netto in cui sta in fin dei conti il nodo della questione. Bisogna però dire che le ferrovie minori quali furono fin qui studiate sono, poche onorevoli eccezioni fatte, ben lungi dall'offerirci il tipo di ciò che devono essere e speriamo saranno in breve giro d'anni pel bene della patria nostra. Chiuderemo coll'affrettare col desiderio il giorno in cui queste linee secondarie, di cui tenemmo discorso fin qui, destinate a creare per così dire il movimento commerciale in Italia non siano più, com'è presentemente, allo stato di miti, ma solchino numerose le nostre vallate in cerca dei prodotti ove sono e ne facciano il trasporto a prezzi tanto più bassi quanto più debole sarà il capitale a remunerare. Nè temasi la concorrenza, che anzi è da cercarsi con ogni studio perchè molla potente, vitale dell'industria. — Grande è l'avvenire delle ferrovie minori in Italia, che non devono servire solamente gli interessi dell'industria manifatturiera propriamente detta, ma a misura che mancano le braccia all'agricoltura devono fornire le macchine per metter il podere sempre più sulla via di prender il carattere d'industria. Se si fan procedere di pari passo l'esecuzione delle ferrovie minori, l'introduzione e il perfezionamento delle macchine agricole varranno a crescere anche tra noi la tendenza dell'uomo a servir non più come forza bruta, ma come intelligenza; perciocchè queste cose sono così concatenate fra di loro, che certamente l'una reagisce sull'altra, diventando ciascuna alla sua volta oggetto e causa di sviluppo e perfezionamento incessante.

BALZARETTI GIOVANNI.

TESI LIBERE

TESTI LIBERE

**MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE
ED IDRAULICA PRATICA**

Descrizione, teoria ed uso dei principali strumenti e processi idrotimetrici.

COSTRUZIONI CIVILI, IDRAULICHE E STRADALI

Direzione, intensità e punto d'applicazione della spinta delle terre
— Teoria del prof. Curioni.

MACCHINE A VAPORE E FERROVIE

Determinazione della spessezza delle caldaie cilindriche — Prova delle caldaie in genere; esplosioni e mezzi di prevenirle.

GEOMETRIA PRATICA

Misura degli sterri e degli interri.