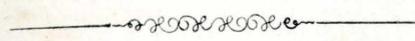


BREVI CENNI SULLE FERROVIE ECONOMICHE

G 79

BREVI CENNI SULLE FERROVIE ECONOMICHE



DISSERTAZIONE E TESI

PRESENTATE

ALLA COMMISSIONE ESAMINATRICE

della R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Torino

DA

GIUSEPPE SIBONA

DI FELIZZANO

PER OTTENERE IL DIPLOMA

DI

INGEGNERE LAUREATO

—
1869
—

TORINO

TIPOGRAFIA G. CANDELETTI SUCCESSORE CASSONE

VIA SAN FRANCESCO DA PAOLA, 6

—
1869

AI MIEI CARI GENITORI
A VOI CHE MI AMATE
QUEST'UMILE SAGGIO DI MIE FATICHE
DEDICO ED OFFRO

BREVI CENNI SULLE FERROVIE ECONOMICHE



I.

Se i mezzi di trasporto non permettessero all'uomo industriale ed al consumatore di comunicare fra loro anche a grandi distanze, e di trasmettersi per conseguenza i prodotti e gli elementi necessari alla produzione, ognuno dovrebbe pensare a procurarsi tutte quelle cose che gli sono indispensabili per la sua esistenza, rendendo impossibile così la divisione del lavoro, tanto utile per le civili società.

Quando poi alcuno volesse riflettere alle conseguenze di questa ben triste condizione, a cui l'uomo sarebbe per essere ridotto, ben facilmente potrebbe scorgere, come e per l'inalità che ogni individuo ha di poter nello stesso tempo attendere a diverse industrie, e per la strettezza del tempo, che gli verrebbe concessa, ad imparare e successivamente produrre, a poco a poco costretto a restringere sempre più la cerchia dei suoi bisogni materiali e morali, non resterebbe all'uomo che la vita del selvaggio con tutte le sue miserie e l'abbruttimento che la caratterizzano.

Ma per non andar troppo oltre con queste considerazioni, oramai note a tutti, e d'altronde non essendo il caso di temere un regresso così disastroso per la nostra società, mi rinchiuderò solo nei limiti del possibile immaginando, anche in mezzo ad un paese mediocrementemente florido, un piccolo

centro, un nucleo d'individui, i quali mancando di mezzi di trasporto (e pur troppo è questo un caso molto comune) sono costretti a consumare le loro stesse produzioni, a produrre quelle cose soltanto che per la loro natura non siano destinate a varcare i confini del loro piccolo mondo.

Troppo lunghi mi condurrebbe (e non è questo il mio scopo) il solo ricordare come nelle molteplici e svariate industrie che ci arricchiscono e rendono comoda la nostra esistenza, i prodotti siano destinati a percorrere lunghe evoluzioni, a subire mille forme diverse, e come tanto maggiore sia il vantaggio che se ne ritrae quanto più prontamente avvenga la loro trasformazione.

Essa indica l'aumento dei bisogni sociali; questo a sua volta è misura fedele del progresso.

II.

Fra il miserabile abitante delle lande agghiacciate del polo, che per attraversare quelle vaste e melanconiche solitudini colloca la sua famigliola e le sue povere suppellettili su una slitta trascinata da cani, e il ricco ed intelligente industriale della nebbiosa Inghilterra, il quale su comodi veicoli viene trasportato dalla locomotiva con meravigliosa rapidità, corre in vero non piccolo divario; un fatto li ravvicina, ed è l'uso che essi fanno di forze che non sono quelle dei propri muscoli, e che essi hanno saputo assoggettare alla loro volontà.

Fin dai tempi più remoti, a cui accenna la storia, vediamo come l'uomo conscio della sua debolezza materiale, spinto dalla frequente necessità di portare qua e là le sue tende, sapesse utilizzare la forza di altri animali, d'intelligenza inferiore alla sua, per aiutarlo nella parte più gravosa delle sue bisogna, per rendergli più agevole la comunicazione coi suoi simili.

Collo svolgersi delle industrie sentì il bisogno di allar-

gare sempre più i confini della piccola cerchia in cui stava rinchiuso, provò il vivo desiderio di affratellarsi, per così dire, cogli altri individui della sua specie lontani da lui e scambiare i frutti del proprio lavoro con altri che a lui procacciassero le comodità della vita. Fu allora che i sentieri tracciati dai suoi passi attraverso i campi più non bastarono a questo scopo; ed egli inventò i carri, e col sudore della sua fronte si procurò le strade, senza delle quali l'invenzione dei veicoli sarebbe stata inutile.

La locomotiva segnò l'ultimo passo in questa via di progresso; le distanze sparirono; il solerte produttore vide con gioia assicurato il più prezioso dei suoi capitali, il tempo.

III.

Penetrati dell'utilità dei mezzi di comunicazione fra paese e paese, fra nazione e nazione, non cessarono i governi di occuparsi continuamente di tal questione importantissima sotto i punti di vista sociale e politico. Indi gli immensi sacrifici a cui si assoggettarono e si assoggettano tuttora tutti gli stati civili per crearsi una ricca dote di reti ferroviarie; indi le associazioni fra provincia e provincia, fra comune e comune per la costruzione di strade ordinarie che a quelle si rannodino e ne rendano più proficua l'esistenza.

Ben lungi però dall'aver soddisfatto alle esigenze degli interessi del produttore e del consumatore, le grandi reti di strade ferrate finora costrutte o progettate hanno fatto nascere nuovi bisogni i quali domandano imperiosamente una estensione considerevole di linee secondarie.

Vediamo pertanto se la costruzione di queste linee non sarebbe per arrecare aggravio al pubblico erario; se esse possano cioè riuscire di manifesta utilità a chi le costruisce ed a chi se ne serve; se il capitale impiegatovi possa somministrare un interesse non minore dell'interesse commerciale.

IV.

Per giudicare dell'utilità che potrà arrecare una strada ferrata è necessario stabilire preventivamente alcuni calcoli.

Egli è prima di tutto indispensabile che il prezzo di trasporto, che risulta dall'interesse della somma erogata per la costruzione della strada e per la compera dei materiali, più la quota annua di riparazione e quella d'ammortimento, più ancora le spese annue d'esercizio, sia inferiore non solo all'utilità che ne ritraggono gl'individui e la società, ma ancora al prezzo di qualunque altro mezzo di trasporto.

Là dove scarsa è la circolazione delle merci e delle persone una linea ferroviaria di primo ordine anzichè tornare vantaggiosa alla società, non ad altro servirebbe che ad imporle spese maggiori, poichè i prezzi di trasporto stanno in ragione inversa della quantità delle materie e del numero delle persone che vengono trasportate. Più utile sarebbe allora una strada ordinaria, la quale, costando meno, può soddisfare alle condizioni già accennate per la costruzione di una via ferrata.

Come si vede, è la soverchia spesa quella che si oppone alla costruzione di nuove reti ferroviarie; d'altra parte però le strade ordinarie in molti siti non soddisfano alle esigenze del commercio e delle industrie, che del tempo fanno far tesoro.

Conciliare la minima spesa colla celerità dei mezzi di trasporto, è il problema a cui accennerò brevemente con questo mio scritto, non essendomi possibile, per la ristrettezza delle mie cognizioni e per la mancanza di pratica lo svolgere tal questione nelle sue particolarità.

V.

Il sistema di concessione che meglio si adatta all'esercizio dei doveri dello stato riguardanti l'utilità e la sicurezza dei beni e delle persone de' suoi amministrati, pare sia quello delle concessioni temporarie mediante la garanzia di un interesse che porti quello della società concessionaria al livello dell'interesse commerciale. Per tal modo la società concessionaria, la quale senza questa garanzia, trascurando il pensiero della pubblica utilità, ad altro non tenderebbe se non a ricavare al termine della concessione per lo meno l'ammontare del capitale erogato con tutti gli interessi; rimosso il timore della perdita de' suoi averi, può ottemperare alle misure che lo stato può imporle a vantaggio dei contribuenti.

Con questo sistema è facile scorgere come la costruzione di linee secondarie simili a quelle di primo ordine tornerrebbe a pura perdita dello stato, inoltre la somma colla quale si opererebbe la sovvenzione sarebbe prelevata con nuove imposte dalla rendita di ciascun particolare; infine il vantaggio di quella regione, che sarebbe per essere dotata da queste linee secondarie, riuscirebbe anche a carico delle altre popolazioni soggette al medesimo governo, l'utilità sarebbe adunque illusoria, poichè si prenderebbe da una parte ciò che si vuol concedere dall'altra.

Che una società privata possa prefiggersi lo scopo di far concorrenza con tali mezzi di comunicazione a quelli già esistenti, cioè alle strade ordinarie, sarebbe follia il solo pensarlo. E ciò chiaramente apparirà a chi voglia considerare le enormi spese che si incontrerebbero per le espropriazioni dei terreni che verrebbero solcati da quella strada; quelle dei grandi movimenti di terre, resi certamente di entità maggiore dal fatto, chè per le strade ordinarie già costrutte, si scelsero i tracciati più opportuni e per l'economia della costruzione e della manutenzione, e per l'agevolezza del

transito; quelle di un materiale mobile di grande entità, di stazioni, case di guardia, ecc., e le altre non disprezzabili dell' esercizio.

Fra tutte queste spese, la più importante, e per conseguenza quella alla quale devono esser rivolte le nostre mire economiche, è quella richiesta dal corpo stradale co' suoi accessorii. Ora si potrebbe attenuare di molto tale spesa utilizzando in parte le strade ordinarie attuali per l'impianto di vie ferrate.

Una tala misura renderebbe inoltre impossibili quei danni, che una ferrovia non lascia di recare ai proprietari limitrofi delle strade carreggiabili lungo le quali si operava quel traffico, che essa al suo nascere, ha improvvisamente assorbito; voglio dire cioè che molti particolari non proverebbero il dolore di veder allontanati i loro poderi dai luoghi più frequentati, scemandone per conseguenza il valore pecuniario.

Tutto sta pertanto nel decidere se sia possibile lo stabilire queste vie ferrate in modo che non siano di nocumento o per lo meno di inciampo al traffico operato dai veicoli ordinarii ed ai pedoni; se attraversando i centri popolati si possano con un tal sistema scaricare e caricare le merci presso le manifatture, gli alberghi ed altri simili stabilimenti; se per mezzo di vie laterali interne possano i prodotti venir trasportati nel centro del mercato, senza inceppare tutti gli altri mezzi di locomozione; se il compenso sia tale da rendere praticabile una simile impresa.

VI.

La prima questione che ci si presenta è quella del modo con cui si potrà procedere alla costruzione della strada, e la ricerca del sito in cui potrà esser collocata perchè arrechi il minor danno possibile. Questo secondo problema è tosto risoluto adottando pel tracciamento della nostra linea una

costa della strada carreggiabile. Vedremo in seguito come si possano appianare le difficoltà che si riferiscono alle curve di piccolo raggio ed alle forti pendenze, nonchè alle opere di sterro ed interro che saranno qualche volta indispensabili per rendere attuabile il sistema di locomozione colla macchina a vapore e per la sicurezza dell'esercizio.

Occupiamoci per ora dei tronchi i quali attraversano luoghi abitati.

Ivi l'allargamento della strada è reso impossibile dalla presenza delle abitazioni che la fiancheggiano, dovrà dunque la locomotiva avere interamente comune la linea di transito con tutti gli altri veicoli. È però evidente che i regoli della via ferrata, se sporgenti al disopra del livello del suolo, oltre ad esser soggetti ad urti frequenti, recheranno non piccolo intoppo anche ai veicoli usuali da trasporto, i quali da tali urti verranno pur essi danneggiati, ed inoltre renderanno abbastanza problematica la sicurezza dei pedoni. L'unico modo di eliminare siffatti inconvenienti è quello di adottare il sistema dei regoli incassati nel suolo stradale.

L'esperienza ha però dimostrato come un binario collocato su una strada a semplice inghiaia sia causa di gravi danni e renda indispensabili grandi spese di manutenzione. Infatti per la incompressibilità quasi assoluta dell'armamento avviene che, logorandosi continuamente il suolo stradale, i regoli a poco a poco sporgono fuori e producono l'inconveniente già accennato. Si tratta dunque di rendere il terreno quasi altrettanto durevole ed incompressibile come il sistema d'armamento, ciò si otterrà facilmente col selciare tutti quei tronchi di via ferrata che attraversano i luoghi abitati, per tal modo le vetture ed i carri possono circolare liberamente anche sul binario, e non vi sarà pericolo che si ostruiscano i solchi nei quali i regoli vengano incastrati.

In tutto il resto della linea, rimanendo separate le due strade, si adotterà il sistema che meglio conviene.

Venendo ora alla costruzione della strada, possono farsi

molte obiezioni, ed in primo luogo si può domandare se la larghezza delle vie ordinarie è tale che se ne possa sottrarre una parte per stabilirvi il nostro binario, e ciò senza rendere impossibile il transito nell'altra parte.

Per rispondere a questa difficoltà ricorderemo che non si deve costruire una ferrovia se non per unire centri popolati ed industriosi, e che per conseguenza posseggono già strade ordinarie di sufficiente larghezza pel nostro scopo. Supponiamo pertanto che la strada dalla quale vogliamo togliere una parte abbia un'ampiezza di 8 metri misurata dai due cigli più vicini dei fossi laterali, ed abbiano i fossi la larghezza di 1^m,50. In quanto alla distanza fra asse ed asse dei regoli riteniamo 1^m,50 (1), che è pure quella adottata nelle

(1) Non sempre tale larghezza di 1^m,50 è la più conveniente, anzi da una memoria dell'ingegnere Cottrau e da una relazione dell'ingegnere Billia togliamo i seguenti brani, nei quali si dimostra l'utilità in alcune circostanze della sezione ridotta nelle vie ferrate economiche :

« Non potendosi, per la sezione ridotta della ferrovia, far percorrere ai carri della linea minore il binario della rete principale, ne viene di necessaria conseguenza lo scarico ed il ricarico della merce su altri carri all'incontro delle linee minori colle grandi; la necessità del travaso, cagionando perdita di tempo, aumento del prezzo di trasporto, e deterioramento della merce con vario grado, a seconda della sua natura, è un inconveniente gravissimo, cui solo potrebbesi ovviare usando per la linea minore certi veicoli in cui il treno fosse separabile dalla cassa, poichè allo sbocco sulla grande linea, la cassa del piccolo carro verrebbe fatta scorrere su di un carro piatto appartenente alla ferrovia principale. Che del resto la perdita di tempo, l'aumento del prezzo di trasporto ed il deterioramento possibile della merce sono inconvenienti che trovano largo compenso nella celerità del trasporto su strada ferrata, e tanto più grande quanto maggiore sarà il percorso chilometrico; il tempo consumato dalla lentezza dei motori animati sulle strade ordinarie, e le eventualità atmosferiche saranno sempre cause di accidentalità maggiori e più funeste, ed ove non sia assolutamente possibile, economicamente parlando, una linea a sezione normale di binario, anzichè rinunziare alla via ferrata sarà migliore partito attenersi alla ferrovia a sezione ridotta.

« Che se il travaso e tutti gli altri inconvenienti delle piccole ferrovie

nostre ferrovie; e ciò affinché non sia necessario un materiale fisso speciale, e perchè operandosi possibilmente il rannodamento di questa linea secondaria ad una delle principali, possano i veicoli di quella adattarsi alle esigenze del servizio di questa. Siccome poi a noi basterebbe una striscia di suolo della larghezza di 3 metri, vediamo se il rimanente della strada possa ancora prestarsi ai bisogni del carreggio.

Generalmente la sezione trasversale d'una strada consta di due linee leggermente inclinate verso i fossi laterali (disposizione alla quale si dà il nome di *profilo a schiena*) le quali sono le traccie dei due piani che formano il suolo stradale e sui quali scorrono le acque piovane. Si ricordi

sono cose dispiacevoli, la privazione assoluta di trasporti ferroviari in dati luoghi lo è anche maggiormente. D'altronde il travaso dei viaggiatori non ha conseguenza alcuna, poichè, trattandosi di una linea secondaria, lo si avrebbe anche se vi fosse continuità di scartamento, e quello delle merci, mediante opportuna tettoia di carico e scarico, può importare soltanto la spesa di 0,20 per tonnellata.

« si potrà ritenere, aver la pratica dimostrato l'inopportunità di scendere ad uno scartamento minore di 1^m,10, salvo che le difficoltà del terreno siano veramente tali che l'adozione di curve di 100 metri di raggio possa arrecare economie superiori allo scapito dell'esercizio; e per altra parte non convenire uno scartamento se non minore almeno di 0^m,25 da quello ordinario; per cui generalmente si avrà a scegliere lo scartamento fra 1^m,10 e 1^m,20. Lo scartamento ridotto permette un'economia nella minor larghezza della strada, nell'adozione di curve relativamente ristrette, nelle minori dimensioni delle opere d'arte, in quelle delle traversine, della massiciata (ballast), nella maggior leggerezza delle rotaie, coordinate ad un materiale mobile meno pesante, per cui si avrà pure un miglior rapporto fra il peso lordo ed il peso netto del convoglio con una conseguente possibile minore spesa di esercizio pel trasporto, non già del peso lordo che si troverà in migliori condizioni su ferrovie di maggiore scartamento, ma di quello utile. Con tutto ciò, nella maggior parte dei casi sarà sempre difficile il determinare se convenga uno scartamento ridotto, e quale; e converrà sempre fare un doppio studio dal quale emergerà in modo sicuro il partito migliore; »

ora che nelle strade a mezza-costa si usa dare invece al suolo la figura di un semplice piano inclinato verso la parte addossata alla montagna e questa disposizione soddisfa ugualmente allo stesso scopo con un sol fosso.

Or bene, secondo l'opinione di alcuni distinti ingegneri, si potrà ridurre la forma a schiena all'altra accennata, annullare il fosso dalla parte esterna più conveniente, ed utilizzarne lo spazio per la linea ferroviaria coll'aggiungervi ancora 1^m,50 tolti dalla costa della strada, cioè da quella parte sulla quale non passano i veicoli, e che serve solo per depositarvi i materiali indispensabili per la manutenzione del corpo stradale. Anzi ammucciando questi materiali tutti dalla parte del binario, si formerebbe una barriera economica, la quale segnerebbe la separazione delle due vie.

Per tal modo degli 8 metri primitivi resterebbero ancora 6^m,50 di spazio libero; larghezza che pare sufficiente per una strada carreggiabile.

È bensì vero che non sempre si potrà avere disponibile una simile ampiezza; soventi volte avviene di fatto che la larghezza dei fossi sia inferiore di quella che abbiamo adottata; in tal caso è necessario allargare lateralmente i limiti del suolo stradale.

Ove poi si trattasse di strade di minore ampiezza di quelle già accennate, ricorderemo quello che abbiamo già detto, cioè che una ferrovia non presenta alcuna convenienza quando la si voglia stabilire in quei paesi nei quali allo sfogo delle industrie e del commercio sono sufficienti le strade carreggiabili; questa verità unita al fatto che solo fra due centri in cui è mediocre lo sviluppo delle industrie e del commercio le strade hanno piccola larghezza, risponde alla difficoltà che ultima ci si è presentata.

Un'altra ragione che milita in favore delle ferrovie economiche è la seguente: cioè che per lo stabilirsi di una di queste linee, il traffico cogli altri mezzi di comunicazione, secondo tutte le probabilità, dovrà diminuire e quindi ri-

chiederà minor spazio di prima. Ma attenendoci ai casi più sfavorevoli, non ce ne serviremo come prova concludente.

VII.

Rimosse ancora queste difficoltà, si potrebbe domandare se la vicinanza di una linea ferroviaria non possa generare molti pericoli per i passeggeri e per le vetture ordinarie. Risponderò brevemente, che secondo ciò che si è già detto resterebbe fra le due strade un mucchio di materiali che limiterebbe il passaggio dei pedoni e dei veicoli, allontanando qualunque idea di pericolo.

Se però non si volesse adottare una simile disposizione, si potrebbe fare con piccola spesa una separazione consistente di pali verticali posti ad una distanza conveniente l'uno dall'altro e riuniti con altri pali paralleli al piano della strada.

D'altronde il pericolo si limiterebbe ai soli veicoli trascinati da bestie da tiro, le quali spaventate dal rumore, dalla velocità e dalla forma del convoglio, potrebbero deviare dal loro cammino. Quando però si voglia osservare come anche vicino ai tronchi di ferrovie in attività di servizio si trovino spesso parallele altre strade frequentate da vetture d'ogni specie, senza che perciò i casi di pericoli accennati siano di una frequenza apprezzabile, si scorderà la minima importanza di tale obbiezione. Basti del resto l'esempio della città di Genova, la quale in una delle sue vie più frequentate da carri, presso il porto, ha un binario di strada ferrata; nè, che io mi sappia, una tal circostanza recò mai impedimento al libero transito.

Si potrebbe credere che la disposizione adottata possa essere tutt'altro che proficua per quei proprietari che hanno i loro poderi dalla parte della strada ferrata. Pare infatti a prima giunta che per essi la comunicazione colla strada

carreggiabile sarebbe chiusa irremissibilmente. Si noti però che pur non esistendo la ferrovia, il fosso rende impossibile il passaggio in tutti i punti, costruendo dunque tanti passaggi a livello economici quanti saranno necessari per non ledere gli interessi dei frontisti, le cose rimangono ancora nel pristino stato.

In quanto ai pedoni il passaggio sarebbe libero pressochè in qualunque punto, bastando perciò che si interrompesse di tanto in tanto la barriera di legno or ora accennata.

VIII.

Ammettiamo ora pel caso più sfavorevole, che sia necessario l'allargamento della strada; le spese che ne conseguirebbero paragonate a quelle richieste dalla costruzione di un tronco di ferrovia ordinaria sarebbero ben piccole. Quali sono infatti gli oneri maggiori imposti dallo stabilimento di una linea ferroviaria qualunque? — Prima di tutto lo studio pel tracciamento della strada; in secondo luogo le indennità pei terreni espropriati; finalmente i grandi movimenti di terra.

Nel nostro caso gli studi pel tracciamento sono di molto semplificati, e si riducono ad osservare se i raggi delle curve siano compatibili col nuovo genere di locomozione, e trovare il modo di porvi riparo nel caso negativo, vuoi coll'adoptare un materiale mobile adatto alla circostanza, vuoi coll'allontanare d'alquanto l'asse della linea da costruirsi dal tracciato della strada ordinaria.

Le indennità pei terreni espropriati sarebbero anch'esse di minima entità per le piccolissime porzioni di superficie che si richiederebbero dai proprietari limitrofi e per la forma di tali porzioni. È anzi probabilissimo che il valore di tali indennità possa essere minore di quello delle liste di suolo espropriate; e ciò quando si voglia tener conto del vantaggio che gli espropriati saranno per ritrarre dal-

l'esercizio della ferrovia, la quale apre ai prodotti dei loro poderi l'adito al pubblico mercato con risparmio di tempo e di danaro.

Ed è indubitato che molti proprietari in vista dei vantaggi che una simile opera potrebbe arrecare ai loro interessi, non esiterebbero a cedere quelle insignificanti porzioni di terreno anche senza compenso, supponendo che la difficoltà maggiore fosse ridotta a questa spesa.

L'ultima delle ragioni accennate che si opporrebbero all'attuazione di tal progetto, è anch'essa di poco momento, tanto per la piccolezza delle opere da eseguirsi, quanto per la facilità con cui tali opere potrebbero essere condotte a termine, poichè la vicinanza della strada renderebbe molto più facili e per conseguenza meno dispendiosi i trasporti di terra.

IX.

Veniamo ora al materiale mobile da adottarsi su queste ferrovie. Considereremo una linea di mediocre traffico e adotteremo quindi materiali leggeri, ossia una locomotiva-tender del peso di 24 tonnellate, compreso il suo carico, e di un sistema tale che le permetta il libero movimento nelle curve di raggio uguale a 40 metri. Ritenendo di 0,05 la pendenza massima ammissibile lungo la strada, vediamo se il peso adottato è tale che si sviluppi l'aderenza necessaria alla locomozione.

Chiamando adunque Π il peso incognito del treno che potrà trascinare tale locomotiva sulla pendenza di 0,05 esso sarà dato dalla formola:

$$\frac{\Pi}{200} + \frac{5 \Pi}{100} = 3666^{\text{g}},66 \text{ d'onde } \Pi = 66^{\text{tonn}},2$$

poichè, ammettendo che il peso della locomotiva non di-

scenda sotto 22^{tonn} , ed essendo $\varphi = \frac{1}{6}$ il coefficiente d'aderenza, la forza d'aderenza sviluppata dalla macchina è data da

$$\frac{22000}{6} = 3666^{\text{kg}},66$$

Conosciuto il peso lordo che la locomotiva è capace di trascinare, risolveremo pertanto il problema relativo alla trazione su una strada in pendenza di 0,05 e di raggio minimo uguale a 40 metri colle formole studiate nel corso di *Macchine a vapore e Ferrovie*, e verificheremo se il peso adottato per la locomotiva è atto a sviluppare l'aderenza necessaria.

Siano dunque:

n il numero delle vetture trascinate dalla locomotiva;

p p' p'' il peso di ciascun veicolo, quello del suo carico, ed il peso delle parti rotanti di esso;

f il coefficiente d'attrito fra i fusi degli assi delle ruote ed i loro cuscinetti;

f' il coefficiente dell'attrito di sviluppo che si genera fra le rotaie e le ruote;

f'' ed f''' i coefficienti d'attrito dovuti alla curvatura della strada ed alla forza centrifuga;

R il raggio delle ruote;

r il raggio dei fusi delle sale;

e l'ampiezza del binario;

d la distanza fra gli assi delle ruote;

ρ il raggio di curvatura della strada;

$\frac{1}{i}$ la pendenza della strada;

g la gravità;

h la sporgenza dei cerchioni;

M la superficie resistente all'aria;

V la velocità in chilometri all'ora;

α e β due coefficienti il cui prodotto è uguale a 0,005.

La resistenza opposta alla trazione del convoglio è data dalla formola:

$$T = n \left[f(p + p' - p'') \frac{r}{R} + f'(p + p') \pm \frac{p + p'}{i} + f''(p + p') \frac{\sqrt{e^2 + d^2}}{2\rho} \right] + \left[n f''' \frac{p + p'}{g\rho R} \sqrt{2Rh + h^2} + \alpha\beta(M + 0,93n + 0,23) \right] V^2$$

Cerchiamo prima di tutto il numero dei veicoli trascinati dalla locomotiva. Esso è dato da:

$$n = \frac{44000}{7000} = 6 \text{ circa}$$

essendo 7000 il peso supposto di ogni vettura.

Ora l'espressione generale consta di due parti, l'una che esprime la resistenza variabile, ed è:

$$\alpha\beta(M + 0,93n + 0,23) V^2$$

la quale calcoleremo separatamente applicandola a tutto il convoglio, e l'altra che esprime la resistenza fissa che consta di tutto il resto della formola generale, e che noi applicheremo prima alle vetture e poi alla sola locomotiva.

La resistenza variabile dovuta all'aria sarà data adunque da

$$\alpha\beta(M + 0,93n + 0,23) V^2 = 23^{\text{kg}},620 \quad (\text{A})$$

$$\text{essendo } \alpha\beta = 0,005 \quad M = 6^{\text{mq}} \quad n = 6 \quad V = 20$$

La resistenza costante opposta alla trazione dalla locomotiva, ammettendo che siano:

$$\begin{aligned} f &= 0,05; \quad p + p' = 24000^{\text{kg}} \quad p'' = 4000^{\text{kg}}; \quad n = 1 \quad r = 0,06 \\ R &= 0^{\text{m}},60; \quad f' = 0,001; \quad f'' = 0,16; \quad e = 1^{\text{m}},50; \quad d = 3^{\text{m}},50; \\ f''' &= 0,015; \quad g = 9,81; \quad h = 0,03 \end{aligned}$$

sarà data da

$$n \left[f(p + p' - p'') \frac{r}{R} + f'(p + p') \pm \frac{p + p'}{i} + f''(p + p') \frac{\sqrt{e^2 + d^2}}{2\rho} + f''' V^2 \frac{p + p'}{g\rho R} \sqrt{2Rh + h^2} \right] = 2247^{\text{kg}},20 \quad (\text{B})$$

Questa stessa formola ci darà la resistenza costante per tutte le vetture del convoglio quando si adottino i seguenti valori:

$p + p' = 7000^{kg}$; $p'' = 1600$; $n = 6$; $r = 0,04$; $R = 0,50$;
ritenendo tutti gli altri come pel caso della locomotiva.

Avremo adunque detto t tal resistenza

$$t = kg. 2816,60 \quad (C)$$

Sommando i tre valori (A) (B) (C) e detta T la loro somma, sarà essa l'espressione della resistenza totale alla trazione; si avrà cioè:

$$T = kg. 5087,420.$$

Ricordando ora che la forza d'aderenza deve essere per lo meno uguale allo sforzo di trazione, detto P il peso della locomotiva, e φ il coefficiente d'aderenza, che ridurremo ad $\frac{1}{5}$ (e ciò a svantaggio dei calcoli); anche pei casi più sfavorevoli, coll'avvertenza però di spargere sabbia sui regoli innanzi alle ruote, si avrà

$$\varphi P = \frac{P}{5} kg. 5087,420$$

d'onde si ha

$$P = 25437,10$$

che sarebbe il peso da assegnarsi alla locomotiva.

Se però adottiamo veicoli articolati, il che è indispensabile per poter transitare senza inconvenienti in curve di sì piccolo raggio, trascureremo nel calcolo il termine:

$$n f'' (p + p') \frac{\sqrt{e^2 + d^2}}{2\rho}$$

relativo alla resistenza d'attrito dovuto alla curvatura della strada. Ora questo termine riferito ai 6 veicoli dà $kg. 331,4$.

La resistenza alla trazione sarà dunque

$$T = 5087,420 - 331,4 = 4756,02.$$

Avremo adunque

$$P = 4756,02 \times 5 = 23780,10.$$

Il peso adottato in principio, ossia *kg.* 24000 può adunque soddisfare al nostro scopo.

Quando però si rifletta che il consumo del combustibile e del materiale adottato sarebbe troppo grande, e che malgrado il risultato favorevole dei calcoli instituiti, non si avrà nella pratica tanta facilità di locomozione, apparisce come la pendenza di 0,05 sia eccessiva e come convenga ridurla. Supporremo pertanto di avere lo stesso tipo di macchina e che la pendenza massima sulla linea sia di 0,03 ossia una delle massime più frequenti nelle strade carreggiabili.

Avvenendo però di incontrare pendenze troppo forti, si potrà per quel tratto allontanare d'alquanto l'asse della nostra linea ferroviaria da quello della via carreggiabile. Gli studii che si istituirebbero a questo proposito varrebbero a dimostrare l'utilità o l'insufficienza di tal ripiego.

X.

Ma con queste considerazioni corriamo il pericolo di entrare nel campo di una questione molto difficile a risolversi; d'una questione, dirò anzi, la quale non ha avuto finora soddisfacente soluzione, malgrado gli innumerevoli tentativi finora operati da distinti ingegneri meccanici, quella cioè della trazione sulle forti pendenze.

E qui potrei tessere la storia dei progressi fatti in questo ramo fino al giorno d'oggi, cominciando dal sistema dei piani inclinati e venendo fino alla stupenda invenzione dell'ingegnere Fell. Ma me ne astengo, perchè altri molti si occuparono di questa materia, e temerei di non reggere al paragone; d'altronde non è questo lo scopo che mi sono prefisso con questo breve lavoro.

Ma poichè mi vien fatto di ricordare il sistema d'ade-

renza artificiale, e per conseguenza il genere d'armamento della strada e il sito in cui venne costrutta, dirò che le ferrovie economiche, di cui finora mi sono occupato, eccetto le pendenze e quelle altre diversità relative al sistema di locomozione, sono in quella fedelmente rappresentate, e ciò anche nella parte che concerne le curve di minimo raggio.

A chi dalla Gran Croce discende verso la vallata di Susa si presenta a mano diritta ed a mezza-costa della montagna una strada coperta da un tunnel in parte metallico, destinato a difenderla dalle valanghe. Essa invece di seguire le sinuosità della strada nazionale, la quale presenta un gran numero di curve di piccolissimo raggio, l'abbandona verso la cima dell'altura, seguendo un tracciato molto più adatto alle esigenze del transito.

Or bene, ciò che si fece colà, eccettuato il tunnel, a cagione delle curve, si dovrebbe fare nelle ferrovie economiche per evitare le forti pendenze, ed il nuovo tracciato potrebbe raccordarsi con quello della strada ordinaria appena che le accidentalità del terreno lo permettessero.

È verissimo però che un tal ripiego è spesso reso impossibile dalla configurazione del terreno, e per le enormi spese che ne conseguirebbero potrebbe essere per avventura di ugual peso dell'inconveniente a cui si vuol mettere riparo.

Ma noi potremo far osservare che tali circostanze non avvengono che in regioni montuose od almeno molto accidentate, nelle quali lo sviluppo del commercio può essere massimo o minimo. Nel primo caso converrebbe piuttosto la costruzione d'una linea ferroviaria di primo ordine, con macchine potenti, quali sono quelle in uso pel passaggio degli Appennini, se pure le grandi altezze ed il lungo sviluppo delle curve non fossero per rendere gravosa anzichè utile una tale impresa. Nel secondo caso sarebbe vantaggiosa la costruzione di una ferrovia economica? Quanto ho già detto in principio valga a rispondere a questa domanda.

Ma supponiamo pure che un paese ricco, popoloso, sia posto in quelle circostanze che abbiamo indicato come idonee per lo stabilirsi d'una ferrovia economica. Senza cercare di risolvere le gravi difficoltà che si oppongono a tale opera, poichè ci mancano le cognizioni e l'esperienza necessarie a tanto, domanderemo se, perchè in una regione è evidente l'impossibilità dell'applicazione di tal sistema, la giustizia porti a rifiutarne il beneficio a quei paesi della pianura che più fortunati posseggono le condizioni richieste da questo nuovo genere d'industria.

Ivi le maggiori difficoltà rimangono facilmente appianate; occorrendo di fare sterri od interri pel buon andamento dell'esercizio, questi saranno meno dispendiosi e difficilmente avverrà che siano necessarie alcune opere d'arte, come muri di sostegno e gallerie nei punti in cui la strada carreggiabile potrebbe venire abbandonata dalla ferrovia per accrescere il raggio delle curve.

XI.

Ci resterebbe ancora ad esaminare il problema dal punto di vista del tornaconto per la società costruttrice. Ed a questo proposito farò notare come la costruzione, la manutenzione e l'esercizio di queste ferrovie converrebbe fosse lasciato interamente alla proprietà privata, anche senza la garanzia dello Stato, al quale però incumberebbe sempre l'obbligo di invigilare l'andamento dell'impresa, affinchè non venissero per avventura intaccati i diritti dei loro amministratori, e, per soverchia grettezza per parte degli esercenti, messa a repentaglio la sicurezza delle persone e dei loro averi, vuoi per difetto di sorveglianza lungo la linea o per negligenza nella manutenzione; vuoi per soverchie pretese nelle tariffe a danno dell'industria del paese.

Dovrei infine con dati pratici, con cifre indiscutibili provare l'utilità di questo sistema nuovo pei nostri paesi, ma

in uso in America, nel Belgio, nella Svezia e nella Norvegia.

Io mi fermo dinanzi a questo compito, e domando venia se mi pronuncio affermativamente fondandomi sui calcoli instituiti da due distinti ingegneri francesi (*) dagli scritti dei quali tolsi le idee necessarie per dare una forma qualunque a questo mio breve lavoro.

(*) Signori Molinos e Pronier.

Giuseppe Sibona.



TESI LIBERE

MECCANICA APPLICATA

Lavoro dell'attrito nelle ralle sferiche.



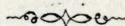
COSTRUZIONI CIVILI, IDRAULICHE E STRADALI

Applicazione dell'apparecchio elicoidale alla costruzione di volte a botte oblique.



MACCHINE A VAPORE E FERROVIE

Resistenza opposta alla trazione da un convoglio su una strada in pendenza ed in curva.



GEOMETRIA PRATICA

Determinazione di un punto mediante tre altri punti noti di posizione — Caso indeterminato.



MACHINE A VAPEUR ET FERROVIE

Les machines à vapeur et les locomotives sont en construction en grand nombre dans les usines de la Compagnie des Chemins de Fer de l'Etat.

COMPTES RENDUS

Le rapport sur les travaux effectués pendant l'année 1900 est en cours de publication.