

# L'INGEGNERIA CIVILE

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

### IL TRAFORO DEL MONTE BIANCO

(Veggasi la tav. XIII).

#### I.

Da alcuni mesi si è ridestata e fatta potente l'idea di una nuova linea ferroviaria tra la Francia e l'Italia per le vallate dell'Arve e della Dora Baltea, ed un primo Comitato promotore si è a tale scopo costituito sotto la Presidenza del giovane e zelantissimo deputato al Parlamento italiano, il Marchese Compans de Brichanteau.

L'Impresa di un nuovo traforo delle Alpi tra il Frejus e il S. Gottardo deve avere lo stesso punto di vista che l'impresa di un tunnel sotto la Manica; le due opere vogliono essere ideate per completarsi a vicenda, ed uno stesso convoglio deve poter correre in linea retta, senza trashedi, e come un folgore dalla stazione di Charing-Cross fino al Porto di Brindisi.

La necessità di una grande linea internazionale a pendenze minime, senza di cui non potremo mai arrivare a stabilire convogli celeri, è sentita più che altrove in Italia e particolarmente in Piemonte; le ingenti spese dell'esercizio della linea dei Giovi, e di quella del Frejus, ci hanno pure insegnato qualche cosa in materia di trazione ferroviaria; noi non abbiamo più d'uopo di attendere i risultati di quell'errore colossale e irrimediabile che è la linea del Gottardo, ancora in costruzione.

Il Governo italiano, ordinando che si facciano per la linea del Monte Bianco gli studi necessari a somministrare dati esatti, indispensabili a bilanciare i vantaggi di codesta con altre linee, non fa adunque che seguire la via che gli è tracciata dagli interessi generali della Nazione.

#### II.

L'idea di traforare il Monte Bianco non è nuova, e fin dal 1842 nella *Feuille d'annonce d'Aoste* erasi dimostrata l'utilità e la possibilità di codesto traforo. Tuttavia la prima idea concreta, ossia il primo progetto fattosi di pubblica ragione in base a rilievi locali di qualche considerazione, crediamo sia quello che il valente Ingegnere Ernesto Stamm, di compianta memoria, presentava alla Società industriale di Mulhouse nella seduta del 24 giugno 1874, e che venne pubblicato nel Bollettino annuale di quella Società.

E che codesto progetto fosse non solamente stato preso ad esame dalle Autorità competenti, ma favorevolmente giudicato, ne fa prova una lettera del Ministro dei Lavori pubblici di Francia, il signor E. Caillaux, datata da Versailles, il 31 luglio del 1875, e indirizzata a titolo di risposta all'Ing. Ernesto Stamm, dalla quale ne basta riprodurre le seguenti parole:

« Vos propositions, Monsieur, ont été communiquées en premier lieu à M. l'Ingénieur en chef de la Haute-Savoie; elles ont été placées ensuite, avec le rapport de cet Ingénieur en chef, sous les yeux d'une commission d'Inspecteurs généraux des Ponts et Chaussées ».

E più sotto: « La Commission, examinant le projet en lui même, a reconnu qu'au point de vue technique ces dispositions ne paraissaient pas soulever d'objections ».

Ed infine: « le Conseil général des Ponts et Chaussées, appelé à se prononcer, a pensé, conformément à l'opinion émise par la Commission, qu'un nouveau passage à travers

les Alpes ne répondrait pour la France dans les circonstances présentes (1875) à aucun besoin réel, et il a en conséquence été d'avis qu'il n'y avait pas lieu de donner suite au projet que vous avez présenté.

« Le Conseil a toutefois ajouté en rendant hommage aux études que vous avez faites et en vous remerciant de l'attention que vous avez eu de placer sous ses yeux un plan en relief du passage des Alpes, que s'il était reconnu nécessaire ultérieurement d'effectuer un troisième percement des Alpes entre le M. Cénis et le S. Gothard, le passage par le M. Blanc paraissait devoir être adopté de préférence ».

Ed il Ministro dei Lavori pubblici conclude la sua lettera dichiarando di associarsi intieramente al parere del Consiglio generale di Ponti e Strade.

#### III.

L'avviso della Commissione e del Consiglio generale di Ponti e Strade che non vi fosse per allora bisogno di un nuovo traforo delle Alpi fra il Frejus ed il S. Gottardo era suggerito da circostanze di apprezzamento che men di quattro anni bastarono a dimostrare affatto inattendibili. La lettera diceva infatti a questo proposito:

« Après avoir examiné les différents tracés qu'ont été étudiés pour la traversée des Alpes, par le M. S. Bernard, le Simplon, le S. Gothard et le M. Blanc, la Commission, prenant le passage actuel par le M. Cénis pour point de comparaison a été d'avis qu'en tenant compte des formalités douanières ou autres, le transit de la France restera au passage actuel par le M. Cénis, celui provenant de la Belgique et de l'Allemagne s'effectuera vraisemblablement par le S. Gothard, et quant aux provenances de l'Angleterre vers l'Italie et vers l'Orient elles continueront à prendre la voie de mer ».

Ma codeste asserzioni gratuite, e l'ultima in ispecie, sono state contraddette dai fatti; ora possiamo asserire che buona parte del transito dall'Inghilterra per l'Italia, anche quello delle merci più grosse e più voluminose, ha luogo oggidì, e con vantaggio, per la via di Modane, anziché per la via di mare, ad onta delle grandi sinuosità della linea, e delle innegabili difficoltà dell'esercizio.

È dunque evidente che l'idea di un nuovo traforo delle Alpi deve interessare oggidì l'Inghilterra e l'Italia ed anche la Francia più che alcuni anni sono; e ne abbiamo prove evidenti per una parte negli studi particolareggiati e nelle pubblicazioni continue che la Compagnia della ferrovia alpina per il Sempione va facendo allo scopo di dimostrare preferibile la linea del Sempione a quella del Monte Bianco, e per altra parte nell'essersi da poco tempo costituito il Comitato promotore per il traforo del Monte Bianco, siccome abbiamo da bel principio accennato.

Ma è pure evidente che l'attuazione di questo o di quel progetto finirà poi sempre per dipendere dalla Francia. Essa è che deve dare la massima parte della sovvenzione, la quale in ogni ipotesi pare che difficilmente si potrà scostare dalla rilevante cifra di 400 milioni.

Tuttavia nell'attuale stato di cose non ci pare fuori opera esporre ai nostri lettori i dati e gli argomenti che in favore del traforo del Monte Bianco o di quello del Sempione si vanno ventilando. E ciò con nissun altro preconconcetto disegno che quello di appurare la verità e di chiamare al rigoroso esame delle cifre la questione; essendochè, è inutile

dissimularlo, si è finora esagerato alquanto sia dall'una sia dall'altra parte, e così nel recente opuscolo « *Le percement du Mont Blanc* » del senatore Chardon, come in quello: « *Simplon et Mont Blanc* », pubblicati in risposta dal signor ing. Lommel, direttore della Compagnia del Sempione.

Chi abbia per poco tenuto dietro a codesta questione, quale si svolge dal giornalismo regionale o politico, non avrà certamente potuto venire al chiaro di cosa alcuna; essendo che la linea che è detta di tanti chilometri più breve da chi ne parla in favore, è dichiarata di altrettanti chilometri più lunga da chi vi parla contro; e manchino o spariscono i dati di base, è però sempre vero che non ci si mettono innanzi che risultati di puro apprezzamento.

Oltrecchè la lotta che fra i partigiani del Monte Bianco e quelli del Sempione si combatte, non può dirsi fatta ad armi uguali, mancandosi tuttora dalla parte del Monte Bianco di quei rilievi locali indispensabili a potere con certezza asserire ciò che in base a pochi dati disponibili e con qualche probabilità pare agli ingegneri di poter presumere.

Lo stato della questione può adunque essere riassunto così: 1° Convinzione generale dell'utilità grandissima di un nuovo passaggio attraverso le Alpi, tra il Frejus e il San Gottardo, per il più celere trasporto della Valigia delle Indie.

2° Nessuna necessità di provvedervi in via d'urgenza, dall'oggi al domani, anche a motivo delle circostanze economiche dei diversi stati interessati; e quindi tutto il tempo necessario a preparare gli elementi indispensabili a ben ponderare la complessa questione.

3° I pochi dati tecnici che si hanno finora per la linea del Monte Bianco, se bastano ad ingenerare la convinzione della possibilità di una linea i cui vantaggi tecnici ed economici possano essere tenuti a confronto colla linea del Sempione, non bastano ancora a rispondere in modo decisivo e convincente alle obiezioni avversarie. Essi sono tuttavia più che sufficienti a dimostrare la necessità di procedere a rilievi più particolareggiati, la cui urgenza è motivata dalla circostanza che il governo francese fa presentemente eseguire studi nella valle dell'Arve per una ferrovia di solo interesse locale, introducendo pendenze del 25 per mille, che studi più accurati e meno dominati dall'idea dell'economia nelle spese di costruzione, basterebbero ad evitare.

#### IV.

L'Ingegneria Civile desiderosa intanto di seguire il movimento di codesta questione sul terreno positivo dei fatti bene accertati, non mai su quello immaginario delle idee poetiche o degli apprezzamenti partigiani, registrerà nelle sue colonne, per le due linee del Sempione e del Monte Bianco, quegli elementi indiscutibili che saranno creduti necessari a poter basare un imparziale giudizio. E mentre siamo in attesa degli occorrenti dati planimetrici ed altimetrici di tutta la linea del Sempione, avendone fatta formale richiesta all'egregio ingegnere Lommel (\*), crediamo fin d'ora prezzo dell'opera per ciò che si riferisce alla linea del Monte Bianco di pubblicare il breve riassunto di uno studio che un egregio ingegnere italiano, di compianta memoria, il signor Ernesto Stamm, presentava in proposito alla Società Industriale di Mulhouse, in seguito a rilievi locali da lui eseguiti colla collaborazione dell'ingegnere Maimeri.

Incominciando così a registrare tutto ciò che finora è a nostra conoscenza di studi positivi stati fatti per il traforo

(\*) Dall'egregio ingegnere Lommel, Direttore tecnico della Compagnia del Sempione, abbiamo intanto ricevuto le seguenti memorie, di cui ci occuperemo un'altra volta:

1° Le chemin de fer Alpin par le Simplon, par M. William Huber e M. Thomas-Georges Lommel. Mémoire de la Société des Ingénieurs civils. Paris, 1878.

2° Structure géologique du Massif du Simplon, par E. Renevier, professeur à l'Académie de Lausanne. Lausanne, 1878.

3° Chemin de fer Alpin par le Simplon. Note explicative sur les détails technique du projet de la ligne Brigue-Domo-d'Ossola, par M. Lommel. Lausanne, 1878.

4° Profils en travers types de sections Viège-Brigue, Brigue-Iselle, Iselle-Domodossola. Lausanne, 1878.

5° Devis estimatif de la ligne Viège-Domodossola. Lausanne, 1878.

6° Simplon et Mont-Blanc. Examen de la brochure de M. le sénateur Chardon, intitulée: *Le percement du Mont-Blanc*. Lausanne, 1879.

del Monte Bianco, intendiamo solamente, ora che l'attenzione pubblica incomincia a rivolgersi a codesta idea, di dare nelle colonne dell'*Ingegneria Civile* il tributo dell'*unicuique suum* alla memoria del compianto collega.

#### V.

Tra il San Gottardo ed il Frejus all'epoca in cui l'ingegnere Stamm faceva la sua comunicazione alla Società Industriale di Mulhouse, non erano stati preparati che due progetti; la ferrovia del Sempione per riunire il lago di Ginevra al lago Maggiore; e quella del gran San Bernardo tra Aosta e Martigny.

L'ingegnere Stamm preoccupato dal fatto delle ingenti sovvenzioni necessarie a rendere attuabile la linea del Sempione, e di cui la massima parte sarebbe toccata alla Francia, mentre per giunta la linea del Sempione non toccherebbe punto del suo territorio, chiese a se stesso se nelle vicinanze del monte Dolent, ove si uniscono le tre frontiere di Francia, Italia e Svizzera, e i tre bacini del Rodano superiore, della Dora Baltea e dell'Arve, non fosse possibile trovare un'altra linea che presentasse maggiori convenienze. E la soluzione gli si offerse col traforo del Monte Bianco.

Esaminando di fatti la topografia di quella regione di montagne, risulta essere appunto al Monte Bianco che la catena suprema delle Alpi presenta la sua base più ristretta, relativamente alle altezze delle vette, e che codesto minimo di base, il quale corrisponde al punto culminante della montagna, non è che di 11 chilometri e mezzo all'altezza di 1300 metri sul mare, e meno di 15 chilometri all'altezza di 1050 metri.

E l'ingegnere Stamm, recossi a più riprese e dimorò lungo tempo per quelle località a fare gli studi e gli opportuni rilievi, associatosi a tale scopo l'ingegnere Leone Maimeri. E pensò di unire con una linea le due valli di Aosta e di Chamounix, e prevede pure la facilità di unire Chamounix a Saint-Maurice, sottopassando i due colli dei Montets e di Forcluz, ovvero a Martigny per le valli dell'acqua nera o di Trient.

Epperò Chamounix, codesta piccola città del Faucigny, presentavasi come il possibile punto di partenza di tre linee, l'una diretta al Valais, l'altra in Italia, e la terza ad Annemasse, di dove sarebbesi divisa in due diramazioni, la prima a Ginevra, e la seconda a Bellegarde per Saint-Julien, e rimanendo sempre sul territorio francese. Donde avrebbesi avuto una grande linea internazionale tra la Francia e l'Italia; una linea di interesse locale tra il Faucigny, il Chablais ed il Valais; ed infine due nuove linee italo-svizzer: Aosta-Ginevra ed Aosta-Valais.

E qui l'ingegnere Stamm tralasciando per allora lo studio della linea da Chamounix a Ginevra o Bellegarde, e della linea tra Aosta ed Ivrea che era già in via di gestazione, e di quella del Valais che era fin d'allora chiamata « ligne d'Italie », essendo che codeste linee si sarebbero in ogni caso eseguite, perchè progettate e volute all'infuori di qualsiasi idea di prolungarle attraverso il Monte Bianco; rivolse tutta la sua attenzione al tracciato da Aosta a Chamounix.

#### VI.

Da Aosta a Chamounix l'ingegnere Stamm aveva proposto due soluzioni: 1° il *tracciato superiore* che penetrando nel Monte Bianco ad Entrèves sbocca dall'altra parte a 100 metri al disopra di Chamounix, con un tunnel di 11,5 chilometri. In questo tracciato, di cui non riproduciamo neppure il profilo, perchè meno appropriato, il punto culminante si troverebbe a 1302 metri sul livello del mare; le pendenze non passerebbero i 24,5 millimetri per metro, ed i raggi delle curve sarebbero superiori a 400 metri; — 2° il *tracciato inferiore*, secondo il quale la grande galleria comincierebbe a Dollone, in faccia a Courmayeur, alla stessa altezza che quella di Chamounix, ossia a 1050 metri, e sboccherebbe molto comodamente innanzi a codesta città. La sua lunghezza sarebbe di 14800 metri, come quella della grande galleria del Gottardo. Le curve avrebbero ancor qui raggio maggiore di 400 metri, e le pendenze non sorpasserebbero 15,5 millimetri per metro.

Lo sviluppo della linea da Aosta a Chamounix non sarebbe che di 53 chilometri per il tracciato superiore, e soltanto di 48 chilometri per il tracciato inferiore. Dal punto di vista dell'esercizio, nessun dubbio che il tracciato inferiore è preferibile.

Ecco alcuni elementi per il tracciato inferiore, i quali serviranno a completare e a spiegare quelli che già risultano dai disegni della tav. XIII.

*Tracciato inferiore* (\*).

Lunghezza totale chilometri 50, 5.

Lunghezza della grande galleria chilometri 14700.

Punto culminante nella grande galleria, a metri 1156,80.

Pendenze tra Aosta e il punto culminante, massima 17  $\frac{0}{100}$  media 12 80 ».

Pendenza tra il punto culminante e Chamounix, 14 90 ».

Secondo questo tracciato la linea parte da Aosta a 600 metri di altezza sul mare, risale la riva sinistra della Dora Baltea, attraversa una galleria di 300 metri, e sbocca a S. Pierre da una galleria di 1300 metri; dopo di che attraversata un'altra galleria di 150 metri, e varcata la Dora su di un viadotto alto 40 metri circa, e dopo avere così percorso 9400 metri colla uniforme salita del 13 per mille, la linea prende a risalire la riva destra della Dora colla pendenza del 17 per mille, ed arriva alla stazione di *Villeneuve*, al chilometro 10,5 ed alla quota di 740<sup>m</sup>,90 sul livello del mare.

Dopo un percorso di 300 metri in piano orizzontale per la stazione la linea riprende a salire col 17 per mille, superando Valsavarenche e subito dopo attraversando una galleria di 300 metri, finchè arriva ad *Arvier* sboccando da una galleria di 800 metri.

Proseguendo colla stessa pendenza del 17 per mille passa il torrente che scende da Val Grisance, e attraversate tre gallerie, che prese insieme misurano la lunghezza di 1050 metri, giunge al villaggio di *Ruinax*.

Attraversate ancora due gallerie, la prima di 700 e la seconda di 300 metri, e sorpassando per la seconda volta la Dora con un viadotto dell'altezza di 60 metri circa, si giunge al chilometro 17, 5.

Da questo punto e fino all'imbocco sud della grande galleria, si percorrono 17 chilometri e 600 metri, di cui 16800 metri colla pendenza del 16,98 per mille, ed 800 metri in piano orizzontale per il servizio delle stazioni. La linea attraversa la comba del torrente Vertosan, e quattro gallerie lunghe complessivamente 1500 metri, poi il torrente Colomb ed arriva alla stazione di *Mongex* alla quota di metri 990,60 sul livello del mare.

E dopo una galleria di 550 metri, dopo un viadotto sulla Dora di ben 200 metri di lunghezza, ed altro viadotto minore al Vallone della Balma sbocca da una galleria di 350 metri di lunghezza alla stazione di *Pré Saint-Didier* all'altezza di 1082<sup>m</sup>,20 sul mare.

Al chilometro 34, 3 si arriva alla stazione *Dollone-Courmayeur* all'altezza di 1129, 80 sul mare, e si entra nella grande galleria del Monte Bianco a 1140 metri di altezza sul mare. Dopo un percorso in galleria di 8400 metri colla pendenza del 2 per mille si è al punto culminante di tutta la linea ossia alla quota 1156,80. E dopo si discende colla pendenza del 14,9 percorrendosi ancora metri 6300 della grande galleria. A 200 metri dallo sbocco si incontra il piano della stazione di Chamounix alla quota di 1060 metri sul mare.

Notiamo ancora per ciò che si riferisce alla grande galleria che dalla parte di Entrèves ai piedi dello scarpato del Monte Chetif, un pozzo inclinato a 45°, della lunghezza di 250 metri raggiunge l'asse della galleria riducendo la lunghezza del traforo cieco da 14700 a 12300 metri.

(\*) I dati contenuti in questo capitolo abbiamo desunti dall'opuscolo « Chemin de fer du Mont Blanc. Deuxième étude préliminaire faisant suite au Mémoire présenté sur ce sujet à la Société Industrielle de Mulhouse par Ernest Stamm. Milan, 1875 ».

**Riassunto della linea da Aosta a Chamounix.**  
TRACCIATO INFERIORE.

Lunghezze consecutive	INDICAZIONE DELLA LOCALITÀ	Altezze sul mare	Distanze parziali	Pendenze per mille
Chilometri		Metri	Chilometri	Metri
0.	AOSTA . . . . .	600	—	—
9,400	Al 1° Viadotto sulla Dora . . . . .	722,2	9,400	13,00
10,500	Villeneuve (Stazione) . . . . .	740,9	1,100	17,00
10,800	» » » » . . . . .	740,9	0,300	0,00
17,500	Al 2° viadotto sulla Dora . . . . .	854,8	6,700	17,00
25,500	Morgex (Stazione) . . . . .	990,6	8,000	16,98
25,800	» » » » . . . . .	990,6	0,300	0,00
31,200	Pré Saint-Didier (Stazione) . . . . .	1082,3	5,400	16,98
31,500	» » » » . . . . .	1082,3	0,300	0,00
34,300	Dollone-Courmayeur (Staz.) . . . . .	1129,8	2,800	16,98
34,500	» » » » . . . . .	1129,8	0,200	0,00
35,500	Grande galleria. Imbocco . . . . .	1140,0	0,600	16,98
43,500	Punto culminante . . . . .	1156,8	8,400	2,00
49,800	Sbocco . . . . .	1063,0	6,300	14,90
50,000	CHAMOUNIX (Stazione) . . . . .	1060,0	0,200	14,90
50,500	» » » » . . . . .	1060,0	0,500	0,00

Nè l'Ingegnere Stamm è stato il solo che abbia pensato a traforare il Monte Bianco. Altri egregi Ingegneri, tra i quali il Bonelli, e in questi giorni un geologo valente, il prof. Baretta, accennarono alla possibilità di tracciati con pendenze inferiori ancora a quelle suindicate.

Ma non conviene dimenticare che tutti codesti dati non possono per ora servire ad altro che a dimostrare la utilità e la necessità che siano ordinati studi molto seri e particolareggiati; ed è pur necessario che codesti studi non siano limitati al solo tratto da Aosta a Chamounix, ma siano estesi sia al di qua sia al di là delle Alpi di quanto basti a dimostrare in modo inconcusso la possibilità di una linea internazionale a pendenze minime da potersi percorrere a grande velocità.

Questa e non altra dev'essere la nostra mira; questo il problema da sciogliere. E se da tale soluzione riesciranno appagati gli interessi della Vallata della Dora Baltea, tanto meglio; la Francia e l'Italia non esulteranno meno all'idea che le ricchezze del mondo abbiano a riversarsi nel cuore del Piemonte; ma l'una e l'altra andranno altere di potersi dare un nuovo amplesso sotto gli eterni ghiacciai del gigante delle Alpi, nel sotterraneo del Monte Bianco.

G. S.

## COSTRUZIONI CIVILI

### SOLAI CON TRAVI IN FERRO

Studio pratico dell'Ing. RODOLFO BUTI.

#### CAPO III. — Applicazione agli ambienti ordinari.

§ 9. *Analisi degli elementi di cui è costituito un solaio in ferro.* — L'elemento più essenziale costituente una impalcatura metallica è certamente il trave in ferro. Una volta determinata la forma e dimensione di questo, facilmente si studiano le altre parti del solaio nelle quali più che dal calcolo ci dobbiamo far guidare da criteri pratici.

Quanto alla forma da darsi alla sezione trasversa del trave già sappiamo per quali ragioni si ricorse al doppio T che è il più adatto a dare sotto minime proporzioni il maggiore momento di resistenza da contrapporre al momento inflettente.

Non esistono regole fisse per determinare i rapporti fra le dimensioni delle varie parti della sezione retta del trave

o per assegnarne la forma. Però i metodi di fabbricazione alla trafilatura consigliarono l'arrotondamento di tutti gli angoli sia salienti che rientranti, cosa che giova anche al solido collegamento fra la lama e le ali. In quanto alla distribuzione della materia si cercò di allontanarla il più possibile dalla fibra neutra conservando alla lama il solo spessore necessario per la rigidità dell'insieme tenendo anche conto della possibilità di connettere altre parti in ferro contro la lama medesima con squadre bollonate.

Sempre nel concetto di aumentare il momento di inerzia della sezione allontanando la materia dal centro di figura (che per la simmetria della sezione intorno ai due assi perpendicolari che passano per detto centro, coincide col centro dell'ellisse centrale d'inerzia) invece di dare alla lama una forma rettangolare, si restrinse di più al centro allargandola verso le ali, ma tale forma è poco usata. Si vede che nel ferro a triplo T la nervatura intermedia aumenta ben poco la resistenza del trave, ed un terzo di quello stesso peso attribuito a detta nervatura se fosse invece trasportato alle ali estreme darebbe una eguale resistenza.

Di pari passo coll'aumentarsi dei perfezionamenti nella costruzione dei ferri laminati crebbe sempre la possibilità di tirare alla trafilatura dei ferri di dimensioni molto grandi e si raggiunse e superò anche il metro di altezza, e all'esposizione di Parigi del 1867 comparvero già travi di laminatoio di straordinarie dimensioni. Al di là però di un certo limite (0<sup>m</sup>.40) di altezza non conviene più adoperare ferri di un solo pezzo, e si adoperano invece travi composte di lamiera. In quanto al limite minimo di ferri a doppio T adoperati per impalcature si può ritenere essere i dieci centimetri di altezza.

§ 10. *Formole per assegnare le dimensioni dei travi.* — Nel calcolare le dimensioni di un trave in ferro per le impalcature non potendosi fare un grande assegnamento sull'efficacia dell'incastro nel muro, si suole considerare la trave come semplicemente appoggiata liberamente sulle sue estremità. Il peso essendo egualmente distribuito su tutta la lunghezza ci serviremo della formola

$$[1] \quad \frac{R I}{n} = \frac{p l^2}{8},$$

ove R è il coefficiente di resistenza della materia impiegata. I è il momento d'inerzia della sezione del trave. n la distanza della fibra più estesa o più compressa dalla fibra neutra e nel caso nostro n è la metà dell'altezza della trave.

p il peso per metro lineare di trave  
l lunghezza del trave.

a) *Momento d'inerzia I della sezione.* — Occupiamoci primieramente dell'elemento più soggetto ad esame e che rappresenta il valore di resistenza del trave stesso.

Il momento d'inerzia si può calcolare nei seguenti vari modi: Col metodo approssimato. Colla scomposizione della superficie in tanti poligoni. Col metodo Heppel. Con l'applicazione della formola Simpson sia secondo il metodo Poncelet, sia secondo il metodo Bélanger.

1° *Metodo approssimato.* — È il più usato nella pratica e consiste nel considerare la sezione come composta di tre soli rettangoli, uno per la lama e due per le due ali. Qui però nasce una incertezza che è quella appunto che rende poco esatto il metodo: quali saranno le dimensioni da darsi a questi rettangoli per ottenere un momento d'inerzia equivalente a quello effettivo?

Ordinariamente conservando per rettangoli le stesse lunghezze estreme dell'ali e della lama, non rimane che un poco d'incertezza sullo spessore dei due rettangoli corrispondenti alle ali, e questo si assegna in base ad uno spessore medio, trascurando le curve di raccordamento e le rotondità laterali dell'ala.

Per convincerci del grado di esattezza di questo metodo non dobbiamo fare altro che confrontarlo con i metodi più esatti.

Accingendoci a determinare esattamente il momento cercato, ci si presenta per primo il metodo della scomposi-

zione della figura in tante superficie terminate da linee geometriche di determinata equazione. Tale strada però, oltre essere lunghissima, non è applicabile sempre nello stesso modo, e ad ogni sezione deve cambiarsi sistema. Onde i sistemi migliori a seguirsi sono i seguenti:

1° *Scomposizione della figura in rettangoli e trapezi.*

Sia ABC (fig. 77) la metà di un'ala del trave: scompongo la superficie in quattro rettangoli a, c, e, g, ed in tre triangoli b, d, f. Si vede chiaramente che la superficie trascurata è grandemente piccola, e trovato il momento d'inerzia degli elementi, saremo poco lontani dal valore esatto.

Rammentiamo che il momento d'inerzia di una superficie rispetto ad una retta contenuta nel suo piano è uguale al momento d'inerzia della medesima superficie rispetto ad un asse parallelo che passa pel centro di gravità, più il prodotto dell'area della superficie per il quadrato della distanza dei due assi. Ciò posto, il momento d'inerzia di un rettangolo rispetto ad una retta parallela al suo lato inferiore e distante δ da questo sarà (fig. 75):

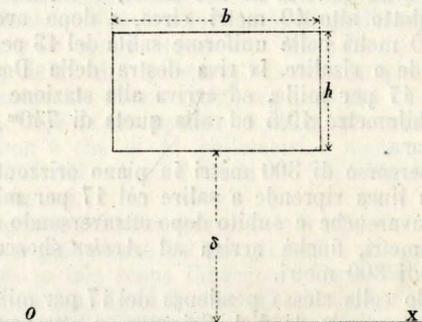


Fig. 75.

$$(a) \quad I = bh \left[ \frac{h^2}{12} + \left( \delta + \frac{h}{2} \right)^2 \right]$$

e il momento d'inerzia di un triangolo col vertice in basso rispetto ad una retta parallela alla sua base e distante Δ sotto al vertice, sarà (fig. 76):

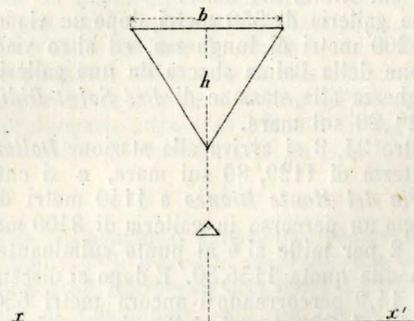


Fig. 76.

$$(b) \quad I = \frac{bh}{2} \left[ \frac{h^2}{18} + \frac{1}{2} \left( \Delta + \frac{2h}{3} \right)^2 \right]$$

Per il caso dunque della figura avremo:

$$\text{Rettangolo } a: \quad h=0.005. \quad b=0.009. \quad \delta=0.052$$

$$I_1=0.000 \ 000 \ 13375.$$

Rettangolo *c*:  $h=0.005$ .  $b=0.014$ .  $\delta=0.057$   
 $I_2=0.000\ 000\ 23144$ .

Rettangolo *e*:  $h=0.002$ .  $b=0.040$ .  $\delta=0.062$   
 $I_3=0.000\ 000\ 31752$ .

Rettangolo *g*:  $h=0,006$ .  $b=0.050$ .  $\delta=0.064$   
 $I_4=0.000\ 001\ 34670$ .

Triangolo *b*:  $h=0.002$ .  $b=0.005$ .  $\Delta=0.055$ .  
 $I_5=0.000\ 000\ 007\ 934$ .

Triangolo *d*:  $h=0.005$ .  $b=0.026$ .  $\Delta=0.057$   
 $I_6=0.000\ 000\ 118\ 381$ .

Triangolo *f*:  $h=0.002$ .  $b=0.010$ .  $\Delta=0.062$   
 $I_7=0.000\ 000\ 020\ 037$ .

Trascurando *h* piccolissimo avremo quindi:

$$I=I_1+I_2+I_3+I_4+I_5+I_6+I_7=0.000\ 002\ 191.$$

2° Metodo Heppel. — È meno esatto del metodo precedente, scomponendo la superficie solamente in rettangoli; dovendo assottigliare questi è meglio usare direttamente il metodo Bélanger quando la sezione è simmetrica, il metodo Heppel è però utile quando le ali del trave sono ineguali.

Sia *N* la distanza dell'asse neutro dal lato inferiore della sezione.

*H* la distanza di un elemento dal medesimo lato inferiore.

*d* la distanza di un elemento dall'asse neutro.

*B* la larghezza della sezione ad un'altezza *H*.

$\Sigma$  il segno della somma.

$\Delta$  il segno della differenza.

Se l'asse neutro passa pel centro di figura e la figura è simmetrica, il momento d'inerzia si avrà dalla formola:

$$I=\frac{2\Sigma B\Delta(d^3)}{3}$$

Se ciò non si verifica, dalla formola

$$I=\frac{\Sigma B\Delta(H^3)}{3}-AN^2$$

essendo

$$A=\Sigma B\Delta H$$

ed

$$N=\frac{\Sigma B\Delta(H^2)}{2A}$$

Per chiarire l'uso di queste formole applichiamo ad un esempio numerico (V. Molesworth) per una trave di ghisa alta 0<sup>m</sup>.20 ad ali ineguali.

Nelle prime tre colonne della tabella figurano le distanze *H* degli elementi dall'orlo inferiore della trave alle prime tre potenze. Nelle seconde tre colonne le differenze successive fra i valori di *H*, di *H*<sup>2</sup> e di *H*<sup>3</sup>.

Nella settima colonna le varie larghezze *B* della sezione corrispondenti alle varie altezze *H*.

Nelle ultime tre colonne i prodotti di *B* per i valori delle tre colonne precedenti la settima.

Sommando le ultime tre colonne si avranno i valori cercati  $\Sigma B\Delta H$ ,  $\Sigma B\Delta(H^2)$ ,  $\Sigma B\Delta(H^3)$  da sostituirsi nelle formole precedenti nei valori di *A*, *N* ed *I*.

Dalla colonna ottava abbiamo  $\Sigma B\Delta H=A=44$ , quindi

$$N=\frac{\Sigma B\Delta(H^2)}{2A}=(\text{per la 9ª colonna})\frac{760}{88}=8.63$$

quindi

$$I=\frac{17096}{3}-44(8.63)^2=5698-3277=2421.$$

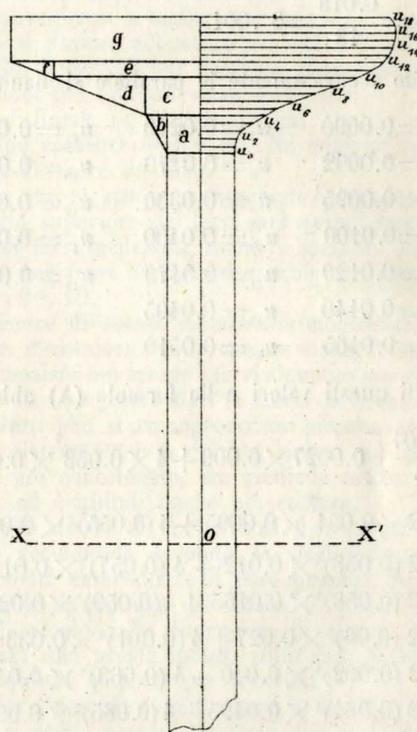


Fig. 77.

Le dimensioni indicate nella figura essendo millimetri, il valore di  $I=2421$  va scritto:  $I=0,00002421$ .

3° Metodo esatto. — Per mezzo di tante rette parallele ad uno degli assi di simmetria della sezione, si può dividere questa in tanti piccoli rettangoli, la cui somma sarà tanto più prossima al vero valore dell'area quanto minore sarà la equidistanza scelta, quindi coi metodi di Poncelet o Bélanger si può spingere l'esattezza fino al grado che si vuole, tanto più se si disegna la sezione in grande scala. Terminando le travi a doppio T nella parte superiore con una retta parallela all'asse che passa per la fibra neutra, convien dividere la superficie con tante parallele a questa retta, conviene perciò meglio attenersi al metodo Bélanger.

H	H <sup>2</sup>	H <sup>3</sup>	$\Delta(H)$	$\Delta(H^2)$	$\Delta(H^3)$	B	$B\Delta(H)$	$B\Delta(H^2)$	$B\Delta(H^3)$
0	0	0							
1	1	1	1	1	1	8	8	8	8
4	16	64	3	15	63	4	12	60	252
18	324	5832	14	308	5768	1	14	308	5768
19	361	6859	1	37	4027	3	3	411	3081
20	400	8000	1	39	4141	7	7	273	7987
							44	760	17096
							$=\Sigma B\Delta H$	$=\Sigma B\Delta(H^2)$	$=\Sigma B\Delta(H^3)$

Chiamando  $\delta$  l'equidistanza delle  $n$  rette parallele (fig. 77), ossia l'altezza delle zone elementari,  $k$  la distanza fra il limite inferiore della superficie e l'asse neutro,  $u_0, u_1, u_2, u_3, \dots, u_n$  le lunghezze delle  $n$  corde parallele, il momento d'inerzia è rappresentato dalla formola:

$$(A) \quad I = \frac{\delta}{3} \left[ k^3 u_0 + 4(k + \delta)^2 u_1 + 2(k + 2\delta)^2 u_2 + 4(k + 3\delta)^2 u_3 + \dots + (k + l)^2 u_n \right]$$

Nel caso della sezione considerata nell'esempio del secondo caso, abbiamo i seguenti valori, prendendo l'equidistanza di 0<sup>m</sup>.001:

$$l = 0.018$$

$$k = 0.07 - 0.018 = 0.052$$

$$k^2 = 0.002704$$

$$\delta = \frac{l}{n} = \frac{0.018}{18} = 0^m.001.$$

Misurando accuratamente le parallele si hanno i valori:

$u_0 = 0.0090$	$u_7 = 0.0210$	$u_{14} = 0.0515$
$u_1 = 0.0092$	$u_8 = 0.0270$	$u_{15} = 0.0520$
$u_2 = 0.0095$	$u_9 = 0.0330$	$u_{16} = 0.0520$
$u_3 = 0.0100$	$u_{10} = 0.0400$	$u_{17} = 0.0520$
$u_4 = 0.0120$	$u_{11} = 0.0470$	$u_{18} = 0.0510 = u_n$
$u_5 = 0.0140$	$u_{12} = 0.0495$	
$u_6 = 0.0165$	$u_{13} = 0.0510$	

Introdotti questi valori nella formola (A) abbiamo:

$$I = \frac{0.001}{3} \left[ 0.0027 \times 0.009 + 4 \times 0.053^2 \times 0.0092 + 2 \times 0.054^2 \times 0.0095 + 4(0.055)^2 \times 0.01 + 2(0.056)^2 \times 0.012 + 4(0.057)^2 \times 0.014 + 2(0.058)^2 \times 0.0165 + 4(0.059)^2 \times 0.021 + 2(0.06)^2 \times 0.027 + 4(0.061)^2 \times 0.033 + 2(0.062)^2 \times 0.040 + 4(0.063)^2 \times 0.047 + 2(0.064)^2 \times 0.0495 + 4(0.065)^2 \times 0.051 + 2(0.066)^2 \times 0.0515 + 4(0.067)^2 \times 0.052 + 2(0.068)^2 \times 0.052 + 4(0.069)^2 \times 0.052 + 2(0.070)^2 \times 0.051 \right]$$

$$= 0.0063577 \frac{0.001}{3} = 0.000\ 002\ 419\ 2$$

mentre troviamo già = 0.000 002 491 0 coll'altro metodo.

Determinato così il momento d'inerzia di un'ala nella sua parte terminata da curva, se la sezione è simmetrica si raddoppia e si somma col momento del rettangolo centrale, si avrà così il momento d'inerzia dell'intera sezione: ovvero si determina il momento del mezzo rettangolo superiore all'asse neutro e sommato con quello dell'ala si raddoppia la somma.

Per il nostro caso avremo pel rettangolo superiore:

$$I = \frac{b h^3}{3} = \frac{0.009 \times 0.052^3}{3} = 0.000\ 000\ 421\ 824$$

che sommato con I = 0.000 002 419 200

dà il semimomento  $\frac{1}{2} I = 0.000\ 002\ 544\ 024$

e perciò il momento cercato dell'intera sezione sarà:

$$I = 0.000\ 005\ 082$$

e il momento di resistenza sarà:

$$\frac{I}{n} = 0.00007260$$

valore che corrisponde a quelli che sono assegnati nelle tabelle per i travi da 0<sup>m</sup>.14, per cui  $\frac{I}{n}$  varia da 0.000071 a 0.000075.

Determiniamo ora lo stesso momento nel modo con cui è stato determinato sempre nel redigere le tabelle di resistenza dei ferri, cioè considerando la sezione composta di tre rettangoli. Assegnando alle ali lo spessore medio 0<sup>m</sup>.01 (fig. 78) attribuito generalmente nelle tabelle ai travi da 0<sup>m</sup>.14 avremo per la formola:

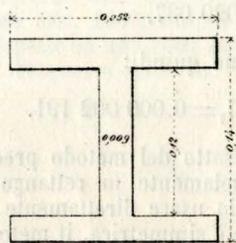


Fig. 78.

$$(B) \quad I = \frac{b h^3 - b' h'^3}{12}$$

i valori

$$b = 0.052 \quad b' = 0.043$$

$$h = 0.140 \quad h' = 0.120$$

avremo quindi:

$$I = 0.000\ 005\ 7$$

valore analogo a quello riportato nelle tabelle, ma un poco superiore a quello determinato col metodo Bélanger.

Concludiamo perciò che nei casi ordinari ci possiamo servire della formola (B), ricorrendo alla formola (A) nei casi in cui si tratti di travi di dimensioni alquanto importanti, e quando non avendo le tabelle una indicazione sul valore assegnato ad R, se ne voglia determinare quello che risulta dalla formola  $\frac{RI}{u} = \frac{p l^2}{8}$ .

In generale si ottiene un risultato abbastanza esatto per la formola (B) prendendo per spessore medio dell'ala del trave quello che risulta intersecando la curva limitante lateralmente l'ala con una retta  $\alpha\beta$  (fig. 79) che riunisce i due punti ove la curva medesima si raccorda colle parti rettilinee.

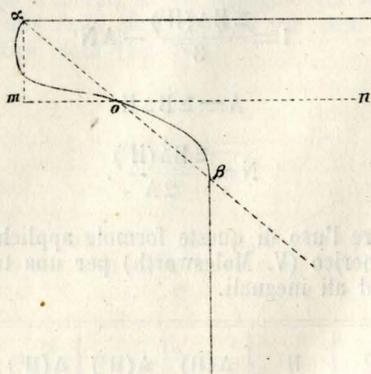


Fig. 79.

Non seguendosi una regola fissa nella configurazione delle sezioni delle travi a doppio T, avviene che per una medesima altezza di travi si hanno moltissime figure diverse dipendenti dal vario modo di distribuire la materia fra le ali e la lama. Accade anche di avere una trave di maggiore altezza, maggiore resistenza, e minore, o per lo meno eguale peso di un altro di minore altezza e minore resistenza. Avendo perciò sott'occhio le tabelle di varie fabbriche, conviene scegliere quella sezione che a parità di peso a metro lineare dà una maggiore resistenza, un maggior valore di  $\frac{I}{n}$ .

Per esempio, nei travi da 0<sup>m</sup>.14, che nei solai ordinari

sono molto usati, lo spessore della lama varia da 5 mm. a 9 mm. e anche 10. Nei solai conviene sempre cercare maggiore resistenza nelle ali che nella lama, oltre la resistenza, la maggiore dimensione delle ali si presta meglio per l'adattamento delle varie parti componenti l'impalcatura.

Considerata la figura della trave nella sua sezione trasversale, parliamo della forma nel senso longitudinale. In generale si dà alle travi un'altezza costante, ma non si fanno mai veramente rettilinee. Si dà invece un poco di freccia o curvatura, sia perchè sotto il carico del solaio non nasca una curvatura in senso opposto, sia per avere un poco più di resistenza, sia infine perchè una piccola convessità ai pavimenti o concavità leggerissima ai soffitti non sono dannose nè all'occhio, nè alla solidità. In generale si dà alle travi da solai una freccia eguale ad un duecentesimo della lunghezza, ossia di un mezzo centimetro per metro.

b) Scelta del coefficiente di resistenza  $R$ . — Sebbene alcune fabbriche abbiano redatto delle tabelle di resistenza delle travi in ferro sulla base di  $R=12$  kilogrammi per millimetro quadrato, pure non conviene riguardare questo valore che come un limite massimo che non conviene neanche raggiungere. Cementate delle travi a sopportare dei carichi sempre crescenti, prima di giungere ad un carico corrispondente ad  $R=12$ , si sono verificati nella trave dei fenomeni, che sebbene si fosse appena al terzo del carico di rottura, sarebbe sempre prudente evitare nell'impiego del ferro. Riteniamo invece colla maggioranza degli autori essere più opportuno attenersi al valore di  $R=10.000.000$ . Trattandosi però di ambienti straordinari per usi speciali, come grandi riunioni di gente, balli, ecc., è prudente non oltrepassare mai  $R=8.000.000$ .

Nelle tabelle ove figura per ciascuna trave il relativo valore di  $\frac{l}{n}$ , il coefficiente  $R=10.000.000$  facilita la determinazione del limite  $l$  nella formola  $\frac{RI}{n} = \frac{pl^2}{8}$ , come vedremo in appresso.

c) Determinazione del peso  $p$ . — Importa molto di fissare bene le idee sul carico sopportato dalle travi, poichè sebbene sia un dato di fatto è pure soggetto a molte varietà di apprezzamenti. Innanzi tutto il valore di  $p$  si può considerare composto di due elementi cioè di un carico permanente o peso proprio dell'impalcatura, compreso il soffitto e il pavimento, e di un carico accidentale sopportato dal pavimento.

Il carico permanente si può determinare con sufficiente esattezza procedendo con modo analitico a dare il peso di tutte le parti componenti il solaio.

Il carico accidentale varia secondo la destinazione a cui serve il locale. Nelle abitazioni ordinarie si deve tenere conto del mobilio e di un certo numero di persone a metro quadrato. Siccome però il mobilio in genere è distribuito verso il perimetro dell'ambiente, è più importante tener conto del numero di persone che si può assegnare secondo la qualità dell'ambiente. Tal genere di peso accidentale è compreso fra due limiti, cioè da una a quattro persone per metro quadrato, che è quanto dire da 70 a 280 chilogrammi per metro quadrato. Così per esempio, per appartamenti ordinari si può tenere il peso accidentale di kilogrammi 75 a metro quadrato, per sale di ricevimento il doppio, kilogrammi 150, per sale di riunioni ordinarie 210 kilogrammi, e per sale di grandi riunioni, 280 kilogrammi a metro quadrato.

In quanto ai magazzini o alle botteghe il peso dipende dalla qualità e quantità di mercanzie che si suppone si debba depositare.

Qualche volta, oltre al carico accidentale, conviene tener conto del genere di pavimento da eseguire, non tanto per il suo peso quanto per il genere che non sempre si adatta sopra un solaio oscillante. In tali casi è necessario un eccesso di solidità e rigidità nelle travi, oltre quella richiesta dal peso a cui devono resistere.

Il peso permanente per i solai in ferro dei principali sistemi enumerati precedentemente varia dai 275 ai 350 kilogrammi per metro quadrato, secondo le altezze, e per quelli fatti con mattoni vuoti, da 200 a 300 kilogrammi.

Determinato il valore del carico complessivo a metro quadrato, si ottiene il valore di  $p$  moltiplicando detto carico per l'intervallo dei travi.

Vedremo, parlando dei solai usati in Italia, il modo esatto per la determinazione del peso permanente.

§ 11. *Solai con voltine in mattoni.* — Premesse queste generalità su tutti i sistemi, veniamo a trattare più specialmente dei sistemi ora più in uso e di quelli specialmente presso di noi meglio applicabili dal lato dell'economia, della semplicità e dell'incombustibilità.

Quando il solaio deve ricuoprire un ambiente per cui non importa avere un soffitto decorato, allora è molto utile il sistema di semplici volticelle di mattoni vuoti messi di costa o in foglio. Per ottenere una freccia sufficiente senza oltrepassare coi voltini il piano superiore dei ferri, conviene tenere questi tanto più ravvicinati quanto più è piccola la loro altezza. In media, si possono tenere le travi ordinarie ad un intervallo da 0<sup>m</sup>.75 ad 1<sup>m</sup>. Tutto però deve essere subordinato alle dimensioni del mattone che s'impiega, non essendovi convenienza a tagliare un quinto od un quarto dei mattoni che si devono adoperare per adattarli all'intervallo.

L'intervallo di 0<sup>m</sup>.90 per esempio si taglia molto bene alle dimensioni dei mattoni vuoti e a due fori, esistenti nella piazza di Roma, i quali sono lunghi 0<sup>m</sup>.115 o 0<sup>m</sup>.120, ed hanno uno spessore di 0<sup>m</sup>.06. Ne entrano così esattamente 7 per formare un arco.

La freccia che si ottiene mantenendo l'estradosso del voltino al livello superiore dei ferri sarà quindi sempre eguale all'altezza dei ferri medesimi, meno lo spessore dei mattoni, per esempio per travi da 0<sup>m</sup>.16 sarebbe la freccia 0<sup>m</sup>.16 - 0<sup>m</sup>.06 = 0<sup>m</sup>.10.

Questo genere di solaio subisce una modificazione atta ad ottenere una decorazione più regolare nel soffitto. Tale modificazione consiste nel tenere i ferri alquanto più discostati, e mettendone altri perpendicolari in modo da formare tanti lacunari quadrati che si ricuoprono con piccole volte a vela o a schifo. Il sistema così modificato riesce più gradevole alla vista e più concatenato, ma richiede molto più ferro, più altezza, ed è quindi anche più costoso.

a) Calcolo delle dimensioni dei travi. — Stabilito il peso accidentale secondo la destinazione dell'ambiente, conviene determinare il peso proprio. Siccome però questo dipende dall'altezza del solaio, e quindi da quella dei ferri, il calcolo delle dimensioni di questi non può eseguirsi senza una previa ipotesi sulla loro stessa altezza: si procede quindi in parte per tentativi.

Non essendo per altro molto grande la differenza fra il peso dei vari solai, secondo le travi che si adoperano, per ambienti ordinari si può anche ritenere un peso costante uguale a quello dei travi di maggiore altezza.

Vedemmo che le travi per ambienti ordinari variano in massima fra l'altezza di 0<sup>m</sup>.12 e 0<sup>m</sup>.18; se si stabiliscono i limiti fino ai quali per una data qualità di peso accidentale si possono adoperare le travi da 0<sup>m</sup>.12, da 0<sup>m</sup>.14, da 0<sup>m</sup>.16 e da 0<sup>m</sup>.18, otterremo una specie di tabella colla quale a colpo d'occhio, data la portata dell'ambiente, si assegna la qualità di travi da adottarsi.

Si debba per esempio adottare un intervallo di 0<sup>m</sup>.90 per volticelle con mattoni di 0<sup>m</sup>.16 di spessore messi per coltello: sia 0<sup>m</sup>.05 lo spessore del pavimento compreso l'astrico. Determiniamo il peso permanente a metro lineare di trave, ammettendo  $d=1500$  per gravità specifica della muratura adoperata, e  $P=75^{\text{chg}}$  come peso accidentale.

*Travi da 0.12 e da 0<sup>m</sup>.14.* — Se nei travi da 0<sup>m</sup>.12 si tenesse l'estradosso dei voltini al livello superiore dei travi, il voltino riuscirebbe troppo depresso e non conviene mai adoperare una freccia minore molto del decimo della corda, onde tenuto conto della grossezza del nascimento della volta col trave che riduce la corda a circa 0<sup>m</sup>.80 netti, non terremo mai la freccia minore di 0<sup>m</sup>.08 e questo limite sarà comune tanto alle travi da 0.12 quanto a quelle da 0<sup>m</sup>.14. Perciò in ambedue i casi lo spessore totale del solaio sarà 0<sup>m</sup>.08 + 0<sup>m</sup>.06 + 0<sup>m</sup>.05 = 0<sup>m</sup>.19: onde il peso totale lordo per metro lineare

di trave sarà  $0.90 \times 0.49 \times 1.5 = \text{Chg. } 256.50$   
 da cui deducendo il  
 segmento inferiore  $1500 \times 0.90^2 \times 0.0591 = \text{» } 72.00$   
 rimane il peso permanente  $184.50$   
 a cui aggiungendo il peso accidentale  $75 \times 0.90 = 67.50$   
 avremo il valore cercato di  $p$ .  $p = 252.00$

Ora ponendo nella formula (a)  $\frac{RI}{n} = \frac{pl^2}{8}$ ,  
 $R = 10\,000\,000$ ,  $p = 252$ ,  $n = 0.06$  ed  $I$  determinato con  
 i metodi precedenti o desunto da tavole, si ha:

$\frac{I}{n} = 0.00005515$ , quindi il limite domandato per travi  
 da  $0.12$

$$l = \sqrt[3]{8 \frac{R}{p} \times \frac{I}{n}} = \sqrt[3]{17.51} = 4^m.18$$

e per travi da  $0.14$  essendo  $\frac{I}{n} = 0.00007260$

$$l = \sqrt[3]{8 \frac{R}{p} \times 0.00007260} = \sqrt[3]{23.05} = 4^m.80.$$

Notiamo intanto che  $8 \frac{R}{p} = 317460.31 = D$  è un fattore co-

stante. Ora avremo per travi da  $0.16$  l'altezza totale  
 $0.16 + 0.05 = 0.21$ , e il peso  
 lordo:  $0.21 \times 0.9 \times 1.5 = 283.50$

da cui deducendo il segmento  
 di freccia ( $0^m.16 - 0^m.06$ )  $(0.9)^2 \times 0.0748 \times 1.5 = 91.50$   
 rimane il peso per metro lineare,  $67.50 + 192.00$   
 valore di  $p'$  che sostituito dà:

$$l = \sqrt[3]{8 \frac{R}{p} \times 0.00009287} = \sqrt[3]{28.63} = 5^m.35$$

Procedendo analogamente per impalcature con travi da  $0.18$   
 si trova il limite

$$l = \sqrt[3]{42.55} = 6^m.52.$$

b) Presa delle travi nel muro; distanza dei  
 travi dal muro. — La quantità di cui una trave dev'essere  
 incastrata nel muro dipende da due considerazioni:  
 1° essa deve avere tanta riantranza da ottenersi una mura-  
 tura delle testate tanto salda da mantenere la trave fissa  
 senza pericolo di spostamenti laterali o di inclinazione;  
 2° la lunghezza della presa sia tale che il peso gravitante  
 sull'appoggio possa distribuirsi su sufficiente base senz'chè  
 abbiasi a temere lo schiacciamento del materiale su cui ri-  
 posa la trave. In generale si ritiene come limite inferiore  
 $0^m.20$  con che si soddisfa alla prima considerazione. Siccome  
 poi lo sforzo laterale cresce colla lunghezza della trave, in  
 pratica si adotta la norma di dare alle prese il decimo della  
 lunghezza utile, ossia il 5 p. % per ogni estremità. Così  
 una trave di  $5^m$  di portata avrebbe  $0^m.25$  di presa per parte,  
 e una di  $6^m$ ,  $0^m.30$  per parte.

Tale limite si è riconosciuto sufficiente per soddisfare  
 alla seconda condizione quando la muratura su cui poggia  
 la trave è in mattoni, tenendo conto che murando bene le  
 testate con mattoni anche sulla parte inferiore dell'ala su-  
 periore si esercita la reazione. In quanto alla situazione  
 dei travi rispetto alla parete a cui sono parallele, è buona  
 regola disporre i primi travi a contatto del muro, altrimen-  
 te la prima volticella comunque costruita, avendo una  
 imposta poggiata su di un trave elastico ed oscillante e di-  
 latabile e l'altra sul rigido muro, facilmente manifesterà  
 delle screpolature. Inoltre una per lo meno delle due parti  
 dell'ambiente essendo un muro leggero o tramezzo, non  
 sempre vi si può appoggiare una volticella. Qualora, però,  
 come avviene più frequentemente, la larghezza dell'ambiente  
 non sia un multiplo dello scostamento stabilito, allora la

differenza residua si può dividere in due metà distribuendo  
 una per ciascun lato della sala, rimarranno così due  
 prime campate minori sempre della metà di una campata  
 regolare e in cui perciò poco importerà se le imposte dei  
 voltini siano in condizioni ineguali.

Con tali norme risulta sempre che il numero delle travi  
 impiegate in un ambiente è uguale al numero delle volte  
 che l'intervallo stabilito entra nella lunghezza del lato nel  
 quale si intestano le travi. Quindi il numero di metri qua-  
 drati  $q$  dell'ambiente diviso per l'intervallo detto  $h$  corrisponde  
 al numero  $L$  di metri lineari di travi libere, ossia:

$$L = \frac{q}{h}$$

Infatti in un ambiente di  $4^m \times 5^m$ , in cui i travi poggino  
 sul lato di  $4^m$ , e siano a  $0^m.80$ , contando che le due  
 campate laterali siano di  $0^m.40$ , avremo 5 travi lunghe  $5^m$ ,  
 ossia in tutto 25 metri lineari di trave; or bene la formola  
 superiore darebbe appunto per  $q = 4 \times 5 = 20$ ,  $h = 0.80$ ,

$$L = \frac{20}{0.80} = 25.$$

A questa quantità va aggiunto il decimo per le prese.

c) Costo delle impalcature a metro quadrato. —  
 Il costo si compone evidentemente di due elementi, ma-  
 teriale, e mano d'opera. Il materiale poi si può distinguere  
 in ferro e parte muraria.

Stabilita la tabella (a) per i limiti delle portate di cia-  
 scuna qualità di travi sarà anche determinata per ciascun  
 ambiente questa stessa qualità: siccome è noto, il peso dei  
 travi a metro lineare secondo la loro altezza, così, noto lo  
 intervallo dei travi, si avrà il peso di essi a metro qua-  
 drato di pavimento.

La quantità di mattoni a metro quadrato si desume ana-  
 lizzando la forma del voltino per dedurre il numero di essi  
 a metro lineare, e quindi quello a metro quadrato divi-  
 dendo per l'intervallo  $h$ . Così per l'intervallo  $h = 0.90$  ve-  
 demmo impiegarsi 7 mattoni per formare l'arco, quindi es-  
 sendo questi lunghi  $0^m.24$  tenendo conto della malta, ve-  
 ne entreranno  $4 \times 7 = 28$  per ogni metro lineare di vol-  
 tino e  $\frac{28}{0.9} = 31.11$  per ogni metro quadrato di pavimento.

La malta che serve alla formazione del solo voltino fra  
 le commessure dei mattoni si può ritenere non esattamente  
 eguale al volume di uno strato di 1 centimetro esteso su  
 tutta la superficie del solaio. Il volume del rinfianco si ha  
 facilmente deducendo dal rettangolo il segmento corrispon-  
 dente all'estradosso del voltino.

Rimane l'astrico superiore e l'intonaco sull'intradosso  
 che si apprezzano facilmente a metro superficiale.

In quanto alla mano d'opera si può ammettere con suf-  
 ficente esattezza che un muratore assistito dal manuale im-  
 piega per costruire un metro quadrato di voltino rinfian-  
 cato, giornate 0.40.

§ 12. — Solai in piano o a piattabanda (fig. 80). —  
 Essendo questo il sistema il più generalmente adottato ci  
 tratteremo più diffusamente a parlarne.

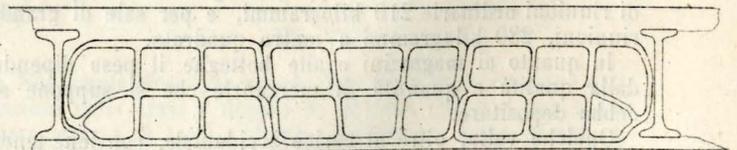


Fig. 80.

Si compone di sole travi a doppio T unite da volte in  
 piano formate con mattoni vuoti speciali dette anche pi-  
 gnatte (*briques à planchers* dai francesi).

I vantaggi di questo sistema sono i seguenti:

1° Incombustibilità perfetta.



costruzione non si deve mai trascurare di spalmare le travi con minio o con ossido di ferro possibilmente appena giunte in cantiere e prima che cominci l'ossidazione.

Non potendosi in una fabbrica in costruzione garantire le pignatte dalle rotture cagionate dalla caduta di materiali, la formazione dei voltini non ha luogo che dopo ultimata la copertura della fabbrica. Qualora però avendo modo di riparare a questo inconveniente per ragione di convenienza o di tempo si dovessero costruire prima, è prudente che sopra le testate dei travi vi sia già almeno la muratura di un altro piano, e non si costruiscano i voltini in un piano se non sono almeno collocate a posto le travi del piano superiore.

La malta per la formazione dei voltini deve essere ben fina e grassa, si può anche adottare cemento mescolato a sabbia, si deve però sempre evitare l'uso del gesso in tutte le costruzioni ove entra il ferro. La costruzione dei voltini non riuscirà mai ben fatta se i muratori lavorano dal di sopra tenendo i piedi sopra le travi, il migliore sistema è di tenere il ponte di servizio in modo che stando al di sotto il muratore oltrepassi di tutta la testa il piano superiore delle travi.

La volta si costruisce sorreggendo provvisoriamente le pignatte con un regolo munito alle estremità di due grappe in ferro che si attaccano alle ali inferiori dei travi e si fa scorrere in avanti. Il lavoro deve procedere di pari passo in tutti gli intervalli delle travi. Le pignatte si possono collocare tanto su di una stessa linea quanto alternando i giunti: questo secondo modo dà un migliore collegamento ma non è punto necessario ed obbliga a chiudere contro i muri con mattoni ordinari o vuoti. Le pignatte devono essere tutte sane, complete ed uniformi.

Appena terminati i voltini si devono immediatamente eseguire due operazioni: ripassarle superiormente con una spianata in calce, riempiendo bene prima i vuoti contro i travi, quindi i giunti intermedi: in secondo luogo dare una sbuffata di calce all'intradosso che aderendo meglio finchè il materiale è umido, riempie anche i vuoti rimasti in qualche giunto.

Si riempie quindi con astrico superiormente in modo da superare di uno o due centimetri il piano superiore dei ferri. Non rimane così che l'esecuzione del pavimento e il compimento dell'intonaco sottostante, operazione da eseguirsi quando si è sicuri della completa presa della malta dei voltini.

Costruito in tale modo il solaio, esso rimane in breve tempo asciutto e praticabile.

Lo spessore del solaio varia in proporzione dei ferri che si adoperano, e non tenendo conto del pavimento che varia secondo il genere di materiale impiegato, si può dire che lo spessore del solaio compreso l'intonaco sottostante è sempre cinque centimetri superiore alla altezza delle travi.

§ 14. — *Peso di un solaio.* — Dovendo calcolare il peso conviene tenere conto esatto di tutto. Prendendo per base un solaio di cui si conosca il peso, quello degli altri si può facilmente ricavare pesando separatamente le pignatte. Essendo però la forma di queste ineguale, non si può teoricamente assegnare un peso esatto alla malta compresa negli interstizi: può però servire di norma all'esperienza pratica. Per risolvere più esattamente il problema in questo senso, feci costruire un tratto di solaio fra due pezzi di trave da 0<sup>m</sup>.14 collegate invariabilmente con telaio in legname alle estremità inchiodate: fu fatto l'astrico sopra e l'intonaco nella parte inferiore, e una volta asciugate bene le malte fu pesato il tutto direttamente, quindi disfatto il campione fu pesato separatamente il legname ed il ferro impiegato, risultò così il peso vero della sola parte muraria.

Per un solaio, come è indicato nella figura 10<sup>a</sup>, risultarono chilogr. 138, per metro lineare di campata ed essendo i travi alla distanza di 0<sup>m</sup>.80, ne risulta un peso di  $\frac{138}{0.80} = 172^k . 50$  per metro quadrato. Essendosi in tale saggio oltrepassato l'altezza dei travi di 32 mm. sui medesimi, tale spessore può ritenersi come quello che comprende anche lo spessore

della malta o gesso o cemento adoperato per la formazione del pavimento. In tal modo per avere il peso effettivo del solaio, compreso il pavimento, basta pesare un certo numero dei mattoni che si vogliono adoperare e ridurre il peso a metro quadrato.

Per esempio, per un pavimento fatto con mattoni esagoni di Marsiglia, 100 mattoncini pesando in media chil. 16.14 ed entrandone 103 in un m. q., il peso di 172<sup>k</sup>.55 va aumentato di chilogr. 16.62 e si ha il peso totale permanente 189<sup>k</sup>.12 o in numeri tondi chilogr. 190, a cui va solamente aggiunto il peso variabile o accidentale per avere il valore di *p* da mettersi nella formula.

Essendo costante lo spessore dell'intonaco inferiore e dell'astrico superiore, qualunque sia l'altezza dei ferri, non varia altro che l'altezza delle pignatte, quindi una volta conosciuto il peso di un solaio con travi da 0<sup>m</sup>.14, per avere il peso di un altro con travi da 12 o da 18, ecc., basta aumentare o diminuire il peso di una quantità uguale alla differenza di peso delle pignatte più 10 chilogr. al metro quadrato per la maggiore o minore quantità di calce nei piani verticali.

Per esempio, trattandosi delle pignatte costruite nella fornace degli Albizzi, abbiamo i pesi di 5<sup>k</sup>.25 per ogni pignatta di 0<sup>m</sup>.11 di altezza, di 5<sup>k</sup>.80 per ognuna di 0<sup>m</sup>.13 e di 6<sup>k</sup>.90 per ognuna di 0<sup>m</sup>.16.

Ora, siccome in ogni metro di solaio con travi a 0<sup>m</sup>.80 di distanza, entrano N° 15 pignatte da 0.11, N° 15 da 0.13 e N° 15 da 0.16, avremo i seguenti pesi al m. q. per le sole pignatte:

Per un solaio con travi da 0.12 e pignatte da 0.11

$$15 \times 5.25 = 78^k . 75 \quad (a)$$

per un solaio con travi da 0.14 e pignatte da 0.13

$$15 \times 5.80 = 87^k . 00 \quad (b)$$

per un solaio con travi da 0.18 e pignatte da 0.16

$$15 \times 6.90 = 103^k . 50 \quad (c)$$

Nella parte di solaio costituita per l'esempio precedente e che venne pesata trovando il peso a m. q. = 172<sup>k</sup>.50 si avevano pignatte di cui pesavano chilogr. 5.25 i pezzi centrali o chiavi, e chilogr. 4.60 i pezzi laterali o imposte, in modo che ogni fila di tre pesava  $5.25 + 2 \times 4.60 = 14.45$ , e in conseguenza un metro lineare, ovvero quattro file, pesava  $4 \times 14.45 = 57.80$  e quindi un m. q.  $\frac{57.80}{0.80} = 72^k . 25$ .

Dunque il peso della malta compresa negli interstizi e nella formazione dell'astrico ed intonaco era

$$\text{kil. } 172.50 - 72.25 = 100.25 \quad (C)$$

peso costante per tutti gli spessori di solaio, a cui va aggiunto il peso delle pignatte che si ricava facilmente pesandone 15 o quel numero che entra in un metro quadrato. (Vedi appendice per i pesi del materiale Albizi).

§ 15. *Calcoli per la scelta dei travi.* — Stabiliti così i pesi permanenti per metro quadrato abbiamo una base per il calcolo delle travi da impiegarsi, conoscendo il valore di *p* da introdursi nella formula fondamentale nella quale ammettemmo già doversi prendere  $R = 10.000.000$ . Rimangono indeterminati i valori  $\frac{I}{n}$  ed *l*, onde piuttosto che procedere

per tentativi da ripetersi per ogni ambiente, conviene assegnare le portate limiti per ogni qualità di trave.

Per dare un esempio del procedimento da tenere per la redazione di dette tabelle delle portate limiti, prendiamo un peso totale medio di 300 kil. a metro quadrato. Con questo peso si è sicuri di avere sempre un qualche eccesso di stabilità, ed è il valore il più adottato in pratica per gli ambienti ordinari di abitazioni. Per solai da 0<sup>m</sup>.18 per esempio, che secondo il paragrafo precedente hanno un peso permanente:  $e + C + 10 = 103.50 + 100.25 + 10 = 213.75$  rimangono sempre kil. 86.25 per il peso accidentale.

Ammettendo dunque uno scartamento di 0<sup>m</sup>.80 pei ferri avremo un valore costante  $p=300 \times 0.80=240$ .

1° Solai con travi da 0<sup>m</sup>.12 (Sclessin N. 3 pesanti kil. 11.50 a m. l.) si ha dalle tabelle o dal calcolo col sistema dei tre rettangoli

$$\frac{I}{n}=0.00005515 \quad R=10\,000\,000$$

onde la formula

$$\frac{RI}{n}=\frac{pl^2}{8},$$

si riduce

$$8 \times 10\,000\,000 \times 0.00005515 = 240 l^2$$

$$\frac{8 \times 10\,000\,000}{240} \times 0.00005515 = l^2$$

$$333333.33 \times 0.00005515 = l^2$$

onde

$$l_m = \sqrt{18.38} = 4^m.27$$

2° Solai con travi da 0<sup>m</sup>.14. (Sclessin N. 4 pesanti kil. 13.90 a m. l.).

$$\frac{I}{n}=0.00007523.$$

$$333333.33 \times 0.00007523 = l^2$$

$$l_m = \sqrt{25.08} = 5^m.01$$

3° Solai con travi da 0<sup>m</sup>.16. (Providence N. 16 pesanti kil. 16 a m. l.).

$$\frac{I}{n}=0.00009287$$

$$333333.33 \times 0.00009287 = l^2$$

$$l_m = \sqrt{30.96} = 5^m.56.$$

4° Solai con travi da 0<sup>m</sup>.18. (Sclessin N. 6 pesanti kil. 20.70 a m. l.).

$$\frac{I}{n}=0.00014283.$$

$$333333.33 \times 0.00014283 = l^2.$$

$$l_m = \sqrt{47.61} = 6^m.90.$$

5° Solai con travi da 0<sup>m</sup>.20. (Providence N. 20 pesanti kil. 22.00 a m. l.).

$$\frac{I}{n}=0.00015209$$

$$333333.33 \times 0.00015209 = l^2$$

$$l_m = \sqrt{50.70} = 7^m.13.$$

6° Solai con travi da 0<sup>m</sup>.22. (Cockerill N. 10 pesanti kil. 25.00 a m. l.).

$$\frac{I}{n}=0.00020007$$

$$333333.33 \times 0.00020007 = l^2.$$

$$l_m = \sqrt{66.69} = 8.16.$$

Dunque nelle condizioni ordinarie abbiamo la seguente tabella dei valori limiti o della massima portata dei travi:

Travi da 0 <sup>m</sup> .12	fino alla portata di	4 <sup>m</sup> .27
» 0 <sup>m</sup> .14	»	5 <sup>m</sup> .01
» 0 <sup>m</sup> .16	»	5 <sup>m</sup> .56
» 0 <sup>m</sup> .18	»	6 <sup>m</sup> .90
» 0 <sup>m</sup> .20	»	7 <sup>m</sup> .13
» 0 <sup>m</sup> .22	»	8 <sup>m</sup> .16.

Una volta preparata tale tabella, è molto semplice con la pianta sotto gli occhi assegnare ad ogni ambiente la qualità di trave che gli compete.

Questa operazione va però preceduta da un'altra informata ad un concetto piuttosto economico, quello cioè della scelta della fabbrica da cui conviene, a parità di prezzo, acquistare i ferri in dipendenza del maggiore valore di  $\frac{I}{n}$  per uno stesso

trave di uguale peso a metro lineare.

Per esempio per i travi da 0<sup>m</sup>.22 abbiamo il ferro N. 22 della fabbrica Providence, della Acoz e della Bonehill nel Belgio che mentre pesa 26 kil. al metro lineare ha un va-

lore di  $\frac{I}{n}=0.0001870, =0.0001889, =0.0001889$ , al contrario il ferro N. 10 Cockerill, pesando solamente 25 kil. ha per  $\frac{I}{n}$  il valore 0.00020007, dunque minore peso e

maggiore resistenza.

Quando non si volesse avere neanche il fastidio dei precedenti calcoli semplicissimi, si può far uso delle tabelle di resistenza pubblicate dalle fabbriche medesime, in cui per ogni qualità di trave si dà il peso massimo che può sopportare in tutta la sua lunghezza dalla portata di 1 o 2 metri fino a 10 o 12 metri. Però le portate sono di metro in metro, quindi il sistema è molto approssimativo: inoltre le tabelle sono calcolate in base ad un valore di R non sempre conveniente, secondo quanto dicemmo, e spesso incognito.

§ 16. *Analisi del costo.* — Esaminiamo separatamente i due elementi costituenti tale lavoro, cioè il materiale e la mano d'opera.

*Materiale.* — Cominciando dal materiale abbiamo anzitutto il ferro il cui costo rappresenta più della metà del costo totale del solaio. Il prezzo di questo materiale è molto variabile ed oscillante come il cambio, oltre le differenze inerenti alla provenienza, al modo di fabbricazione e al mezzo di trasporto. Per esempio il ferro proveniente dal Belgio è molto più economico di quello più vicino di Francia, ma questo è di qualità migliore, perchè confezionato a legna e non a carbone, e questa è anche la causa della differenza di prezzo. Da qualche anno però il prezzo del ferro si mantiene ad un saggio molto basso e sulla piazza di Roma per esempio si può avere il ferro Belga a sole lire 26 il quintale. Tenendo però conto delle giornaliere variazioni e delle manovre imprevedute per condurre il ferro sul cantiere, ammetteremo nelle analisi il prezzo di L. 30 al quintale.

In seguito alle difficoltà di manovra specialmente sui trasporti ferroviari, i pezzi oltrepassanti la lunghezza di 8 m. subiscono un aumento di prezzo. Nelle ordinazioni si possono ottenere del resto tutte le lunghezze che si vogliono: non conviene dimenticare l'indicazione della freccia o grado di curvatura che si desidera.

Il materiale laterizio o mattone vuoto, cellulare o pignatta (*Brique à plancher* dei francesi) fino a pochi anni indietro era una importazione della Francia; veniva specialmente da Marsiglia. Ora però se ne costruiscono in quasi tutte le località d'Italia e si acquistano a prezzo molto più vantaggioso. Si può ammettere che in Italia la migliore fabbrica di tale materiale sia quella Toscana alle Siegi fondata dal Marchese degli Albizi, con un prodotto eguale se non superiore a quello di Francia. Oltre il prezzo più mite e minore perdita di tempo si ha il vantaggio di una maggiore aderenza colla malta.

In generale si vendono a metro quadrato di pavimento a seconda delle varie altezze, e il prezzo in fabbrica è da Lire 1.45 a 1.80 al metro quadrato, a cui conviene aggiungere il trasporto ferroviario secondo le località. In Roma si hanno a Lire 2.40 il m. q.

*Mano d'opera.* — Si suddivide in varie operazioni, cioè:  
a) Tiro in alto e posizione in opera dei travi in ferro con muratura delle testate.

b) Formazione delle voltine con malta ed elevazione del relativo materiale e formazione dei necessari ponti.

- c) Fattura dell'astrico soprastante.  
d) Intonaco inferiore.

L'insieme di questi quattro lavori si può valutare nella somma di lire 3.20 al metro quadrato così scandite:

Per l'articolo <i>a</i> , al metro quadrato	L. 0.20
Per gli articoli <i>b</i> , <i>c</i> , <i>d</i> , al metro quadrato	» 1.20
Provista della malta e sfraso, al metro quadrato	» 1.30
Attrezzi, manovre, cantiere, ecc.	» 0.20
Beneficio del 10 p. %	» 0.30

Sommano L. 3.20

Il tempo impiegato per il lavoro di cui all'articolo *b*, compreso la perdita di tempo per la formazione e disfatura dei ponti nonché la prima sbruffata nella superficie inferiore, è di giornate da muratore al metro quadrato 0.05, e di giornate da manuale al metro quadrato 0.10.

Riassumendo abbiamo il prezzo di  $2.40 + 3.20 = 5.60$  al metro quadrato per tutto il lavoro, esclusa la provvista del ferro che varia secondo la qualità dei travi impiegati.

Vedemmo già che detto *N* il numero di metri quadrati di solaio in un ambiente, *d* l'intervallo dei travi, il numero di metri lineari di trave in un ambiente è dato da:

$$(1) \quad x = \frac{N}{d} + \frac{N}{d} \cdot 0.10 = \frac{N}{d} \cdot 1.10$$

quindi fatto  $N=1$  e  $d=0.80$  il numero di metri lineari di trave corrispondente ad ogni metro quadrato di solaio sarà:

$$(2) \quad x_1 = \frac{1}{0.80} \times 1.10 = 1.375.$$

Chiamando *k* il peso del trave per metri lineari, il peso del ferro corrispondente al metro quadrato sarà

$$(3) \quad y = \frac{Nk}{d} \cdot 1.10 = kx.$$

Nel caso della (2),  $y_1 = kx_1 = k \times 1.375$ .

Dalle tabelle di fabbrica ricavando i valori di *k* per i differenti travi avremo:

Per travi da 0.12	$y = 1.375 \times 11.50 = 15.81$
» » 0.14	$y = 1.375 \times 13.90 = 19.08$
» » 0.16	$y = 1.375 \times 16.00 = 22.00$
» » 0.18	$y = 1.375 \times 20.70 = 28.46$
» » 0.20	$y = 1.375 \times 22.00 = 30.25$
» » 0.22	$y = 1.375 \times 25.00 = 34.37$

Calcolando il ferro a L. 0.30 al kil. compresa la verniciatura con minio o ossido di ferro, avremo il costo del ferro per metro quadrato di solaio:

Per travi da 0.12	$y \times 0.30 = 4.75$
» » 0.14	$y \times 0.30 = 5.72$
» » 0.16	$y \times 0.30 = 6.60$
» » 0.18	$y \times 0.30 = 8.54$
» » 0.20	$y \times 0.30 = 9.07$
» » 0.22	$y \times 0.30 = 10.31$

Ai quali aggiungendo il costo delle opere rimanenti in L. 5.60 al metro quadrato, avremo il prezzo totale dei vari solai a metro quadrato.

Per travi da 0.12	$y \times 0.30 + 5.60 = 10.35$
» » 0.14	» = 11.32
» » 0.16	» = 12.20
» » 0.18	» = 14.14
» » 0.20	» = 14.67
» » 0.22	» = 15.91

costo dei solai escluso il solo pavimento.

Sarà facile con questa guida ottenere i vari prezzi secondo le variazioni che il mercato o le condizioni di località e tempo possono introdurre nei prezzi elementari.

(Continua).

## ECONOMIA FERROVIARIA

### I TRAMWAYS E LE FERROVIE SU STRADE ORDINARIE

di MAGGIORINO FERRARIS.

#### VI. — Il problema della concorrenza.

27. — La concorrenza può essere di due specie: *concorrenza di linee*, la quale rende necessaria la costruzione e l'impianto di più linee: e *concorrenza sulla linea*, la quale ha luogo allorchando una stessa linea è percorsa da veicoli di proprietari diversi.

Osserveremo anzitutto che in materia di trasporti la tendenza della legislazione e della scienza moderna si è di escludere la *concorrenza delle linee*, come quella che non giova al buon mercato dei trasporti. Già nella stessa Inghilterra il Comitato Parlamentare del 1872 dichiarava in ordine ad essa: « diventare sempre più evidente che in materia di ferrovie la concorrenza è impotente a produrre gli stessi effetti che nel commercio ordinario: e che sino ad ora non si divisò alcun mezzo per poterla mantenere permanentemente ». Uguali idee manifestava il Caillaux nel suo progetto di legge del 1875, nonché l'on. Depretis nelle convenzioni ferroviarie del 22 novembre 1877: ed in tale opinione concorse pure il Freycinet che nella tornata dell'8 maggio 1878 al Senato francese, così recisamente si espresse: « on a compris avec raison que la concurrence était un leurre, une chimère, une ruine.... l'idée de concurrence introduite dans les réseaux, c'est la perte de ces réseaux, c'est une idée folle, dangereuse, qui ne peut laisser derrière elle que des ruines ».

Al contrario la questione della *concorrenza sulla linea* ci si presenta sotto diverso aspetto. Il principio del libero percorso è antico: esso fu sancito dall'atto di concessione della prima ferrovia del mondo, quella da Liverpool a Manchester: fu iscritto nella legge prussiana sulle concessioni di ferrovie del 1838, e nella legge inglese del 1845. In tempi recenti il Dorn ha sollevata la questione, proclamando che in materie di ferrovie il motto dell'avvenire non sarà « concorrenza di linee, ma concorrenza sulla linea »: ed attorno al grido di *Libera via!* già si raccoglie una schiera di pensatori e di pubblicisti.

È senza dubbio un'idea seducente quella del libero percorso ed il Le Hardy de Beaulieu alla Camera Belga nella seduta del 25 giugno 1875 nella discussione del progetto di legge sui tramways, così si esprimeva: « Lorsque le principe du libre parcours sera admis, lorsque il sera entré dans la pratique, nous aurons fait un pas considérable vers la destitution du monopole du chemin de fer, qui est le seul côté mauvais, le seul côté par lequel les chemins de fer détruisent en quelque sorte l'utilité publique qu'ils avaient pour but de desservir ».

Ma pur troppo la pratica è ancora ben lontana dal conformarsi a codeste aspirazioni: anzi in questi ultimi anni il regime del libero percorso ha trovati anche nel campo della teoria e nella stessa Germania oppositori recisi ed accaniti, quali il Cohn ed il Sax. Tuttavia non conviene scordare che un tale sistema ha già in certo qual modo un principio d'applicazione nelle ferrovie inglesi, nei cosiddetti *Running powers* (diritti di percorso) in virtù dei quali i treni di una o più Compagnie di ferrovie corrono su di uno stesso tronco intercalati a quelli della Società proprietaria della linea. Nè vi mancano le *Joint lines*, o linee costruite a spese di due o più società che le percorrono coi proprii treni: il loro servizio è regolato da una Commissione mista, e spesso volte le diverse società fanno uso promiscuo delle stesse stazioni, soprattutto pei passeggeri. E quantunque, generalmente parlando, il principio del libero percorso non sia ancora stato adottato a regime stabile in alcun paese, tuttavia la sua sanzione negli atti di concessione può ben di spesso servire di freno o di correttivo contro l'abuso ed il monopolio: è un principio che guadagna terreno a seconda dei progressi della economia e della meccanica: esso farà la propria via!

Pel nostro scopo ci basti per ora ritenere che di regola generale è bene che la legge si riservi nelle concessioni la facoltà della libera circolazione: vedremo in seguito quali ne siano i limiti ed intanto esaminiamo i casi principali in cui vi può essere questione di *concorrenza*.

La questione della concorrenza dobbiamo qui esaminare in ordine a quattro principali specie di trasporti, cioè gli omnibus, i tramways, le ferrovie stradali e le ferrovie ordinarie.

28. — *Concorrenza fra tramway ed omnibus*. Codesti due mezzi di trasporto possono farsi concorrenza quando corrono fra due punti identici sia passando per vie diverse (benchè vicine e parallele), sia percorrendo la stessa linea. Nel primo caso sarebbe difficile e fors'anco neppure utile l'impedire una tale concorrenza, soprattutto qualora si consideri che l'omnibus ed il tramway possono essere di grande utilità agli abitanti delle vie da essi percorse.

Quando invece il tramway e l'omnibus percorrono la stessa linea e tra gli stessi punti estremi, la questione si fa più complessa. Considerata sotto l'*aspetto economico*, ed in astratto, ci pare poter dire che siccome il tramway per regola generale costituisce un mezzo di trasporto più comodo, più celere e superiore all'omnibus, così dovrebbe prevalere su di esso. Non sarebbe questo in teoria che un nuovo esempio della nota formola di Spencer del *Survival of the fittest*, del sopravvivere dell'organismo più perfetto nella lotta per l'esistenza: formola che il Sax nella sua recente opera sui *Mezzi di comunicazione*, ha abilmente tradotta nella legge generale di *Direzione del traffico*, secondo cui in materia di trasporti ed entro una stessa cerchia, il mezzo più perfezionato attira a sé il traffico e scaccia o rovina il mezzo meno perfezionato. Quindi ci pare, che abbandonando a se stessi nella loro lotta per l'esistenza l'omnibus ed il tramway, qualora si trovino in circostanze normali ed il servizio di tramways sia fatto in modo inappuntabile e corrispondentemente ai bisogni, gli omnibus per legge economica *tenderanno* a scomparire dalla via percorsa dal tramway. Si eviteranno così le spese di un doppio impianto soprattutto amministrativo, che in fin dei conti andrebbero a carico del pubblico.

Tuttavia in pratica codesta tendenza si traduce lentamente in atto, e per più ragioni. Anzitutto le società di tramways per lo stato attuale del loro materiale mobile, consistente per lo più di grosse vetture a due cavalli e con due conduttori, non trovano sempre la loro convenienza nell'accostarsi di molto a quel servizio di tramways perfetto e quasi ideale secondo cui ad ogni passeggero che si presenta sulla linea di percorso v'è la vettura pronta a raccogliarlo: e quindi tra una corsa e l'altra di tramway, può l'omnibus trovare ancora una frazione di pubblico, allettato a servirsi di un veicolo pronto a raccogliarlo. Oltre ciò, l'impianto degli omnibus essendo per lo più anteriore a quello dei tramways, le società d'omnibus che hanno già investiti nelle loro linee vasti capitali *fissi* (il Flachet nel 1867 calcolava a 220.000 franchi al chilometro l'impianto a Parigi di una linea di omnibus), o che negli esercizi anteriori hanno già ammortizzata una parte delle spese d'impianto, al sopraggiungere del tramway devono o possono lavorare con profitti ristretti od anche nulli e talvolta semplicemente per evitare perdite maggiori. Anzi alcune di tali società d'omnibus, come a Torino, a Genova, ecc., trasformano i loro carrozzoni in modo da renderli più comodi ed eleganti e così attenuare o far scomparire la loro inferiorità, sotto tale riguardo, al tramway.

Per ultimo bisogna considerare a parte quei casi assai frequenti, come avviene ad es. a Genova, a Londra, ecc., in cui la ristrettezza, le curve, le pendenze, il traffico, ecc., delle vie sono tali da costringere il tramway che passa

A B C

per A a fermarsi ad es. in B, mentre l'omnibus potrà spingersi fino a C che supporremo il centro della città. In tale caso la coesistenza dell'omnibus e del tramway lungo il tratto AB anche dal punto di vista economico ha perfetta ragione di essere: giacchè qualunque sia la superiorità del

tramway sull'omnibus lungo il tratto AB, nei passeggeri che passano dal tratto AB a quello BC o viceversa, l'omnibus offre maggiori comodità e quindi, per tale traffico, diventa alla sua volta mezzo di trasporto *più adatto o più perfezionato* del tramway stesso.

29. — La soluzione di tale problema sotto l'*aspetto economico*, agevola e trae seco quella sotto l'*aspetto giuridico*. È bene che le leggi, i capitoli d'onori, abbandonino il sistema delle concessioni esclusive, fonte di litigii e causa di cattivi servizi e che s'ispirino alla massima libertà: — libertà nei tramways di correre ove già fanno servizio gli omnibus e viceversa. Il principio economico sovra ricordato non tarderà ad avere la sua applicazione: il mezzo di trasporto *più adatto* alle date circostanze dominerà il campo. Ma da ciò ne deriva pure una conseguenza d'importanza: che cioè siccome il mezzo più perfezionato (e nella maggior parte delle città sarà il tramway) tende ad acquistare il *monopolio di fatto* dei trasporti urbani, così fa imperiosamente d'uopo che si adottino quelle norme giuste ed opportune che devono disciplinarlo nell'interesse del pubblico.

Il principio di libertà sovra invocato in materia di concessioni è ora giustamente applicato in Francia ove a termine degli art. 29 e 31 del Capitolato d'onori tipo per le concessioni di tramways, « il governo si riserva espressamente il diritto di autorizzare qualsiasi altra impresa di trasporti che faccia uso della via ordinaria » senza che al concessionario spetti alcuna indennità « per l'apertura di nuove vie di comunicazione, e per l'impianto di nuovi servizi di trasporti in concorrenza con quello del concessionario ».

Tuttavia è manifesto che l'applicazione di questo principio non può offendere i diritti legalmente acquisiti. A Parigi, ove la società degli omnibus aveva probabilmente la concessione esclusiva di trasporti per la città, l'autorità municipale avendo creduto conveniente di sopprimere gli omnibus lungo le vie su cui venne impiantato il tramway, avrebbe determinata in pari tempo la base secondo cui dovevasi indennizzare la Compagnia degli omnibus. Così ad esempio, secondo i dati delle *Annales de la Construction* di Oppermann (Anno 1875 col. 48) la Società dei tramways sud pagherebbe alla Compagnia degli omnibus per tre linee della lunghezza complessiva di circa 14 chilom. un canone annuo di L. 6000 per chilometro per i tratti urbani, e di L. 4000 per i tratti suburbani. Una simile questione tra il Municipio, la Società degli omnibus e quella dei tramways di Genova penderebbe ora dinanzi alla Corte d'Appello di detta città.

30. — La coesistenza di omnibus e tramways ha pure sollevata un'altra questione assai delicata. Trattasi del caso in cui i veicoli ordinari e specialmente gli omnibus che fanno servizio lungo una linea percorsa da un tramway, adattino la lunghezza dei loro assi, e fors'anche la periferia delle ruote in modo da poter correre eziandio sulle guide del tramway. Naturalmente le Società di tramways vorrebbero opporsi a codesto uso delle loro linee.

Tale questione si è pure presentata a Genova. Dopo l'introduzione del tramway la Società degli omnibus adottò nei suoi nuovi carrozzoni uno scartamento di assi e delle ruote con cerchioni così piccoli da correre sulle guide cave del tramway, di cui gli omnibus con notevole vantaggio e comodità fanno regolarmente uso nei loro viaggi d'andata e ritorno, lungo il tratto di via (di forse 1 a 2 chilom.) in cui omnibus e tramways fanno servizio comune. Dacchè gli altri veicoli ordinari tendono pure, per quanto è loro possibile, ad utilizzare le guide del tramway, e siccome le loro ruote non si adattano sempre esattamente alle guide stesse, ne viene un logorio piuttosto notevole non solo delle rotaie, ma più ancora delle parti della via contigue alle medesime, e la cui manutenzione è a carico della Società di tramways. Per queste ed altre ragioni evidenti, la Società di tramways, se non siamo male informati, avrebbe chiesto all'autorità municipale di ordinare agli omnibus di astenersi dall'uso delle loro guide. Ma gli avvocati consulenti del Municipio non avrebbero ammessa una tale domanda, e la questione è ora assopita.

Il Rumschöttel ed il Malezieux che studiarono i tramways negli Stati Uniti, raccontano come un tal fatto accada in varie città (specialmente a Filadelfia) dove la sezione delle guide del tramway è tale da permettere il passaggio su di esse dei veicoli ordinari che ne possono uscire a loro grado. Le fig. 82 e 83 ci rappresentano appunto un sistema di co-

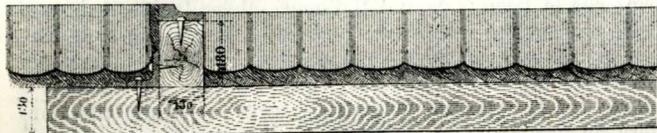


Fig. 82.

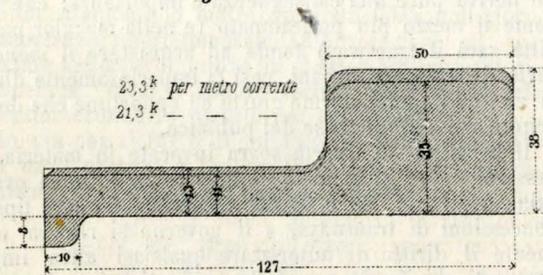


Fig. 83.

struzione e di guide particolarmente in uso a Filadelfia. La rotaia di ferro battuto o d'acciaio posa per lo più su lungarine di legno, che alla loro volta poggiano su traversine collocate a distanza di 1 m. ad 1,80. Le dimensioni usuali sono di 180 mm. per 130 mm. per la lungarina, e di 130 mm. per 150 mm. per la traversina. La guida, che viene inchiodata sulla lungarina ha per lo più una sezione simile a quella qui riprodotta (fig. 83) a metà del vero. I due profili (di cui uno in linee punteggiate) colle dimensioni ed i pesi in essi rispettivamente indicati in millimetri, s'incontrano in alcuni tramways di Filadelfia. In questa città la larghezza del binario è di m. 1,59: nelle altre città degli Stati Uniti esso è per lo più di m. 1,435. I veicoli ordinari hanno naturalmente uno scartamento d'assi minore, per modo che le loro ruote corrono sulla parte piana ed inferiore della guida.

Il Rumschöttel loda assai codesto sistema che regolarizza il traffico della via specialmente coll'impiego assai frequente del doppio binario: ne diminuisce il rumore: riduce lo sforzo di trazione ed aumenta la velocità del carreggio ordinario: permette l'introduzione dei tramways anche in vie ristrette ed ha per l'autorità concedente il vantaggio di rendere minori le spese di manutenzione della strada. È dolente che un tale sistema non sia stato adottato in Germania.

A tale proposito crediamo importante riprodurre il seguente brano di una relazione sui tramways agli Stati Uniti, del Barone Gustavo di Woelmont, Senatore e Presidente della Commissione Belga all'Esposizione di Filadelfia del 1878: « Tra gli obblighi formulati dal capitolato d'onori imposto ai concessionarii, ve n'ha uno che mi sembra importante notare. È da desiderare che anche nel Belgio esso venga inserito negli atti di concessione colle nuove Società di Tramways.

« Le prescrizioni relative alla disposizione, alla forma, alle dimensioni, allo scartamento delle guide sono tali da permettere alle vetture ed ai carri privati di circolare facilmente sulle guide metalliche.

« L'autorità concedente coll'inserire codesta clausola era animata dal desiderio d'indennizzare il pubblico dei disturbi a lui recati nell'esercizio dei suoi diritti. Il pubblico si fe' premura di adattare ai suoi veicoli degli assi della dovuta lunghezza, affinché le ruote potessero circolare sulla parte interna delle guide. Attualmente tutto il movimento di carri a ruote ha luogo sulle vie costrutte dalle compagnie concessionarie. Tosto che un conduttore pone il suo equipaggio all'andamento franco d'un cavallo al trotto, niuno ha diritto

di fargli abbandonare la via. Naturalmente così non avviene per coloro che vanno al passo od al piccolo trotto, o che seguono una direzione inversa a quella dei carrozzoni del tramway: sono in tal caso tenuti a lasciar sgombra la via a chi ne li richiegga. Tutti hanno il diritto di fare le salite al passo ».

È questa adunque una questione importante che raccomandiamo all'attenzione degli ingegneri incaricati di studiare o di approvare i futuri atti di concessione di tramways.

31. — Ma ritornando al punto da cui abbiamo prese le mosse, se cioè debbasi o no permettere al pubblico in genere di far uso delle guide di tramways già esistenti, non si può disconoscere che la questione, come sopra abbiamo detto, è assai delicata. Da un lato non bisogna dimenticare che l'essenza del tramways urbano si è di non intralciare od escludere il traffico ordinario in qualsiasi parte della via percorsa dal tramway: dall'altro è giusto che i concessionarii attuali di tramways, che sottostarono a spese, a gravami, ecc., ed alcuni dei quali pagano canoni, non si veggano delusi nelle loro previsioni di essere i soli utenti del tramway da essi costruito, e nella loro legittima aspettazione di un profitto dei capitali investiti e di una conveniente remunerazione dell'opera loro. Inoltre è pure d'uopo notare che per quanto abbia di seducente il diritto di libera circolazione, pure gli ordinamenti che lo riserbano in favore dell'autorità concedente, prescrivono eziandio ch'esso non si possa attuare che mediante autorizzazione dell'autorità competente e dietro un'indennità a favore del concessionario, le quali due condizioni non si verificano nel caso di libero uso, di cui stiamo parlando.

Ciò malgrado, la sola e fors'anche la migliore soluzione giuridica di tale questione che ci sia stato dato d'incontrare, è quella fornitaci dalla legge inglese sui tramways del 1870; essa all'art. 34 prescrive che: «.... i concessionarii ed i loro locatari avranno l'uso esclusivo dei loro tramways per veicoli con ruote ad orlo (*flange wheels*) o con altre ruote atte solo a correre (*suitable only to run*) sulla rotaia prescritta ». Adunque ogni veicolo dotato di ruote tali da poter circolare anche sulle vie ordinarie (e che adatti pure la sua velocità a quella dei tramways) potrà far uso delle guide: in caso diverso ciò non gli sarà accordato.

32. — *Concorrenza fra tramway e tramway.* — La concorrenza delle linee fra tramway e tramway fu combattuta alla Camera Belga dall'Anspach, il quale citò una disposizione vigente in Colombia (Stati Uniti) che proibisce la concessione di un tramway, a meno che sia stabilito sulla terza via parallela a quella già percorsa da altro tramway.

Nel Belgio prevalse invece il principio contrario inscritto nel progetto ministeriale. La concorrenza sulla linea già voluta dal progetto ministeriale, ed altamente encomiata dal Le Hardy de Beaulieu colle parole sovra ricordate, fu pure accolta dalla legge Belga, che all'art. 6, così dispone per quanto riguarda la concorrenza:

« ART. 6. — Gli atti di concessione... riservano alle autorità competenti: 1° il diritto di autorizzare altri tramways a diramarsi dalle linee concesse od a raccordarsi ad esse; 2° il diritto di accordare a codeste nuove imprese, mediante indennità, la facoltà di far circolare le loro vetture su di alcuni tratti del tramway di cui si è fatta concessione... »

Essi non possono impedire l'accordo di concessioni concorrenti. Ogni stipulazione in contrario sarà nulla. (Legge Belga del 1875) ».

Uguali disposizioni troviamo agli art. 29, 31, 32 del Capitolato francese sui tramways: se non che in virtù di esso la libera circolazione può essere autorizzata su tutta la lunghezza di un tramway già concesso, e tale facoltà vi è disciplinata dalle prescrizioni più definite che qui sotto riproduciamo.

ART. 31. — Il governo si riserva in modo espresso il diritto di autorizzare qualsiasi altra impresa di trasporti che faccia uso della strada ordinaria, ed inoltre di accordare delle nuove concessioni di strade ferrate che si diramino da quelle contemplate nel presente capitolato d'onori, o che saranno stabilite in prolungamento di esse.

Mediante il diritto di pedaggio fissato all'art. 22, e dietro accordi presi col Municipio, i concessionari potranno, sotto l'osservanza dei regolamenti di polizia far circolare le loro vetture su queste linee e reciprocamente.

Nel caso in cui il Municipio od i concessionari di tali diramazioni non possano porsi d'accordo sull'esercizio di questa facoltà, il prefetto statuirà sulle difficoltà a tale riguardo sorte tra di essi.

Le autorizzazioni sopra previste non saranno accordate che dopo inchiesta e nella forma stessa della presente autorizzazione. Sarà udito il Municipio, ed il ministro dell'interno sarà chiamato a dare il suo avviso.

ART. 32. — Il governo si riserva inoltre il diritto di autorizzare nella forma prescritta dall'articolo precedente, delle nuove imprese di trasporti sulle strade ferrate contemplate nella presente concessione, con obbligo da parte di tali imprese di osservare i regolamenti di servizio e di polizia, e di pagare a profitto del concessionario un diritto di circolazione che sarà fissato dall'amministrazione superiore, su proposta del Municipio, e che non potrà eccedere la metà, nè essere inferiore al terzo delle tariffe: questa proposta sarà soggetta alla revisione prevista dall'art. 25.

In Inghilterra, a termini dell'art. 35 del Tramways Act del 1870 il Board of Trade può autorizzare altri a far uso di un tramway (nei modi prescritti da detto articolo), ma solo quando sia stato debitamente constatato che il pubblico non gode del pieno vantaggio di tale tramway. Inoltre lo stesso Tramways Act all'art. 19 stabilisce che allorché un'autorità locale è proprietaria di un tramway, essa « può lasciare tale tramway aperto all'uso pubblico, ed esigere in riguardo di tale uso, i diritti e le tariffe autorizzate ». Ci sembra questa una buona disposizione, giacché se il principio della libera circolazione è destinato ad entrare un giorno nella pratica, ci pare che la forma probabile che esso assumerà, sarà quella di una separazione della via stabile dal materiale mobile: della prima saranno proprietarie le pubbliche amministrazioni (Stato, Provincie, Comuni): il secondo spetterà invece alla Società d'esercizio.

Non ci risulta se in alcuna linea esista attualmente il regime della libera circolazione: osserveremo che in pratica si tende sempre più ad escludere eziandio in materia di tramways la concorrenza delle linee. Anche a Londra ed a Parigi, dove è così grande il movimento dei viaggiatori, le varie linee sono divise fra società, ciascuna delle quali ha un distretto suo proprio, ed a quanto crediamo è così evitata la concorrenza delle reti.

33. — *Concorrenza fra tramway e ferrovia stradale.* — Rari saranno i casi di concorrenza fra il tramway e la ferrovia stradale quali li abbiamo definiti, giacché a ciascun d'essi abbiamo assegnata una sfera speciale: al tramway la grande città ed il sobborgo; alla ferrovia stradale il villaggio e la campagna, o la piccola città. Può darsi che ambi si incontrino alla periferia di una qualche grande città, ed in tal caso, l'uso di una stessa linea, quando non tragga seco inconvenienti, ci pare sia da preferirsi all'impianto di due linee diverse. Alle porte di Milano, i due tramways Milano-Monza e Milano-Vaprio, benché appartenenti a concessionari diversi, percorrono promiscuamente il primo binario nella partenza ed il secondo del ritorno. Questo servizio comune lo si può anche stabilire su di un solo binario, e qualora sia diverso lo scartamento delle due linee può forse in alcuni casi tornare conveniente l'impiego di una terza rotaia.

34. — *Concorrenza fra tramway e ferrovia.* — Di concorrenza fra tramway urbano e ferrovia, non è il caso nelle nostre città, nelle quali le ferrovie non giungono che alla periferia, mentre il tramway urbano ne è in certo qual modo il complemento, e fa il servizio interno della città. In Inghilterra la *Court of Referees*, non riconobbe alle società ferroviarie il diritto di opporsi all'impianto di un tramway urbano parallelo.

Più complessa è la questione in ordine ai tramways suburbani. In Italia i principali tramways suburbani o sono paralleli ad una qualche ferrovia, come ciò ha luogo per le linee Torino-Moncalieri, Milano-Monza, Milano-Saronno, e per quelli della Riviera di Genova; o lo potranno essere in un avvenire forse non molto lontano, come la linea Roma-Tivoli, ecc. Dapprima codesti tramways si proponevano

l'esercizio a cavalli, ora si vanno rapidamente trasformando ed in maggior parte adottarono la trazione a vapore, il che ha creato un certo allarme, e giornali autorevoli, come la *Perseveranza* (6 dicembre 1877) ed il *Sole* (24 gennaio 1878), scrissero articoli in cui dimostrarono che il tramway non doveva essere attivato su linee già servite dalla ferrovia. A dir vero fu questo il criterio a cui si ispirò nei primi tempi il ministero dei lavori pubblici, come si desume da una nota dell'8 marzo 1872 (N. 4858-4793, Div. VII) di detto ministero alla Prefettura di Milano, relativa alla concessione di una ferrovia a cavalli sulla strada provinciale da Milano a Monza, chiesta dal signor Luè alla Provincia di Milano (1).

Più tardi intervennero i pareri del Consiglio superiore dei Lavori pubblici (28 marzo 1874) e del Consiglio di Stato (3 giugno 1874), secondo cui il titolo V della legge sui Lavori pubblici del 20 marzo 1865 non è applicabile ai tramways. Da quel giorno si concedettero e si costrussero liberamente; ma di recente si è di nuovo manifestata qualche inquietudine al riguardo, ed una nota del Ministro dei Lavori pubblici (on. Baccarini) alla Prefettura della Provincia di Roma, in data del 17 luglio 1878, riserva al Ministero dei Lavori pubblici la facoltà di accordare l'uso della locomotiva sui tramways. Codesta misura fu giudicata in vario modo. Alcuni gridarono, come al solito, al despotismo ed all'accentramento; da altri essa era già stata dimostrata conforme alle nostre leggi; gli spiriti calmi e prudenti vi videro un mezzo pel Ministero di premunirsi contro concessioni avventate, che potessero riuscire di danno alle ferrovie. Essa fu riconfermata dalla circolare del Ministro dei lavori pubblici (on. Mezzanotte) del 20 giugno 1879.

Tuttavia, qualora si guardi agli ottimi risultati prodotti in Italia dai tramways suburbani sovra ricordati, qualora si osservi come nei varii paesi essi abbiano continuato ad estendersi, ed a Parigi, per es., funzionino su linee d'una certa lunghezza, quali quelle dal Louvre a Versailles, a Sèvres, a Saint-Cloud, e fra punti già serviti da ferrovie, conveniva riconoscere (almeno pel passato) e per questi tramways suburbani una condizione di cose speciale. I grandi centri danno luogo ad un movimento attivo fra la città e la campagna circostante, movimento che in massima parte non è oggidì raccolto dalle ferrovie ordinarie, i cui treni partono ad intervalli troppo distanti e non si arrestano che in stazioni determinate, saltando ben di spesso borghi e vilaggi di una certa importanza.

Per la qual cosa è innegabile che l'attuale esercizio delle nostre ferrovie, tanto principali che secondarie, ha finora servito assai male quel traffico locale di viaggiatori e di merci che dalla campagna si riversa nella città o viceversa, sia in occasione di mercati, ecc., sia anche per semplice comodo di villeggianti.

Ma questo stato di cose va cangiando; e già si sono fatti studi e proposte di sperimentare sulle ferrovie ordinarie una specie di servizio di tramways a vapore per viaggiatori, od anche per merci, con un materiale apposito.

Oggidì tali proposte possono anzi dirsi già entrate nell'ordine dei fatti compiuti. In Italia la piccola ferrovia Torino-Rivoli ne fu anche stavolta l'antesignana, giacché dallo scorso estate funziona su di un certo tratto di essa, ossia fra Torino ed una località detta la Tesoriera, e per opera degli stessi concessionari, un servizio di tramways a vapore per viaggiatori, che ha luogo fra una corsa e l'altra dei treni ordinari.

(1) Detta nota così s'esprimeva:

« Dai fatti esami ebbe a risultare che l'art. 19 del Capitolo annesso alla convenzione del 25 giugno 1860 approvata colla legge 8 luglio dello stesso anno per le ferrovie della Lombardia e dell'Italia Centrale, osta assolutamente alla concessione richiesta. Fu considerato che per il fatto di costruirsi la ferrovia proposta dal signor Luè sovra una strada ordinaria esistente, non è in alcun modo mutata la natura della ferrovia medesima, la quale avendo per iscopo di provvedere ad un servizio pubblico per il trasporto delle persone e delle merci, deve di necessità ritenere compresa fra quelle contemplate dagli art. 206 e 210 della Legge sui Lavori pubblici ».

Ma si è soprattutto alle Ferrovie Belge dello Stato ed al signor Belpaire, Consigliere d'Amministrazione delle medesime, che risale il merito di avere a tal riguardo intrapresi e proseguiti felici esperimenti che tendono a tramutare il nostro attuale sistema di servizio ferroviario.

Daremo perciò in appendice a questo capitolo della concorrenza un conveniente cenno di codesto Servizio Economico delle ferrovie.

Abbiamo così toccato della concorrenza in ordine ai *tramways*: ci resta ancora a parlare dello stesso argomento per riguardo alle *ferrovie su strade ordinarie*, nei diversi casi che si possono presentare, e che andremo ora ad esaminare.

(Continua.)

## NOTIZIE

**Rimedi contro la fillossera.** - Nel luglio del 1868 il prof. Planchon scoprì che le viti deperenti e morenti nel dipartimento del Gard in Francia, dal 1863 erano perseguitate nelle radici da un insetto quasi invisibile ad occhio nudo, che si prese a chiamare *phylloxera*.

In quindici anni, dal 1863 al 1878, quell'afide aveva distrutto nella Francia vigna distese sullo spazio di 288,608 ettari, ed invase altre sopra una superficie di 365,353 ettari. Ma i francesi spiegarono tanta attività a piantare vigne nei luoghi immuni, ed a riprodurre viti resistenti, che la produzione dei loro vini per la fillossera diminuì solo d'una centesima parte.

Per combattere questo nemico, l'Assemblea nazionale nel 1876 propose un premio di lire 300,000 a chi trovasse un mezzo economico e facile d'uccidere la fillossera senza offendere la vite. Il Ministero d'Agricoltura aggiunse a tale intento altro premio di lire 20,000, e nell'Hérault, centro dell'invasione, istituì una Commissione, con a capo due dei più valenti vificultori del mondo, Enrico Mares e Gastone Bazille, perchè a Montpellier, nella scuola d'agricoltura, *La Gaillarde*, esperimentassero i mezzi proposti dai concorrenti ai premi, e quelli dalla Commissione stimati acconci a diminuire i danni. Una legge poi del 15 luglio 1878, creò presso il Ministero altra Commissione superiore per provvedimenti opportuni a prevenire ed a reprimere.

A Parigi siede la grande *Società degli Agricoltori della Francia*, la quale, indipendentemente dal Governo, nel 1869 delegò ad una Giunta, nel suo seno, lo studio della fillossera in Francia, Giunta presieduta dal Visconte De La Loyère; la quale, considerando essere interesse mondiale la produzione del vino, fece appello a tutte le nazioni viticole per una escursione in tutti i luoghi infetti della Francia a studiare il male e gli effetti dei rimedi applicati. Escursione per la quale il Governo dispose le agevolanze convenienti.

All'appello accorsero: Francesco Lawley per l'Italia, Aguiar per il Portogallo, Fatio per la Svizzera, Sebastiano Garcia per la Spagna. L'Austria e la Germania non vi erano rappresentate.

La Commissione internazionale partì da Parigi il 16 agosto del 1878, visitò tutti i dipartimenti più infetti e si trattenne specialmente alla Scuola di Montpellier. Il Lawley riferì diligentemente al Ministero italiano d'Agricoltura i risultati di quella escursione, ed esso pubblicò quella Relazione nel N. 17 dei suoi *Annali* del 1879.

Da tale Relazione, togliamo questi fatti notevoli:

« Alla Commissione sedente alla Scuola sperimentale di Montpellier furono proposti 700 metodi concorrenti ai premi, e nessuno fu giudicato vincitore. Quella Commissione si convinse che le miscele, ricche di potassa, e d'azoto, come la cenere e l'ammoniaca, e sparse d'insetticidi, quali la fuligine, la calce, i solfati, se non distruggono l'insetto confortano assai le viti ammalate. E certo Ferrand, adoperando concimi a base di sale di potassa, salvò le vigne sue a contatto colle distrutte dalla fillossera. Presso Montpellier, Fabre dal 1874 coltiva 400,000 viti americane fatte venire espressamente, e in parte innestate con viti europee, e trovò che per la rottura delle loro radici, segnatamente la *cordifolia*, la *clinton*, l'*aestivalis*, la *cunningham* e la *jork madeira*, resistono alle punture dell'insetto ».

Dopo tante osservazioni, la Commissione internazionale concluse:

« Che l'annegamento dov'è possibile, uccide la fillossera. Che i terreni molto sabbiosi non permettono la di lei diffusione. Che il solfuro di carbonio, in terreni freschi e profondi, difende efficacemente la vite. Che sono da raccomandare le concimazioni miste di potassa, di azoto, di solfati e di insetticidi. E che riesce opportuna la coltivazione delle viti americane riconosciute resistenti ».

(L'Italia agricola).

G. Rosa.

## BIBLIOGRAFIA

**La locomotiva.** sua costruzione ed arte di guidarla. Manuale compilato sulla 4ª edizione dell'opera di BROSIUS e KOCH dagli ingegneri S. FADDA e A. OLIVETTI. *Parte I. Della caldaia.* - Torino, 1880. - Prezzo Lire 3.

Codesto manuale sulla locomotiva fa parte della Biblioteca scientifico-popolare che il signor Ermanno Loescher ha da poco tempo intrapreso a pubblicare, e di cui abbiamo già ai lettori presentato il volume sugli *Stili di architettura*.

Senza avere menomamente la pretesa di porgere in un trattato popolare le norme per lo studio di costruzione di una locomotiva, gli egregi ingegneri Fadda e Olivetti intesero soltanto di descrivere la costituzione di tale macchina, d'indicare l'uso cui sono destinate le varie sue parti, e per quanto è possibile, l'arte di guidarla.

L'opera pertanto è dedicata specialmente a coloro che intraprendono la carriera di guidatori di locomotive, sia nelle ordinarie strade ferrate, che nei tramways, ma utilissima potrà altresì riuscire a molte classi di agenti ferroviari; a quegli uffiziali del R. Esercito che vengono annualmente comandati ad occuparsi di studi pratici sulle ferrovie; a quei giovani studiosi finalmente che lasciando gli istituti tecnici superiori e le scuole degli ingegneri, troveranno in questo manuale molte di quelle minuziosità pratiche che non possono essere dette nelle scuole.

Coll'intenzione di pubblicare un manuale completo così nel testo come nelle figure, il cui costo fosse in pari tempo relativamente basso, gli autori hanno scelto l'opera di Brosius e Koch avente per titolo *Die Schule des Locomotivführers*, la quale incontrò in Germania grandissimo favore, essendo giunta alla quarta edizione con una tiratura di 27,000 copie; il lavoro diviso in tre volumi, fu completamente riordinato, e con aggiunte e varianti adattate alle ferrovie italiane.

Ecco in succinto come ne sono distribuite le varie parti:

La parte I contiene la descrizione della caldaia e degli apparecchi alla medesima annessi. - E i nostri autori vi aggiunsero le principali nozioni sulle caldaie da locomotive per tramways e le norme relative alla prova delle caldaie a vapore, secondo le vigenti disposizioni del Governo italiano.

La parte II è riservata alla locomotiva considerata come macchina motrice e come veicolo ferroviario; ossia tratta dapprima di tutte le parti del meccanismo, e poscia descrive il suo carro; segue un breve cenno sul tender o carro di servizio e sui principali tipi di veicoli ferroviari e per tramways.

La parte III, che gli autori asseriscono d'aver rifatto quasi completamente, tratterà della buona tenuta della locomotiva, dell'arte di guidarla e del modo di comportarsi nei casi di guasti o di accidenti durante il servizio. Le farà seguito un breve riassunto di norme risguardanti la regolarità e sicurezza del movimento ferroviario, ed in fine un cenno sul materiale fisso e sui locali destinati al deposito delle locomotive.

Per ora non è pubblicata che la I parte, di 244 pagine di testo con 162 incisioni e 4 tavole litografate. Il lavoro è ben condotto e merita elogio sia per la cura e diligenza della compilazione, sia per la nitidezza delle figure e della stampa. Esso riempie una vera lacuna nel nostro paese.

Sono pervenute in dono alla direzione le seguenti opere:

1. - Notizie sugli Istituti annessi all'Università di Roma, per l'Ingegnere Crescentino Caselli. - Roma, 1879.
2. - I fosfati, quindi le ossa in agricoltura. Memoria del Professore Antonio Keller. - Padova, 1879.
3. - La succursale alla ferrovia dei Giovi. - Progetto per un raddoppiamento di linea da Pontedecimo a Borgo-Scivia, per l'Ing. G. Bernardi. - Genova, 1879.
4. - Dell'armamento metallico per le nuove ferrovie italiane. Proposta dell'Ing. Luigi Montezemolo. - Napoli, 1879.
5. - Della combinazione delle osservazioni nel metodo dei minimi quadrati, di G. B. Daddi, Capitano del Genio. - Torino, 1879.
6. - Edoardo Perroncito. - Manuale di Bachicoltura. - Torino, 1879.
7. - Alfredo Cottrau. - Ferrovia Palermo-Marsala-Trapani. - Considerazioni sulla scelta dei tipi da adottarsi pel materiale mobile, e sull'esercizio più economico della linea. - Milano, 1879.
8. - Zucchelli Giacomo, Ingegnere-capo governativo. - Relazione che accompagna il progetto di una nuova inalveazione del Tevere attraverso i Prati di Castello allo scopo di preservare Roma dalle inondazioni. - Roma, 1879.

