

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

IDRAULICA PRATICA

SULLA TEORIA DELLE POMPE CENTRIFUGHE.

È noto quale prezioso servizio rendano le pompe centrifughe, specialmente in certi casi nei quali sarebbero pressochè inapplicabili gli altri sistemi di pompe, soprattutto per l'eccessiva torbidezza delle acque da sollevare, per la variabilità della prevalenza, ecc. Benchè ne siano già numerosissime le applicazioni, avendo dato luogo anche ad impianti colossali, il loro uso diventerebbe assai più esteso e vantaggioso, anche nei casi ordinari, se si riuscisse a perfezionarle sotto l'aspetto del rendimento e della applicabilità a grandi prevalenze. La semplicità della loro costruzione e del loro impianto, l'assenza di valvole, e di altri organi a tenuta, facilmente soggetti a guasti o consumi, l'economia di spazio e di costo, sono tutti pregi che in pratica possono essere di capitale importanza.

La costruzione di queste pompe è tuttora basata su formule più o meno empiriche, che variano secondo le idee e l'esperienza dei vari costruttori specialisti. Regnano fra questi notevoli divergenze intorno ai concetti fondamentali che dovrebbero servire di guida nel disegno e nel calcolo dei particolari più essenziali, per esempio sulla forma da dare alle palette. Intanto però, nessuno dei costruttori è riuscito a conseguire, in condizioni ordinarie, rendimenti superiori a quelli constatati dal Morin sulle pompe oramai antiche di Appold, presentate all'Esposizione di Londra del 1851.

Malgrado i numerosi tentativi fatti, anche da autori valenti, manca tuttora una teoria rigorosa e completa, che, abbracciando tutte le condizioni del problema, risolve in modo indiscutibile le accennate divergenze, indichi ai costruttori una nuova e sicura via di perfezionamento, ed infine dia una chiara spiegazione di certe anomalie che si presentano nel funzionamento di queste pompe.

Le teorie finora proposte differiscono notevolmente nei risultati, sia per le ipotesi più o meno discutibili che vengono ammesse, sia per la maggiore o minor importanza che viene attribuita a certe perdite di energia che devono avvenire nell'acqua che percorre l'apparecchio, e specialmente allo sbocco dalla ruota nella chiocciola che la circonda. Così, mentre taluni autori, trascurando affatto questa perdita, giungono alla conclusione che siano preferibili le palette terminanti radialmente sulla periferia esterna della ruota, e meglio anzi alquanto incurvate in avanti nel senso della rotazione, altri invece, considerando come quasi totalmente perduta la forza viva di sbocco, giungono al risultato opposto che devono convenire le palette fortemente incurvate indietro, come quelle di Appold. Né gli uni, né gli altri sono però arrivati a realizzare in pratica seri perfezionamenti. Anzi, se si dovesse prestar fede alle conclusioni teoriche di qualche autore, sarebbe inutile affaticarsi a perfezionare le pompe centrifughe, giacchè non potrebbe teoricamente sperarsi da esse un rendimento maggiore di 0,65 o poco più.

Il poco successo pratico di tutte le teorie finora proposte e dei tentativi pratici fatti dai più abili costruttori, sembrerebbe a prima vista avvalorare codesta conclusione. Ma un esame attento delle ipotesi da cui essa deriva e delle esperienze che sogliono citarsi in loro appoggio, dimostra l'errore di quel risultato, ed incoraggia a proseguire in queste ricerche.

Scopo di questa prima Memoria non è già di istituire una nuova teoria completa delle pompe centrifughe. Chi abbia a

lungo studiato questo argomento deve essersi persuaso delle grandi difficoltà che vi si oppongono, quando non si voglia ricorrere ad alcuna ipotesi non perfettamente giustificata dall'esperienza. E la letteratura tecnica è finora assai povera di studi sperimentali opportunamente diretti per risolvere le incertezze ed i dubbi che possono sollevarsi intorno a certi punti delicati del problema. Lo scopo che per ora ci proponiamo è soltanto di contribuire allo studio teorico-pratico dell'argomento, esaminando anzitutto i concetti fondamentali che devono guidare nello studio analitico del problema, per quanto riguarda la valutazione dell'energia che può essere trasmessa dalla ruota centrifuga all'acqua che la percorre; in secondo luogo studiando coll'aiuto dell'esperienza tutte le cause di perdita di energia che hanno luogo in questi apparecchi e che influiscono sul loro rendimento.

1. — Un punto fondamentale, sul quale tutti gli autori si erano trovati d'accordo, è quello del modo di valutare gli effetti della forza centrifuga. Solo recentemente furono sollevate obiezioni su questo punto: fu primo il professore Lindner (1) a sostenere l'erroneità del metodo finora seguito; venne poi l'ing. Ancona (2), che adottando idee analoghe a quelle del Lindner, ma giudicandone erronei i processi analitici, giunse a formule ancora differenti.

Per quanto è a nostra conoscenza, le idee nuove emesse da questi autori non furono discusse in alcuna pubblicazione posteriore. Stante l'importanza capitale che le medesime avrebbero sui fondamenti della teoria, cominciamo il nostro studio dall'esame delle citate Memorie, prendendone occasione a stabilire idee chiare e precise sul funzionamento delle ruote centrifughe.

Il Lindner osserva che le teorie proposte prima di lui non potevano esprimere le vere relazioni fra gli elementi di funzionamento di una pompa centrifuga, perchè in esse venivano valutati gli effetti della forza centrifuga in base alla velocità angolare con cui gira la ruota; mentre, egli dice, avendo l'acqua un moto proprio lungo le palette, se queste sono ricurve indietro, come è il caso più comune, il vero moto rotatorio del fluido risulta più lento di quello della ruota, di quanto è la componente periferica del moto di scorrimento lungo le palette. La stessa obiezione viene ripetuta dall'ingegnere Ancona, e la sola differenza fra le due Memorie consiste nel metodo analitico seguito.

Gioverà premettere alcune considerazioni cinematiche, per meglio renderci conto del valore che può attribuirsi alla precedente obiezione.

Sia $m_1 n_1$ (fig. 44) la periferia interna della ruota, cioè quella che corrisponde al contorno delle luci centrali di arrivo dell'acqua; siccome fino ad oltrepassare questa periferia l'acqua non può ancora considerarsi completamente in balia della ruota, così potremo ammettere per ora colla generalità degli autori, compreso il Lindner, che per valutare le azioni svolte fra la ruota e l'acqua non si tenga conto dello spazio centrale. Vedremo però altrove come questa ipotesi non sia esatta, specialmente quando le palette si protendono in tutto o in parte contro quello spazio centrale, come è il caso oggi più comune.

Sia $m_2 n_2$ la periferia esterna della ruota, attraversando la quale l'acqua va a versarsi e raccogliersi nel collettore spi-

(1) *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*. — Maggio, 1891.(2) *Sull'equazione fondamentale delle pompe centrifughe*. — Milano, Tig. degli Ing., 1892.

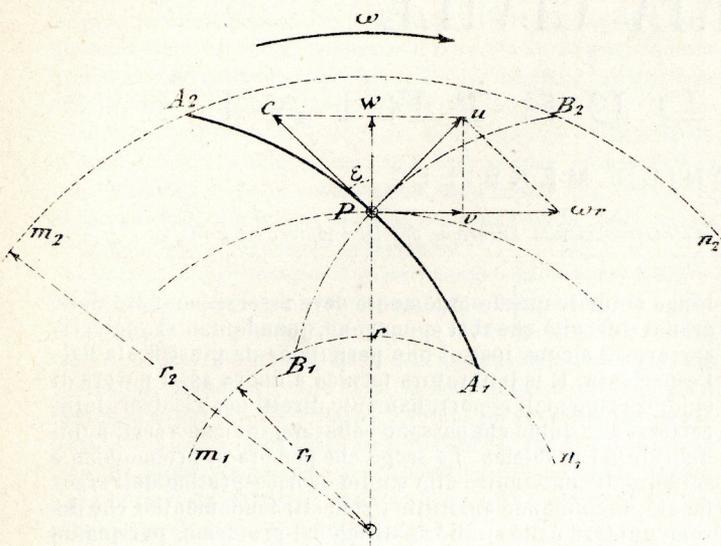


Fig. 44.

raloide che deve condurla al tubo verticale di sollevamento. $A_1 A_2$ indichi la forma delle palette che si suole assumere come traiettoria relativa di ogni particella d'acqua rispetto alla ruota; $B_1 B_2$ sia la corrispondente traiettoria assoluta; ω la velocità angolare uniforme con cui gira la ruota; ε l'angolo che la tangente alla paletta, nel punto qualsivoglia P , fa col prolungamento del raggio vettore $OP = r$; u la velocità assoluta della particella in P ; c la velocità relativa nello stesso punto; cogli indici 1, 2 distingueremo infine i valori di tutte queste quantità che si riferiscono rispettivamente alle periferie estreme: $m_1, n_1; m_2, n_2$.

Per definizione del moto relativo, la velocità assoluta u deve in ogni istante essere la risultante della corrispondente velocità periferica ωr del punto coincidente della ruota, e della velocità relativa c della particella rispetto a questa. Ma la stessa velocità assoluta u può anche intendersi risolta in due componenti rettangolari, cioè w diretta secondo il raggio vettore, e v secondo la tangente alla periferia di raggio r . In tal modo il moto assoluto viene considerato come risultante dalla coesistenza di un moto radiale di velocità w e di un moto rotatorio la cui velocità angolare non sarà più quella stessa ω della

ruota, ma avrà in ogni istante un valore espresso da $\theta = \frac{v}{r}$,

e che perciò sarà in generale variabile con r e con v , e quindi dipenderà da w e da ε . Si hanno infatti dalla figura le seguenti relazioni:

$$(1) \begin{cases} w = c \cos \varepsilon, & v = \omega r - c \sin \varepsilon = \omega r - w \operatorname{tg} \varepsilon \\ \theta = \frac{v}{r} = \omega - w \frac{\operatorname{tg} \varepsilon}{r} \end{cases}$$

2. — Il Lindner pone a fondamento della sua teoria che si debba considerare come accelerazione del moto radiale la forza centrifuga $\theta^2 r$ che nasce sull'unità di massa d'acqua per effetto della rotazione θ di cui essa è realmente animata: non già, egli dice, quella $\omega^2 r$ corrispondente alla velocità angolare ω della ruota.

Notiamo anzitutto che quest'ultima osservazione è affatto fuori di luogo. La forza centrifuga $\omega^2 r$ non viene assunta come accelerazione del moto radiale, ma sibbene del moto relativo rispetto alle palette, la qual cosa è ben differente. Questa accelerazione $\omega^2 r$ è bensì radiale, ma a causa dell'azione direttrice delle palette si tien conto solo della sua componente tangenziale alla traiettoria che viene imposta al moto relativo. È l'esattezza di questo processo sarà fra poco dimostrata per diverse vie e con tutto il rigore desiderabile.

Intanto giova osservare che fra il metodo ora accennato e quello proposto dal Lindner non dovrebbe esservi sostanziale differenza, purché quest'ultimo venisse poi adoperato senza

introdurvi alcuna ipotesi arbitraria intorno al valore di θ . La doppia scomposizione del moto, secondo la fig. 44, mostra che lo stesso moto assoluto può ottenersi o dalla coesistenza del moto relativo lungo la curva $A_1 A_2$ col moto rotatorio ω di questa; ovvero dalla coesistenza del moto secondo il raggio colla rotazione di questo con velocità angolare variabile θ . Ma vi ha fra questi due metodi questa differenza, che mentre il primo è di facile applicazione, perché basato sulla velocità angolare ω che è costante e costituisce uno dei dati del problema, invece il secondo richiede la considerazione di una velocità rotatoria θ che non è conosciuta a priori e che dipende dalla legge del moto che appunto vuol cercarsi.

Basandosi su certi ragionamenti che più tardi analizzeremo, il Lindner stabilisce che la velocità angolare θ debba mantenersi costante; ma questa condizione sembra a noi una ipotesi arbitraria, la quale potrà anche riuscire contraddittoria colla legge del moto che di fatto verrà a prodursi.

Questa legge deve risultare perfettamente determinata dagli elementi fondamentali del problema, cioè: velocità rotatoria della ruota, forma delle palette, resistenze che si oppongono al libero movimento dell'acqua. Lo stabilire fin da principio una legge al modo di variare di θ , equivale ad imporre un vincolo al movimento che trattasi di determinare, e quindi questo non riuscirebbe più quello che dovrebbe essere, indipendentemente dalle condizioni dinamiche proprie del problema. Bisognerebbe per lo meno dimostrare, che il vincolo che vuole imporsi al movimento riesca conciliabile colla natura speciale del movimento che può essere prodotto dalle cause motrici che costituiscono i dati del problema. È questo in fondo il difetto della teoria del Fink e di altre, le quali partendo da ipotesi più o meno arbitrarie intorno ad uno dei due moti componenti, non possono che alterare la soluzione vera del problema, non altrimenti di ciò che avverrebbe se, per esempio, dovendo studiare il moto di un punto attratto secondo la legge di Newton da un centro fisso, volesse imporsi ad esso una condizione che non fosse conciliabile colla natura propria di questo moto, cioè colle note leggi di Keplero.

3. — Il caso nostro si riduce in sostanza al seguente problema:

« Un punto materiale P (fig. 45) è mobile lungo una curva » piana $A_1 A_2$ che gira nel suo piano attorno al punto O colla » velocità angolare costante ω ; determinare il movimento » che si produrrà lungo la curva ruotante per effetto dell' » inerzia del punto materiale ».

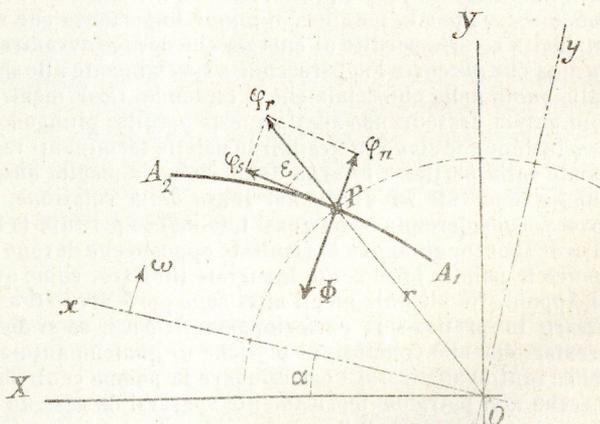


Fig. 45.

Si riferisca la curva $A_1 A_2$ a due assi rettangolari $Ox Oy$ ruotanti con essa, e siano OX, OY gli assi fissi a cui viene riferito il moto assoluto. Prendendo per origine dei tempi l'istante in cui gli assi mobili coincidevano con quelli fissi, l'angolo di posizione al tempo qualunque t sarà dato da $\alpha = \omega t$, e le relazioni fra le coordinate assolute e quelle relative saranno:

$$X = x \cos \omega t - y \sin \omega t, \quad Y = x \sin \omega t + y \cos \omega t;$$

derivando una prima volta rispetto al tempo, otteniamo fra le componenti della velocità assolute e relative le relazioni:

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = \cos \omega t \left[\frac{dx}{dt} - \omega y \right] - \sin \omega t \left[\frac{dy}{dt} + \omega x \right] \\ \frac{dY}{dt} = \sin \omega t \left[\frac{dx}{dt} - \omega y \right] + \cos \omega t \left[\frac{dy}{dt} + \omega x \right]; \end{cases}$$

derivando una seconda volta, otterremo le relazioni fra le accelerazioni:

$$(2) \begin{cases} \frac{d^2 X}{dt^2} = \cos \omega t \left[\frac{d^2 x}{dt^2} - 2\omega \frac{dy}{dt} - \omega^2 x \right] - \\ - \sin \omega t \left[\frac{d^2 y}{dt^2} + 2\omega \frac{dx}{dt} - \omega^2 y \right] \\ \frac{d^2 Y}{dt^2} = \sin \omega t \left[\frac{d^2 x}{dt^2} - 2\omega \frac{dy}{dt} - \omega^2 x \right] + \\ + \cos \omega t \left[\frac{d^2 y}{dt^2} + 2\omega \frac{dx}{dt} - \omega^2 y \right] \end{cases}$$

D'altra parte, se F è la forza esterna che agisce sul mobile, di massa m , le equazioni dinamiche del moto assoluto saranno:

$$F_x = m \frac{d^2 X}{dt^2}, \quad F_y = m \frac{d^2 Y}{dt^2};$$

e similmente, indicando con f la forza a cui sarebbe dovuto il moto relativo lungo la curva mobile, cioè rispetto agli assi $Ox Oy$ considerati come fissi, avremo anche:

$$f_x = m \frac{d^2 x}{dt^2}, \quad f_y = m \frac{d^2 y}{dt^2};$$

ed infine, osservando che si ha in ogni istante

$$\begin{aligned} F_x &= F_x \cos \omega t - F_y \sin \omega t \\ F_y &= F_x \sin \omega t + F_y \cos \omega t, \end{aligned}$$

le equazioni (2) si riducono alle seguenti:

$$(3) \dots \begin{cases} f_x = F_x + m 2\omega \frac{dy}{dt} + m \omega^2 x = m \frac{d^2 x}{dt^2} \\ f_y = F_y - m 2\omega \frac{dx}{dt} + m \omega^2 y = m \frac{d^2 y}{dt^2} \end{cases}$$

che sarebbero le equazioni differenziali del moto relativo. Esse ci dicono che questo moto dovrà essere identico a quello che si produrrebbe se il sistema fosse in riposo e sul punto P agisse una forza f , che sarebbe la risultante di tre altre, cioè: 1° una forza di componenti F_x, F_y che non è altro che la forza esterna F che abbiamo supposto agire realmente sul mobile; 2° una forza di componenti:

$$m 2\omega \frac{dy}{dt}, \quad -m 2\omega \frac{dx}{dt},$$

la quale varrà:

$$\Phi = m 2\omega \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} = m 2\omega \frac{ds}{dt} = m 2\omega c$$

e farà coll'asse delle x un angolo β dato da:

$$\cos \beta = \frac{m 2\omega \frac{dy}{dt}}{m 2\omega \frac{ds}{dt}} = \frac{dy}{ds}, \quad \sin \beta = -\frac{dx}{ds}$$

e perciò sarà normale alla curva mobile, e diretta in senso contrario alla rotazione; 3° una forza di componenti: $m \cdot \omega^2 x, m \cdot \omega^2 y$ che varrà evidentemente $m \cdot \omega^2 r = \phi_r$ e sarà diretta radialmente.

L'introduzione delle due forze fittizie Φ e ϕ_r , in aggiunta alla forza esterna realmente applicata F , permette dunque di far astrazione del moto rotatorio, e di studiare il moto relativo come se si trattasse di un moto assoluto sopra una curva in riposo.

Trattandosi di moto vincolato sulla curva rigida, le compo-

nenti normali delle tre forze F, Φ, ϕ_r agiranno solo come pressioni sulla curva e sarà per effetto di queste che avviene la trasmissione del moto dalla curva mobile al punto materiale: le componenti tangenziali produrranno il moto di scorrimento lungo la curva. Siccome la seconda forza, Φ , normale alla curva, non può dare componente tangenziale, il moto cercato conterà di due parti: quella dovuta alla componente della forza reale F e quella dovuta alla componente:

$$\phi_s = \phi_r \cos \varepsilon = \omega^2 r \cos \varepsilon$$

della forza fittizia $\omega^2 r$. Sicchè resta dimostrato che l'accelerazione ϕ_s rappresenta gli effetti di moto relativo dovuti al moto di trascinamento rotatorio.

Se non esistesse alcuna forza esterna, l'equazione del moto relativo sarebbe dunque:

$$\phi_s = \frac{d^2 s}{dt^2} = \omega^2 r \cos \varepsilon = \omega^2 r \frac{dr}{ds}$$

e l'energia svolta da questa forza fittizia, mentre il punto P passa dalla periferia di raggio r_1 a quella di raggio r_2 sarà:

$$\int_{r_1}^{r_2} \omega^2 r \frac{dr}{ds} ds = \frac{\omega^2}{2} (r_2^2 - r_1^2),$$

e ciò, notisi bene, qualunque sia la forma della curva mobile. Se questa energia potesse tutta liberamente trasformarsi in forza viva, l'equazione del moto relativo sarebbe:

$$(4) \quad \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} = \frac{\omega^2}{2} (r_2^2 - r_1^2).$$

Nel caso nostro esiste però una forza esterna che tende a respingere verso il centro la particella; bisognerà perciò tener conto, insieme all'accelerazione ϕ_s anzidetta, anche del ritardamento ρ_s dovuto a quella causa reale, e l'equazione del moto sarà:

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = \omega^2 r \frac{dr}{ds} - \rho_s,$$

che integrata da r_1 ad r_2 darà:

$$\frac{c_2^2 - c_1^2}{2} = \frac{\omega^2}{2} (r_2^2 - r_1^2) - \int_{r_1}^{r_2} \rho_s ds;$$

quest'ultimo termine esprime il lavoro che deve consumarsi contro la forza esterna che agisce sul mobile.

Le particelle fluide che si muovono entro la ruota di una pompa centrifuga o di un ventilatore, devono vincere l'ostacolo di una *contropressione* che tenderebbe a respingerle verso il centro. Questo ostacolo nasce dal fatto che, dipendentemente da tutte le circostanze a monte ed a valle della ruota, in ogni stato di regime esisterà sul contorno della ruota una certa pressione p_2 , maggiore in generale di quella p_1 che agisce sulla periferia interna.

Il lavoro che deve effettuarsi a spese dell'energia centrifuga sarà dunque dato in questo caso da:

$$\int_{r_1}^{r_2} \rho_s ds = \frac{g}{\gamma} (p_2 - p_1),$$

e quindi l'equazione del moto relativo diventerebbe:

$$\frac{c_2^2 - c_1^2}{2} = \frac{\omega^2}{2} (r_2^2 - r_1^2) - \frac{g}{\gamma} (p_2 - p_1).$$

Per mettersi in condizioni pratiche, bisogna però tener conto anche delle resistenze passive che devono essere superate dalle particelle fluide nel loro scorrimento lungo i canali mobili della ruota; chiamando k_r una certa altezza di carico perduta per queste resistenze, dovrà per esse consumarsi un lavoro $g k_r$, e quindi l'equazione del moto relativo sarà:

$$(5) \quad \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + \frac{g}{\gamma} (p_2 - p_1) + g k_r = \frac{\omega^2}{2} (r_2^2 - r_1^2).$$

Essa corrisponde perfettamente a quella usata dai migliori Autori, partendo dal concetto, giudicato erroneo dal Lindner, che il moto relativo sia dovuto all'accelerazione centrifuga $\omega^2 r$. Ci siamo trattenuti a darne una dimostrazione chiara e rigorosa, per togliere qualunque dubbio sull'apparente serietà dell'obiezione del Lindner.

4. — Avremmo però potuto far a meno della dimostrazione delle equazioni (3), applicando senz'altro al caso nostro il teorema generale di Coriolis sui moti relativi, il quale ci dice che questi possono sempre trattarsi come moti assoluti, coll'introduzione delle forze fittizie in grazia delle quali si può intendere ridotto al riposo il sistema mobile di riferimento.

Nel caso più generale queste forze fittizie sono:

1. L'accelerazione complementare, la cui direzione è quella della normale comune alla velocità relativa ed all'asse di istantanea rotazione del sistema, e quindi rimane senza influenza sul moto relativo, costituendo semplicemente pressione sulla curva rigida che nel caso nostro trattiene il punto mobile;

2. L'accelerazione totale, presa in verso contrario, del moto di trascinamento del punto coincidente del sistema, ossia la risultante dell'accelerazione tangenziale e di quella normale del moto comune; e siccome nel caso nostro il punto coincidente del sistema descrive uniformemente un cerchio di raggio r , l'accelerazione tangenziale è nulla e non resta che l'accelerazione normale invertita, cioè la forza centrifuga $\omega^2 r$ di questo moto rotatorio di trascinamento. E stante il vincolo imposto al movimento relativo della curva rigida che trattiene la particella, sarà la sola componente $\omega^2 r \sin \varepsilon$ che determinerà il moto relativo.

Le equazioni generali da cui parte l'ing. Ancona non sono altro che l'espressione analitica del teorema generale da noi poc'anzi riferito: ma invece di dedurne le razionali conseguenze che spettano al caso nostro, come noi or ora abbiamo fatto, egli ne altera i risultati sia coll'introdurvi il concetto erroneo del Lindner, sia con operazioni analitiche inesatte. Trasformando quelle equazioni generali, in guisa da far apparire le accelerazioni radiale e periferica, egli ottiene per il moto assoluto la relazione:

$$\gamma_r = \frac{dw}{dt} - \theta^2 r ;$$

ma incorre poi in una strana confusione di simboli allorchè uguaglia questa espressione all'altra:

$$\gamma_r = \theta^2 r - \frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial r} .$$

È facile infatti persuadersi che in queste due relazioni il γ_r non ha lo stesso significato.

In quest'ultima, che è la semplice espressione del concetto del Lindner, il γ_r rappresenta evidentemente l'accelerazione del moto radiale, cioè $\frac{dw}{dt}$; invece l'altra precedente equazione è l'espressione del principio che l'accelerazione del moto di allontanamento dal centro, cioè il $\frac{dw}{dt}$, risulta dalla

componente radiale della forza effettiva che agisce sul mobile, e dalla forza fittizia $\theta^2 r$; sicchè il γ_r esprime qui l'accelerazione o meglio il ritardamento creato dalla contropressione $p_2 - p_1$, che è nel caso nostro la forza esterna agente sulla particella fluida; questo ritardamento essendo misurato da:

$$\frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial r} ,$$

le due equazioni su riferite dovrebbero scriversi come segue:

$$-\frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial r} = \frac{dw}{dt} - \theta^2 r$$

$$\frac{dw}{dt} = \theta^2 r - \frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial r} ;$$

e quindi sono identiche fra loro. Invece l'ing. Ancona, attri-

bueno un significato erroneo al γ_r della prima equazione, giunge al risultato inesatto:

$$\frac{\partial p}{\partial r} = \frac{\gamma}{g} \left(2 \theta^2 r - \frac{dw}{dt} \right),$$

che evidentemente contraddice alle stesse premesse dell'autore. Del resto, l'erroneità dell'interpretazione del γ_r apparisce anche dal confronto fra le due equazioni:

$$\gamma_r = \frac{dw}{dt} - \theta^2 r \quad \gamma_r = \frac{dw}{dt} - \Omega^2 r \quad (\Omega = \omega - \theta)$$

che egli ottiene per le accelerazioni radiali del moto assoluto e del moto relativo.

5. — Se mal non ci apponiamo l'obiezione mossa dal professore Lindner alle ordinarie teorie, ed accettata dall'ing. Ancona, deriva in sostanza da una nozione piuttosto imperfetta del vero significato che deve darsi alla forza centrifuga. Vedremo più tardi come altri concetti erronei si vedano enunciati da parecchi autori, dipendenti dal considerare quella forza fittizia, che è una pura astrazione della nostra mente, come qualche cosa di reale. Diremo di più, che il dare alla forza centrifuga un significato che non può avere, ha fatto nascere anche delle idee poco precise sul vero modo di funzionare delle pompe centrifughe, deviando l'attenzione dallo studio delle relazioni dinamiche che nascono dalle azioni impulsive fra palette e fluido, che sono quelle a cui realmente è dovuta la trasmissione dell'energia.

Riservandoci di trattare altrove il problema da questo punto di vista, ci limiteremo qui ad esporre alcune considerazioni, tolte in parte dal prof. Herrmann (1), l'unico autore che abbia cercato di dare in proposito idee nette e precise, e che abbia toccato, senza tuttavia approfondirlo abbastanza, l'argomento dell'azione impulsiva delle palette.

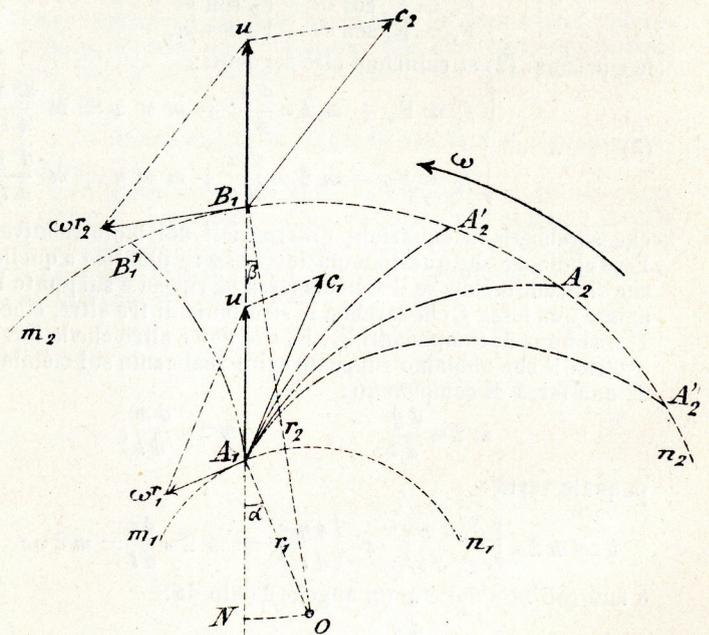


Fig. 46.

Si immagini un disco orizzontale ruotante colla velocità angolare ω attorno ad un asse verticale passante per il suo centro; su di esso si trovi una palla, animata da una certa velocità u , che possa muoversi sul disco senza alcun attrito, ma segnando la sua traccia sul medesimo. Se il disco fosse in riposo, questa traccia sarebbe una retta nella direzione di u . Se invece il disco ruota sotto la palla, la traccia di questa prenderà la forma di una spirale $A_1 A_2$ (fig. 46), intanto che

(1) *Graphische Theorie der Turbinen und Kreiselpumpen.* — Berlino, 1887.

la palla, non influenzata da alcuna causa modificatrice del suo moto, percorrerà come prima la retta $A_1 B_2$, colla velocità invariata u . Scomponiamo, tanto in A_1 come in B_1 , questa velocità assoluta u in due componenti, una delle quali sia la velocità periferica del corrispondente punto del disco; si avranno nelle seconde componenti c_1, c_2 le inclinazioni con cui la curva $A_1 A_2$ incontra le periferie di raggi r_1, r_2 , nonchè le grandezze delle corrispondenti velocità relative della palla rispetto al disco. Ora si ha evidentemente:

$$c_1^2 = u^2 + \omega^2 r_1^2 - 2 u \omega r_1 \sin \alpha$$

$$c_2^2 = u^2 + \omega^2 r_2^2 - 2 u \omega r_2 \sin \beta;$$

e siccome:

$$ON = r_1 \sin \alpha = r_2 \sin \beta,$$

sottraendo membro a membro le relazioni precedenti, rimane:

$$\frac{c_2^2 - c_1^2}{2} = \frac{\omega^2}{2} (r_2^2 - r_1^2).$$

Abbiamo così un aumento di forza viva relativa, misurato dall'energia della forza centrifuga, senza che perciò si trovi in alcun modo aumentata la vera energia della palla, giacchè questa conserva sempre inalterata la sua velocità assoluta u . L'energia della forza centrifuga non ha dunque nulla di reale, e sta unicamente a rappresentare il fatto che le successive posizioni della palla nella sua traiettoria assoluta vengono riferite a punti del disco, che col crescere della distanza dall'asse vengono a passare sotto la palla con velocità di mano in mano crescente. In sostanza, colla considerazione del moto relativo viene ad attribuirsi alla palla la variazione di velocità che realmente esiste nei vari punti del disco a cui essa viene riferita.

Immaginiamo ora che la curva $A_1 A_2$, tracciata dalla palla sul disco, venga assunta come asse di un tubo ricurvo, entro il quale possa liberamente passare la palla stessa.

È evidente, che muovendosi questa sempre colla stessa velocità u lungo la retta $A_1 B_2$, e ruotando il tubo colla stessa velocità angolare ω con cui ruotava il disco, non potrà esercitarsi nessuna azione meccanica nè dal tubo sulla palla, nè da questa su quello; non vi sarà cioè nè trasmissione nè consumo di energia. Questo caso corrisponderà dunque ad una *paletta neutrale*, che lascerà inalterata l'energia che da altre cause fu inizialmente trasmessa al fluido.

Se invece la paletta sarà meno ricurva indietro della $A_1 A_2$, come per esempio $A_1 A'_2$, essa avrà un'azione modificatrice sul moto inizialmente impresso alle particelle fluide: la traiettoria assoluta si cambierà da $A_1 B_1$ in $A_1 B'_1$ e si avrà una vera trasmissione di energia dalla paletta al fluido. Se al contrario essa sarà più incurvata indietro, come la $A_1 A''_2$, avverrà il caso opposto, ossia sarà l'acqua che trasmetterà energia alla paletta. Nella prima condizione si troverebbero le palette di una pompa; nel secondo quelle di una turbina centrifuga.

Notiamo intanto che anche per questa via, che non si potrebbe invero desiderare più chiara, nè più efficace per mostrare le cose nella loro vera essenza, risulta dimostrata l'esattezza della valutazione dell'energia di moto relativo in base alla velocità rotatoria ω . Nè questa conferma è limitata al caso considerato dall'Herrmann, di un moto assoluto rettilineo ed equabile, non influenzato da alcuna causa esterna che possa modificarlo.

Per metterci in condizioni analoghe al caso delle pompe centrifughe, supponiamo che la palla considerata dall'Herrmann si trovi sotto l'azione di una causa esterna, paragonabile alla contropressione che agisce sul fluido di una pompa, cioè tendente a respingerla verso il centro, come se vi fosse una forza attrattiva emanante dal centro. In questa ipotesi il moto assoluto della palla non sarà più rettilineo ed equabile colla velocità iniziale u , ma sarà invece curvilineo e vario, secondo una legge che potremo desumere dalla teoria delle *forze centrali*. Si sa da questa che, qualunque sia la traiettoria della particella, la diminuzione della forza viva passando dalla periferia di raggio r_1 a quella di raggio r_2 , deve uguagliare l'aumento della energia potenziale della forza emanante dal centro. Non vi ha bisogno nel caso nostro di conoscere la legge di questa forza in funzione del raggio, nè di

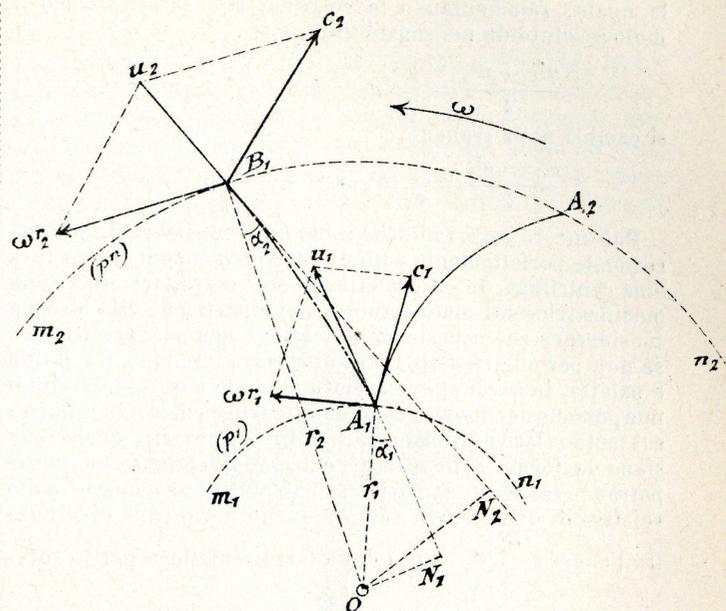


Fig. 47.

introdurre alcuna ipotesi sul modo col quale andrà variando la pressione p da p_1 a p_2 (1), per determinare il lavoro consumato da quella forza; le due periferie $m_1 n_1, m_2 n_2$ sono due linee equipotenziali a cui corrispondono per l'unità di massa le energie $\frac{g}{\gamma} p_1, \frac{g}{\gamma} p_2$; quindi il lavoro anzidetto sarà espresso senz'altro da $\frac{g}{\gamma} (p_2 - p_1)$.

Pertanto le velocità estreme u_1, u_2 del moto assoluto che consideriamo dovranno soddisfare alla relazione:

$$\frac{u_1^2 - u_2^2}{2} = \frac{g}{\gamma} (p_2 - p_1).$$

Per determinare poi la direzione che assumerà la velocità assoluta finale u_2 , potremo applicare l'altra proprietà dei moti centrali, che la velocità della particella in ogni punto della traiettoria si mantiene inversamente proporzionale alla perpendicolare abbassata dal centro di forza sulla tangente alla traiettoria nel punto considerato. Avremo dunque nel caso nostro:

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{ON_1}{ON_2} = \frac{r_1 \sin \alpha_1}{r_2 \sin \alpha_2}.$$

Stabiliti così gli elementi del moto assoluto $A_1 B_1$ della palla, sotto l'azione della velocità iniziale u_1 e della contropressione esterna, applichiamo ad essi il metodo dell'Herrmann. Supponiamo cioè che la palla, muovendosi di questo moto, lasci la sua traccia sul disco, mentre questo gira colla velocità angolare ω . La linea $A_1 A_2$ così segnata indicherà la forma della *paletta neutrale* per il moto assoluto considerato, scomponendo nel solito modo le velocità assolute u_1, u_2 , otteniamo le velocità relative:

$$c_1^2 = u_1^2 + \omega^2 r_1^2 - 2 u_1 \omega r_1 \sin \alpha_1$$

$$c_2^2 = u_2^2 + \omega^2 r_2^2 - 2 u_2 \omega r_2 \sin \alpha_2,$$

e quindi il moto relativo della palla rispetto al disco presenterà un aumento di forza viva relativa:

$$\frac{c_2^2 - c_1^2}{2} = \frac{u_2^2 - u_1^2}{2} + \frac{\omega^2}{2} (r_2^2 - r_1^2) - \omega (u_2 r_2 \sin \alpha_2 - u_1 r_1 \sin \alpha_1)$$

(1) L'ing. Ancona vorrebbe ammettere che questa variazione di pressione avvenga uniformemente al crescere del raggio, e ritiene questa ipotesi come conseguenza della condizione del completo riempimento dei canali mobili. Ogni ipotesi di questo genere sembra a noi arbitraria; giacchè, come altrove dimostreremo, sia la legge del moto relativo, sia quella delle pressioni, devono risultare perfettamente determinate dal complesso di tutte le condizioni dinamiche dell'apparecchio e non da qualunque condizione che voglia imporsi *a priori*.

la quale, rammentando le relazioni che caratterizzano il moto assoluto da noi considerato, cioè:

$$\frac{u_1^2 - u_2^2}{2} = \frac{g}{\gamma} (p_2 - p_1), \quad \frac{u_2}{u_1} = \frac{r_1 \sin \alpha_1}{r_2 \sin \alpha_2},$$

si cambia nella seguente:

$$\frac{c_2^2 - c_1^2}{2} = \frac{\omega}{2} (r_2^2 - r_1^2) - \frac{g}{\gamma} (p_2 - p_1).$$

Può ancora osservarsi che il caso ora considerato non corrisponde perfettamente a quello di una pompa o di una turbina centrifuga, le cui palette devono esercitare un'azione modificatrice sul moto assoluto delle particelle. Ma bisogna considerare che codeste modificazioni non possono nascere se non per effetto delle reazioni che si esercitano fra fluido e paletta, le quali agiscono normalmente a questa, e quindi non possono dar luogo a componente tangenziale che influisca sul moto relativo. Rimane quindi dimostrato che, qualunque siano la forma delle palette e le modificazioni che queste potranno indurre nel movimento assoluto dell'acqua, il moto relativo di questa sarà sempre quello dovuto alla differenza fra l'energia $\frac{\omega^2}{2} (r_2^2 - r_1^2)$ della forza centrifuga per la rota-

zione ω delle palette, e quella $\frac{g}{\gamma} (p_2 - p_1)$ della contropressione che deve essere vinta dal fluido per passare dalla periferia interna $m_1 n_1$ a quella esterna $m_2 n_2$ della ruota.

La dimostrazione ora data, oltre ad dare una chiara conferma dell'equazione già ottenuta per altra via, offre il vantaggio che, evitando ogni erronea interpretazione del concetto di forza centrifuga, mette in evidenza il vero significato di quella equazione. Essa non è, in sostanza, che la pura e semplice espressione analitica di un fatto geometrico, il quale deriva dall'astrazione colla quale noi passiamo dal moto assoluto al moto relativo. Essa non esprime alcun fatto dinamico dipendente dalle azioni reciproche che possono esercitarsi fra le palette e il fluido, giacchè si verifica ugualmente sia che trattisi di palette neutrali, che di palette attive.

(Continua)

Ing. F. MOSSA.

COSTRUZIONI INDUSTRIALI

LE NUOVE OFFICINE DELLE STRADE FERRATE (RETE MEDITERRANEA)

IN TORINO

P A R T E II.

Continuazione del CAPITOLO III

(Riparti veicoli).

(Vedi Tavola VI)

Tettoie del Parco veicoli. — Di fronte al Carrozzaggio, verso Piazza d'Armi, troviamo indicate nella planimetria generale (tav. V, anno 1893) 5 tettoie aperte. Queste tettoie, il cui tipo è indicato schematicamente nella fig. 1 della tav. VI, misurano complessivamente m. 306 di sviluppo, e la loro larghezza è di m. 15,00 tra gli assi verticali dei sostegni. I sostegni sono costituiti da colonne di ghisa cave, poste a m. 5,10 l'una dall'altra, a sezione circolare collo spessore di circa 20 mm.; esse sono fissate con un tenone in un imbasamento di pietra su fondazione muraria, e presentano le seguenti dimensioni: Altezza totale dal piano del binario m. 5,10 — Altezza del piano superiore del capitello sulle guide del binario m. 4,50 — Altezza del capitello m. 0,34 — Diametro: alla base m. 0,25; alla sommità m. 0,20.

Le colonne portano le incavallature, le quali sono inchiodate ad un dado, che sormonta il capitello, mediante ripiegatura in senso verticale dei cantonali costituenti i puntoni. Dal punto più basso di questa ripiegatura parte una saetta inclinata che si inchioda alla catena orizzontale dell'incavallatura, stabilita a m. 5,00 sul piano delle guide.

La soprastruttura del tetto è tutta in legno ed è fatta con arcarecci di m. 0,16 \times 0,22 posti in corrispondenza ai nodi del puntone, panconcelli di m. 0,08 \times 0,10, spazianti m. 0,50 da asse ad asse, e listelli di m. 0,03 \times 0,04 distanti m. 0,34 da asse ad asse, con interposte tavole di m. 0,25 \times 0,025. Il coperto è di tegole piane marsigliesi.

Nelle due tettoie estreme le due campate di testa sono cieche; le altre portano un lucernario a vetri poco elevato sul tetto cieco, avente un'orditura metallica analoga a quella descritta pei calderai. Le tre tettoie intermedie non hanno lucernario.

Le incavallature in ogni campata sono controventate da due tiranti fatti con tondino di 25 mm., avente a metà lunghezza un tenditore; ogni tirante congiunge il vertice di un'incavallatura coll'imposta della successiva o viceversa.

Le colonne nel senso normale al piano delle incavallature sono collegate da un architrave ad $\left[\frac{160 - 65}{9} \right]$ solidale ad un piastrone che si inchioda all'appendice superiore della colonna mediante una corniera verticale: per diminuire la portata dell'architrave sonvi due saette fatte con ferri cantonali $\frac{65 - 65}{7}$, assicurate al piastrone ed all'architrave mediante chiodi ribaditi.

Il tetto delle tettoie aggetta di m. 0,50 sul vivo delle colonne, ed è decorato da una mantovana di legno larice alta m. 0,60, dietro la quale sta la doccia che raccoglie le acque pluviali.

Sotto le tettoie corrono tre binari, oltre due esterni per parte. Tutti questi binari servono all'introduzione ed uscita dei veicoli, e mediante scambi si allacciano ai due binari che escono dalle porte nord e sud dell'officina. Tre carrelli a raso mettono i binari del parco-veicoli in comunicazione col Carrozzaggio e colla Sala Verniciatori.

Magazzino legnami principale. — Il grande Magazzino legnami (vedi fig. 2, 3 e 4 della tav. VI) è un edificio ad un solo piano, il quale misura ml. 140,22 di lunghezza e m. 23 di larghezza fra i vivi esterni dei muri perimetrali, ed è diviso nel senso longitudinale in 28 campate da m. 4,98 l'una. Il prospetto esterno dei lati longitudinali presenta una serie di pilastri quadrati laterizi col lato di m. 0,78, lavorati a paramento, collegati da un muriccio pure lavorato a paramento visto alto 1,60 compreso lo zoccolo in pietra, e spesso 0,39, sul quale è eretto un muro a traliccio di 0,26 di spessore. Tale disposizione non è mantenuta nelle due ultime campate, che sono chiuse da muro a struttura mista come il Calderaggio per tutta l'altezza del pilastro; la stessa struttura si ha nei muri di testa che terminano a frontone triangolare.

Sui lati longitudinali si aprono 3 porte da m. 3,30 ed altre due sono praticate nei muri di testa; queste porte sono chiuse da serramenti in ferro con lunetta superiore fissa a vetri, e sono attraversate da binari, che entrano nel Magazzino e comunicano con quelli esterni mediante piattaforme da m. 4,50; nelle campate cieche estreme dei fianchi e sulle teste vi sono finestre di 1,30 di luce con serramenti a vetri ed intelaiatura di ferro. Tranne che nella sede dei binari il Magazzino ha un pavimento rialzato di m. 0,35 sul piano delle rotaie, fatto con mattoni posti di coltello su strato di calcestruzzo, munito di cordonata in granito in corrispondenza dei risvolti.

Nella ultima campata a nord, sono ricavate due ampie sale ad uso ufficio con pavimento in tavole di larice e solaio in legno con soffitto civile.

Il tetto del Magazzino è coperto con tegole piane poste su listelli di abete di cent. 3 per 4, spazianti metri 0,34, i quali sono assicurati a panconcelli di $0,08 \times 0,10$; tra listello e listello sono inchiodate delle tavole di cm. 2,5. I panconcelli sporgono di m. 1,00 circa dal vivo del muro, e sono sostenuti da appositi passafuori i quali sono inchiodati su di un gattello solidario al primo arcareccio e poggiano su d'un architrave in corrispondenza della cornice del traliccio.

Gli arcarecci sono di larice con sezione $0,18 \times 0,22$ in numero di 7 per falda, e sono assicurati con gattelli ai puntoni delle incavallature le quali sono in legno, del sistema palladiano completo, hanno la corda di m. 22,38 e si appoggiano ai pilastri coll'intermezzo di mensoloni: la catena è in tre pezzi ed il suo piano inferiore è a m. 6,00 dal piano delle rotaie. Le dimensioni trasversali dei singoli pezzi sono le seguenti: Puntone, m. $0,3 \times 0,30$ — Sottopuntone, $0,25 \times 0,30$ — Catena e controcatena, $0,30 \times 0,30$ — Saette, $0,20 \times 0,30$ — Monaci od ometti, $0,25 \times 0,30$.

Il tetto è cieco, eccetto che per quattro tratte misuranti complessivamente 70 ml. e per una larghezza di m. 4,60 per ogni falda; in queste tratte sono disposti dei lucernari sostenuti da montanti in ferro attaccati agli arcarecci e collegati alla parte superiore da cantonali, che ricevono i ferri a vetri: il colmo del lucernario è fatto con un ferro a I sostenuto da due altri ferri a I inchiodati sul colmareccio. Le lastre di vetro hanno lo spessore di 9 a 10 mm.

Magazzino annesso pei legnami. — Il Magazzino ora descritto non essendo sufficiente per ricoverare tutti i legnami, venne progettata una tettoia aperta del tipo di quella del Parco veicoli, colle catene delle incavallature a 7,20 dal pavimento, avente la lunghezza di m. 50,00, la cui posizione fu indicata nella planimetria generale colla lettera N.

Sala Verniciatori e Riparto Tappezzeri. — A questo Riparto vennero assegnati m. q. 6560 in modo che può contenere comodamente 100 veicoli distribuiti su 16 binari che lo percorrono da sud a nord passando attraverso tante porte di luce 3,20; tutti questi binari sono serviti da carrelli a raso, dei quali l'uno è nel piazzale che divide i verniciatori dal Carrozzaggio, e l'altro è interno (V. planimetria fig. 5, tav. VI).

Nella Sala Verniciatori si contano 42 colonne di ghisa di tipo identico a quelle del Carrozzaggio, alle quali direttamente sono assicurate le incavallature del tetto; altre incavallature poggiano nel tratto mediano delle travi a traliccio che collegano le colonne nel senso est-ovest.

Le incavallature hanno la catena orizzontale a m. 6,85 dal pavimento, distano m. 5,40 da asse ad asse ed hanno la corda di m. 10,77. La sovrastruttura si compone di arcarecci di $0,20 \times 0,27$, panconcelli di $0,08 \times 0,10$ e listellini di $0,03 \times 0,04$ ai quali sono legate le tegole. Il tutto è mascherato da un tavolato di m. 0,03.

Nei due interessi compresi fra l'arcareccio di colmo ed i due successivi d'ogni falda è praticato in tutte le navate un lucernario. L'ossatura di questo lucernario è costituita in corrispondenza delle incavallature da 4 montanti assicurati agli arcarecci e rilegati da corniere, e da un ferro a I sostenuto da due montanti pure a I inchiodati al colmo dell'incavallatura; altri montanti in numero di 3 per campata, assicurati agli arcarecci sottostanti, sostengono le corniere. Sui ferri di colmo e sulle corniere verranno inchio-

dati dei pezzi speciali in ferro foggiate a croce col gambo maggiore volto in giù, sui quali saranno adagiate le lastre di vetro mediante l'interposizione di cilindretti di caoutchouc, altri cilindretti sono disposti sopra le lastre e vengono serrati mediante un cappelletto nel centro del quale ad ogni spazio di 25 centimetri viene a passare una vite in ottone a testa quadrata, che penetra nell'appendice del sostegno dei vetri (Vedi figura 48 qui nel testo).

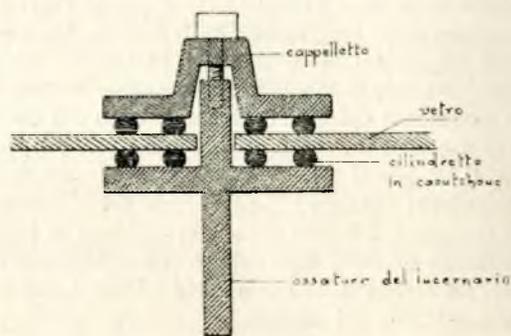


Fig. 48.

Questo sistema, detto Hardy dal nome dell'inventore e fabbricante, presenta il grandissimo vantaggio di sopprimere il mastice, che facilmente si screpola e lascia colare l'acqua, e di presentare una durata pressochè senza limite, e ciò senza venir meno alle condizioni di solidità, elasticità e facile posizione in opera. Per questi suoi pregi il sistema venne adottato in molti edifici all'estero ed ha fatto ovunque ottima prova.

Un'altra specialità dell'Hardy venne proposta per la Sala Verniciatori e per gli edifici di cui ci occuperemo ancora, e sono i canali delle pluviali in ghisa con giunto in caoutchouc. La rigidità dei giunti degli ordinari canali in lamierino zincato, per quanto l'esecuzione sia perfetta, non garantisce contro l'impervietà dei giunti stessi e ciò perchè i canali non resistono alle deformazioni nei giunti cagionate dalle oscillazioni di temperatura e soprattutto nel caso concreto di un'officina, al lavoro di disaggregazione prodotto dai moti vibranti e dalle scosse continue ed intense, che le trasmissioni e gli organi in moto delle macchine comunicano all'intero fabbricato. Il cilindretto di caoutchouc del sistema Hardy, compresso fra i solchi praticati nelle teste dei due pezzi di canale che vengono a contatto, soddisfa invece assai bene a tutte le condizioni. Esso infatti non subisce alterazione, indurimento o rottura alcuna per le variazioni di temperatura che nei nostri climi si limitano a 50° e però conserva la sua originaria elasticità e plasticità, cioè garantisce la bontà del giunto.

Il pavimento della Sala Verniciatori è fatto con una colata di cemento di m. 0,04, su fondo di calcestruzzo e ghiaia, ed è diviso in tante zone rettangolari comprese fra i binari e due colonne della stessa fila, col lato maggiore da sud a nord. Ognuna di queste zone è incavata a piramide rovesciata e nel centro ha un pozzetto che raccoglie le acque di lavatura dei veicoli e le conduce in tombini diretti da sud a nord, che immettono in un fognolo, donde le acque si scaricano nella grande fogna collettoria, che ha origine in corrispondenza della Sala dei Verniciatori, e percorre tutta la fronte est delle officine, fuori dei fabbricati parallelamente alla linea di Milano.

La configurazione esterna, la struttura e le dimensioni dei muri, il modo di decorazione ed i serramenti del fabbri-

cato Verniciatori non differiscono dal Carrozzaggio, e perciò è inutile ripetere i dati relativi.

La parte ad ovest del fabbricato di cui ci occupiamo è destinata ai tappezzeri, sellai e riparatori dei telarini dei serramenti, e comprende tre piani, un sotterraneo e due fuori terra. A pianterreno il locale è diviso in due navate da 13 colonne di ghisa, come quelle dei verniciatori, collocata su robusti pilastri del sotterraneo collegati da archi. Nel senso trasversale le colonne sono tenute in sesto da travi a doppia T, che sono in prosecuzione delle travi a traliccio della Sala Verniciatori; a queste travi se ne raccomandano altre longitudinali più piccole, fra le quali sono gettati dei volini che portano il pavimento del piano superiore, al quale si accede mediante comoda scala in pietra.

Il pavimento del piano terreno è fatto con tavole di larice di spessore m. 0,04, inchiodate a travetti di m. 0,10 \times m. 0,12, posati a m. 0,50 da asse ad asse su pilastri in muratura: analogo è il pavimento del 1° piano.

Il coperto è a tegole piane con orditura di legno; le incavallature sono del tipo comune da abitazione civile, in legno. La catena orizzontale porta i listelli, sui quali sono fissate le stuoie del soffitto.

Segheria e falegnami. — La segheria è stabilita in un edificio ad un piano fuori terra ed uno sotterraneo (vedi figure 6, 7 e 8 della tav. VI), che comprende 7 campate nel senso da sud a nord, eguali a quelle del Carrozzaggio, e 3 campate nell'altro senso, così da misurare complessivamente fra i vivi interni dei muri un'area di 3783 mq. A sud, e contro il muro divisorio del Carrozzaggio, vennero ricavati due locali di m. 13,79 \times m. 11,95, l'uno per un motore di 60 cavalli, l'altro per le caldaie, che debbono somministrare il vapore alla motrice. Questo annesso è coperto con tegole piane sostenute da orditura completamente metallica del tipo di quella della navata carrello nell'attigua Sala veicoli, mentre il coperto della segheria propriamente detta non è che la continuazione di quello del Carrozzaggio, colla semplice variante che le incavallature distano soltanto m. 4,20 ed in conseguenza gli arcarecci sono più piccoli, avendo la sezione di m. 0,18 \times m. 0,22.

Come nel coperto, così nel resto la segheria non differisce dalla Sala montatura veicoli; le colonne di ghisa, in numero di 12, distano m. 14,57 nel senso sud-nord, e m. 12,60 nell'altro senso, in cui corrono le travi a traliccio di collegamento, destinate a ricevere due incavallature cia-

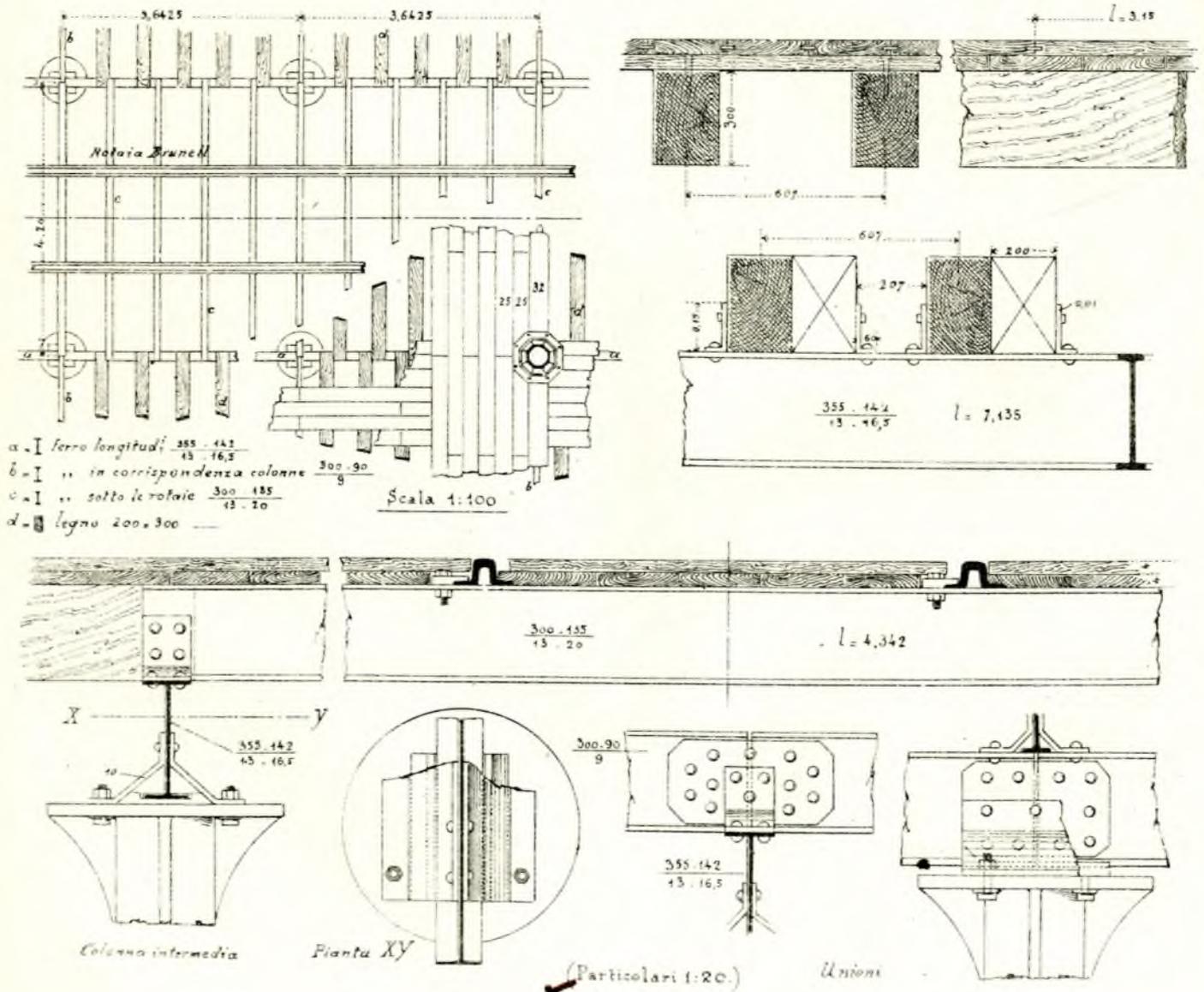


Fig. 49.

scuna. Invece che su fondazione in muratura, le dette colonne sono erette su altre colonne in ghisa del sotterraneo, mediante l'unione che appare dalla fig. 9 della tav. VI nella quale è disegnata l'intera colonna del sotterraneo. L'orditura dell'impalcato fra pianterreno e sotterraneo è rappresentata nella figura 49 con particolari relativi in maggior scala. Il sotterraneo ha la stessa ampiezza del locale superiore, e l'altezza fra il suo pavimento, fatto con lastre di Luserna di cm. 5, ed il pavimento del pianterreno è di m. 3,50. Esso è illuminato da alcune botole, che si aprono nell'impalcato di divisione fra i due piani, e da tante finestre che sono aperte nel marciapiede contornante l'edificio. Oltre le 12 colonne che costituiscono la base di quelle superiori, si contano altre 204 colonne: tutti questi sostegni sono collegati in tutti i sensi da robuste intelaiature, parte in legno e parte in ferro. Sono in ferro le travi a I di:

$$\frac{355 - 142}{13 - 16,5} \text{ e di } \frac{300 - 90}{9}$$

che collegano le colonne inferiori nel senso longitudinale e trasversale del fabbricato; sono in legno colla sezione $0,2 \times 0,30$ quelle intermedie alle colonne poste a 0,607 da asse ad asse, ed assicurate alle travi in ferro principali. Alle predette travi di legno sono però sostituiti ferri a I di:

$$\frac{300 - 135}{13 - 20}$$

in corrispondenza dei binari. Con questo doppio ordine di travi si costituì un robusto telaio capace di portare il sovraccarico di 1000 chg. al mq., ed il pavimento del pianterreno, costituito da due serie di tavoloni di rovere spessi m. 0,04, investiti a maschio e femmina, e disposte l'una normale all'altra.

Non tutto il locale superiore è destinato alle macchine, essendo questa disposizione si progettò il sotterraneo completo per avere un locale continuo anzichè semplici fosse contenenti le trasmissioni. Col sotterraneo continuo è possibile infatti l'impianto delle controtrasmissioni, e quindi delle macchine a legno, in qualunque punto della sala, e si può dare alle macchine stesse una disposizione più razionale e più adatta ai bisogni. E tale facoltà riesce tanto più vantaggiosa quando si rifletta che, data la forte velocità colla quale girano le puleggie-motrici di queste macchine, l'impianto delle loro controtrasmissioni risulta abbastanza complicato e richiede uno spazio considerevole, rendendosi necessaria la posizione in opera di due contralberi di rimando secondo la disposizione adottata presso i più recenti impianti esteri per la lavorazione del legno.

Un altro vantaggio del sotterraneo continuo è questo che intorno alle controtrasmissioni si può disporre d'un'area libera e però vien resa più facile la sorveglianza e l'oliatura degli organi in moto e più garantita la sicurezza del personale.

L'esportazione dei trucioli e detriti di legno dai punti più vicini alle macchine sarà fatta automaticamente con un sistema di condotte composte di tubi aspiranti i quali mettono capo nei punti sottostanti alle macchine stesse.

Coll'altezza di m. 3,50 assegnata al sotterraneo si acquista il dislivello necessario fra le puleggie motrici delle macchine e le puleggie degli alberi di controtrasmissione, il cui asse è fissato a m. 0,70 sul livello del suolo del sotterraneo, e che poggiano sopra supporti stabiliti su appositi cuscinetti in pietra. Il movimento a questi alberi di rimando sarà dato dall'albero principale assicurato a supporti fissati a mensole lungo il muro che divide la segheria dall'attiguo salone per la montatura veicoli.

Chiudo questi brevi cenni sui diversi riparti che costituiscono la Sezione veicoli con un prospetto dell'area occupata da ciascun edificio, compresa fra i vivi esterni dei muri o fra gli assi delle colonne:

Sala montatura veicoli	$141,36 \times 132,08$	= mq.	18670,83
Tettoie del Parco veicoli	306×15	. = »	4590,00
Magazzino legnami	$140,22 \times 23,00$. = »	3225,06
Tettoia aperta annessa al magazzino legnami	50×15	. = »	750,00
Sala verniciatori e Riparto tappezzeri e telarini	$100,14 \times 78,06$. = »	7816,93
Segheria e Riparto falegnami ed annesso	$102,94 \times 38,10 + 29,14 \times 13,51$	= »	4315,69
Sommano mq.			<u>39368,51</u>

(Continua)

Ing. A. RAGAZZONI.

QUESTIONI TECNICO-AMMINISTRATIVE

SULL'AMMINISTRAZIONE
DELLA VIABILITÀ COMUNALE IN ITALIA.

Studi e proposte dell'Ing. MASSIMO TEDESCHI.

(Continuazione)

V.

La manutenzione delle strade nei Consessi tecnici — I Congresso degli Ingegneri ed Architetti in Milano nel 1872 — II Congresso in Firenze nel 1875 — IV Congresso in Roma nel 1883 — V Congresso in Torino nel 1885 — VI Congresso in Venezia nel 1887 — VII Congresso in Palermo nel 1892 — Considerazioni sui varii deliberati.

A completare lo sguardo retrospettivo storico dell'importante questione, ci rimane a vedere che cosa si sia deliberato dai consessi tecnici e più specialmente dai Congressi degli Ingegneri fin qui tenuti.

Al I Congresso degli Ingegneri italiani tenutosi in Milano nel 1872, veniva proposto dall'ing. Antonio Cantalupi, il seguente quesito:

« Quale dovrebbe essere il metodo da seguirsi nella manutenzione delle strade comunali e provinciali per ottenere la migliore viabilità colla minore spesa possibile? ».

Il quesito proposto era in termini abbastanza determinati e precisi, ma non altrettanto precise si possono dire le deliberazioni prese, che furono le seguenti:

1. Che la manutenzione delle strade sia affidata alla direzione degli Ingegneri responsabili delle Provincie e dei Comuni;
2. Che in massima generale la riparazione dei guasti sia fatta immediatamente dopo avvenuti;
3. Che debba preferirsi ad ogni altro il sistema dei risarcimenti parziali continui col mezzo di operai idonei ed esercitati;
4. Che nelle Provincie nelle quali, per particolari condizioni non fosse possibile applicare il sistema dei risarcimenti parziali continui, debba almeno introdursi quello delle forniture e spandimenti periodici, determinati preventivamente in proporzione dei bisogni.

Queste deliberazioni si riferiscono più che ad altro al problema tecnico della manutenzione, mentre era intento del proponente che si risolvesse specialmente il quesito in linea amministrativa, ed infatti egli stesso argutamente osserva (1) che con tale ordine del giorno si erano lasciate presso a poco le cose come si trovavano.

(1) A. CANTALUPI, Opera citata.

Al II Congresso tenutosi in Firenze nel 1875, venne proposto il quesito nella seguente forma:

« Quali rimedi concernenti la manutenzione delle strade nazionali provinciali e comunali possono aggiungersi a quelli già proposti nel primo Congresso, sia per ottenere la migliore viabilità colla minore spesa possibile, sia per conseguire un sistema più economico e vantaggioso d'appalti, ed infine per potere applicare regolarmente alle proprietà stradali la relativa legge di polizia ».

Le deliberazioni relative furono le seguenti:

1. La maggiore suddivisione degli appalti;
2. Affidare la cura della manutenzione stradale a Ingegneri esercenti la libera professione, che siano indipendenti ma responsabili però verso la Provincia;
3. Che lo spargimento della ghiaia, l'espurgo dei fossi, ecc. debba essere fatto a cura dei cantonieri, indipendenti dall'appaltatore, il quale non dovrebbe fornire che il materiale.

Dell'importante questione non troviamo traccia nel III Congresso tenutosi in Napoli, ed invece nel IV Congresso, quello di Roma del 1883, troviamo ripresentato il quesito, ma quasi nelle identiche forme dei precedenti, e cioè:

« Quale dovrebbe essere il metodo da tenersi nella manutenzione delle strade governative, provinciali e comunali per ottenere la migliore viabilità colla minima spesa possibile e se meglio convengano i continui risarcimenti agli spargimenti generali dei materiali di rimonta ».

L'ultima parte di questo quesito richiamava la questione tecnica della manutenzione, già risolta nel I Congresso, e siccome la questione, come accennai fin da principio, non è mai stata troppo curata dai tecnici, il Congresso di Napoli, si sbrigò colla seguente deliberazione:

« Considerando che il quesito è stato già trattato nei precedenti Congressi, che a ritornare sull'argomento sarebbero necessari ampi studi estesi a diverse Province;

« Facendo plauso alle interessanti comunicazioni di taluno degli oratori e stimandoli di lodevole esempio, la sezione seconda del Congresso si astiene dal prendere deliberazioni concrete sul quesito in parola ».

Al V Congresso tenutosi in Torino nel 1885, la questione è presentata dal solo punto di vista della viabilità comunale sotto la seguente forma:

« Vedere quali provvedimenti occorrono nell'interesse della pubblica viabilità per il regolare mantenimento delle strade comunali e di quelle consortili ».

Su questo quesito, il proponente ing. B. Casari, svolse un'accuratissima memoria (1), ricca d'osservazioni utilissime e che avremo occasione più oltre di richiamare.

Si era allora sotto l'impressione della Circolare Ministeriale 9 febbraio 1884 (2) e sui quesiti da essa proposti si aggirò principalmente la discussione del Congresso che fu lunga ed animata.

Il Congresso, premesso un voto di plauso agli intendimenti del Ministro svolti nella Circolare, fu di voto:

1. Che la manutenzione delle strade intercomunali obbligatorie vengano affidate alle Amministrazioni provinciali le quali ne sosterranno in tutto od in parte le spese col bilancio della Provincia;
2. Che vengano accordate alla Provincia facoltà per far fronte alle spese necessarie, d'imporre ove ne crederà il caso, nuove imposte speciali;
3. Che sia costituito nei Comuni un fondo speciale analogo a quello della legge 30 agosto 1868, per provvedere al mantenimento delle residue strade comunali non comprese nel n. 1.

Come si scorge in parte, queste conclusioni concordano con quelle fornite dalle Commissioni nominate per effetto della Circolare.

Un quesito di forma quasi identica a quello presentato al I Congresso, venne sottoposto al VI Congresso tenutosi in Venezia nel 1887, ma appunto perchè trattavasi di quesito su cui già altri Congressi avevano deliberato, quel Congresso passò all'ordine del giorno puro e semplice per evitare contraddizioni colle precedenti deliberazioni.

Al VII Congresso internazionale tenutosi in Palermo nel 1892, venne ripresentata la questione da chi scrive queste pagine, ma non più sotto la forma generale perchè il tema non avesse a subire la sorte dei precedenti, ma bensì su un sistema speciale di manutenzione delle strade ordinarie, specialmente applicabile alle strade comunali (1).

Nella discussione però, a maggiore illustrazione della memoria presentata, si insistette dal proponente sull'importanza della questione, richiamando le precedenti fasi per cui era passata e insistendo sull'urgenza di provvedere specialmente alle strade comunali (2), lasciando le esortazioni oramai dimostrate inefficaci e cominciando a tentare esperimenti pratici.

Il Congresso parve convincersi di questa necessità, e ravvisando nel quesito proposto oltre che l'esposizione dei felici risultati ottenuti da un sistema speciale, anche lo scopo di richiamare l'antica e non risolta questione, votava il seguente ordine del giorno:

« Il Congresso, richiamando la urgente necessità che vengano studiati i provvedimenti atti a porre riparo alle gravissime condizioni di manutenzione della viabilità comunale, reputando necessario che si inizino esperimenti concreti per il miglioramento della viabilità, esprime avviso che il sistema del Cantoniere appaltatore (3) si cominci ad sperimentare per le reti comunali di poca importanza ».

Tale esortazione è troppo recente per conoscere se abbia avuto qualche risultato.

Intanto però è bene riconoscere che in tale deliberazione si affermò finalmente la necessità di abbandonare il sistema delle lamentazioni per prendere risolutamente la via delle esperienze pratiche.

Volendo però riassumere il lavoro fin qui operato, non si può a meno di constatare e ripetere col Cantalupi che dopo tanti studi, dopo tante sollecitazioni, il sistema da adottarsi nella manutenzione delle strade comunali e l'ordinamento del relativo personale è tuttavia un problema che, benchè sia stato più volte studiato dagli Ingegneri, non ottenne finora una soluzione definitiva.

Il male è stato fin troppe volte constatato, ma in modo tutt'affatto teorico.

Ogni qualvolta vennero suggerite proposte pratiche, si lasciarono cadere nell'abbandono, e nulla, proprio nulla, è doloroso il constatarlo, si è tentato nel campo pratico, nessun esperimento, nessuna ricerca per rendersi ragione del perchè tante e si reiterate sollecitazioni per un male da nessuno sconosciuto, non avessero sentito il più piccolo effetto.

E così ancora in oggi le nostre strade comunali continuano a volgere verso la loro definitiva rovina.

VI.

Esame dei concetti fondamentali intorno alla viabilità comunale —

Insufficienza dei criteri di fondamento alle disposizioni odierne — Dimostrazioni pratiche — I Comuni singoli e la viabilità comunale — Cenni sui principii informativi delle legislazioni stradali straniere — Disposizioni circa la sorveglianza e ragioni della loro inefficacia — Come si provvede attualmente alle strade comunali — Le Amministrazioni provinciali e le strade comunali — Conclusioni sulle considerazioni svolte.

Da quanto si è venuto fin qui esponendo, appare anzitutto l'inefficacia delle vigenti disposizioni legislative circa la manutenzione delle strade comunali, in secondo luogo la vanità

(1) Il quesito proposto era il seguente: « La manutenzione delle strade ordinarie col sistema del Cantoniere appaltatore ».

Su questo tema trovasi una memoria negli *Atti del VII Congresso degli Ingegneri in Palermo, nel 1892*. Parte Prima. — *Memorie preliminari*. Palermo, 1892. — Tipografia editrice, *Tempo*.

(2) *Atti del Congresso di Palermo*, Parte II. — Resoconti (pagine 195 e seg.).

(3) Vedi nota alla fine del Capo VII.

(1) Vedi *Atti del V Congresso Ingegneri ed Architetti*.

(2) Vedi il testo della Circolare a pag. 76.

degli sforzi fin qui tentati per cercare di arrestare il deterioramento delle strade.

Nell'indagare le ragioni di tali condizioni di cose, io cercherò di dimostrare come esse sieno tutte intimamente connesse; esse derivano dalla base prima da cui si è sempre partiti nel considerare la questione, e dalle conseguenze e providenze che dai concetti presi a fondamento se ne vollero trarre.

In un paese la viabilità va considerata nel suo complesso. Le reti ferroviarie e le reti stradali sono come gli organi di una stessa macchina, che tutti debbono funzionare regolarmente, altrimenti male funziona l'intera macchina. È perciò che se le strade nazionali, ridotte oramai a piccolissima rete (1), e le strade provinciali sono, quale più, quale meno, regolarmente conservate, non è così della rete comunale, la quale è senz'alcun dubbio la più estesa e non meno importante delle altre. Ora è quest'importantissima rete che, essendo troppo trasandata, vizia il funzionamento di tutta la nostra vita economica.

Il perno principale della questione sta, a mio avviso, nell'essersi fin qui travisato il carattere della strada comunale e nel non essersi data una più ampia applicazione, per i motivi che esamineremo avanti, all'art. 39 della legge sui lavori pubblici, in cui è detto che al mantenimento delle strade comunali provvedono i rispettivi Comuni, od isolatamente o per modo di Consorzio con altri Comuni, concorrendo insieme alla spesa secondo il grado d'interesse di ognuno. L'applicazione generalmente prevalsa di tale articolo è che ogni Comune mantenga *isolatamente* la propria strada; di Consorzi se ne formarono molti per le costruzioni, pochissimi per la manutenzione, tant'è che è persino prevalso il principio amministrativo che il Consorzio per la costruzione non può avere effetto per la successiva manutenzione dell'opera costrutta.

L'origine prima del male sta quindi nell'aver diminuita a tal segno l'importanza della strada comunale, quasiché essa dovesse servire all'interesse d'un singolo Comune.

Naturalmente io intendo qui parlare specialmente delle strade comunali contemplate dai comma a) e c) dell'art. 6 della legge, e cioè delle strade che costituiscono la vera rete comunale di cui intendo parlare.

Ora poichè è evidente che l'importanza della viabilità non si può fare dipendere dai capricci d'una circoscrizione territoriale, che la rete stradale di un Comune non sempre è in proporzione dell'importanza e della potenzialità del Comune, che l'utile ed il profitto ritratto dalle strade da ciascun Comune non è in proporzione della rete del proprio territorio, ma bensì di tutto il complesso delle comunicazioni stradali che lo legano ai Comuni vicini, ne è venuto che l'applicazione del principio della manutenzione per Comuni singoli ha condotto a dei veri assurdi.

Pochi esempi varranno a chiarire il mio concetto.

Non è raro il caso in cui fra due Comuni uniti da una strada si intromette un lembo di territorio d'un terzo Comune, il quale poco o nulla di quella strada si serve, e di cui tuttavia ha l'onere della manutenzione; non è quindi a stupire se esso tale tratto completamente trascura, portando grave danno ai Comuni vicini.

Così pure suppongasì due Comuni entrambi allacciati ad una strada provinciale, rispetto a cui si trovano uno a destra e l'altro a sinistra, da tronchi di strade comunali; siccome ben raramente succederà che la strada provinciale segui il confine fra i due Comuni, ne verrà che un tratto d'una delle strade comunali è sul territorio dell'altro Comune, il quale se penserà a mantenersi il tronco fino alla strada provinciale, non si occuperà affatto dell'altro tratto, di cui se non difficilmente avrà bisogno.

Nè manca il caso, diremo così, reciproco. Un Comune può avere sommo interesse a che una strada sia bene mantenuta, quantunque essa non tocchi il suo territorio. Dovrà perciò disinteressarsene? Ma se il Consiglio Superiore dei lavori

pubblici, con saggia deliberazione (1), ha ritenuto che in caso di Consorzio per costruzione di strade, la quota di concorso di ciascun Comune deve essere proporzionata al grado di interesse che vi ha, e non già alla semplice ragione della percorrenza della strada sul suo territorio, potrà tale equa norma venir meno solo perchè invece di costruzione trattasi di manutenzione?

Così pure un grosso centro, capoluogo di circondario o di provincia, è quegli che maggiormente trae profitto dalle comunicazioni coi Comuni vicini, che ad esso affluiscono, concorrendo sotto ogni aspetto alla sua vita economica; or bene il grosso centro mantiene unicamente le strade del proprio territorio, e gli altri Comuni minori sotto ogni aspetto devono, senza nessuna differenza, mantenersi i tronchi di strada sul loro territorio, la cui divisione dipendendo esclusivamente dalla configurazione dei confini, è sovente la più ingiusta. A ciò aggiungasi che i grossi centri, come più importanti, sono i meglio serviti da strade provinciali o nazionali (tralasciando qui di parlare delle ferrovie), mentre i piccoli centri, le cui strade rivestono un carattere d'importanza localizzata, sono quasi unicamente serviti da strade comunali e di tale viabilità, debbono sopportare completamente l'onere. Basterebbe gettare un'occhiata agli elenchi delle strade comunali divise per Comuni per vedere una quantità stragrande di tali incongruenze, e cioè piccoli Comuni che hanno reti stradali non solo relativamente, ma assolutamente assai superiori di grossi ed importanti centri.

Così pure tutti quei molteplici coefficienti che fanno aumentare o diminuire il costo della manutenzione di una strada, dovrebbero scomparire di fronte al reciproco interesse che hanno le popolazioni alla buona manutenzione delle strade. L'importanza di una strada è una cosa molto complessa; una strada può acquistare o perdere importanza per un Comune piuttosto che per un altro per un'infinità di circostanze; così l'apertura d'una linea ferroviaria, d'una linea tramviaria, d'un'altra strada, l'impianto d'un opificio industriale, ecc. ecc., ed è perciò che la strada deve ognora essere considerata da un punto di vista largo e non ristretto.

Ma, strano a dirsi, mentre tale ordine fondamentale di idee non sfuggiva al legislatore allorchando si trattava della costruzione delle strade comunali, non venne mai preso in considerazione nella questione della manutenzione. Ecco quanto si trova scritto in una circolare ministeriale (2) a proposito della costruzione delle strade:

« La strada comunale acquista una vera importanza economica soltanto nel suo massimo sviluppo. Essa può richiamare alla vita dei commerci e delle industrie le nostre provincie col moltiplicarsi, suddividersi, aumentare ogni giorno di lunghezza, spingerci a ricercare nelle valli più remote i più piccoli centri di vita commerciale, le più ricche fonti di ricchezza agricola e manifatturiera, mentre considerata solo ai pochi interessi del territorio a cui serve, quest'importanza diviene minima e non può giustificare le spese che per costruirle si possano fare all'infuori dell'indispensabilmente necessario ».

Dunque appare evidente la necessità di mutare il criterio fondamentale preso sin qui a base nel considerare la strada comunale.

L'ingegnere Carloni, che per tanti anni resse con sì alta competenza la Direzione generale dei ponti e strade in Italia, espresse in modo esplicito il suo autorevole avviso in tale materia.

Ripetiamo le sue parole (3):

« Cedendo ad una generosa teorica di decentramento, per cui lo Stato volle, diremo così, esprimere la sua fiducia nelle Amministrazioni comunali, la legge del 20 marzo

(1) Parere 16 febbraio 1872.

(2) Circolare Ministeriale 20 ottobre 1873, num. 20080-8348 (Spaventa).

(3) *Della manutenzione delle strade comunali obbligatorie*, 1883. — *Annali strade com. obbl.*

(1) Secondo la Relazione Ministeriale del 1887-88, la rete di strade nazionali non misura che poco più di km. 8000.

» 1865 abbandonò a queste, sotto la salutare sorveglianza dell'Autorità provinciale, la cura della manutenzione e sorveglianza delle strade comunali. *E forse fu errore.* Le vie di comunicazione interessano collettivamente tutto il corpo sociale, senza che l'interesse che in esse possono avere i singoli cittadini sia direttamente abbastanza forte per determinarli, nella più parte dei casi, a custodirne gelosamente la conservazione ».

È solo a rammaricare come su tali concetti fondamentali non si fermasse il valente ingegnere, e ad essi non informasse più direttamente quelle proposte e quei suggerimenti che egli dalla sua alta carica poteva muovere.

Si è già accennato come la stessa nostra legge organica non osterebbe a che fosse inteso in un modo più largo il criterio della strada comunale, ma converrebbe con nuovi provvedimenti legislativi meglio precisare tale concetto.

Se noi diamo uno sguardo a qualcuna delle legislazioni stradali delle nazioni in cui più florida è la viabilità, vediamo come non altrimenti che da un punto di vista assai più largo del nostro è considerata la strada comunale.

In Inghilterra le strade sono classificate per lo scopo a cui servono, e cioè strade rotabili, mulattiere, ecc. Ma giuridicamente non esiste alcuna distinzione fra i mezzi di comunicazione; sono tutte strade pubbliche e rette dagli stessi principii generali.

In Francia esiste un servizio speciale governativo per la manutenzione delle strade comunali (*chemins vicinaux*), e dalla relazione 15 luglio 1885, riflettente l'esercizio 1881, risulta che a quell'epoca esistevano ben circa, tra costrutte ed in costruzione, 593,000 chilometri di strade, e che la spesa nel 1881 fu di 205 milioni circa di franchi, di cui 64 milioni spesi nelle nuove costruzioni. Questo immenso sviluppo della rete stradale comunale francese dimostra quali frutti abbia colà portato il principio di un ben inteso accentrato stradale.

Nel Belgio abbiamo una legislazione stradale analoga affatto a quella francese, e basata sui due principii fondamentali:

1° Che le strade comunali costituiscono un insieme di mezzi di comunicazioni da servire adeguatamente come completamente alla viabilità nazionale e provinciale;

2° Che tutti contribuiscano al mantenimento delle strade in proporzione del grado di utilità che ne ritraggono.

Da queste poche citazioni si vede come nei paesi, ove pure la viabilità comunale ha larghissimo sviluppo, prevale un principio di considerare la strada comunale da un punto di vista assai più largo che da noi, ove il principio prevalso di lasciare che i Comuni *isolatamente* provvedano alle loro reti stradali, ha avuto queste due gravissime conseguenze:

1° Che i Comuni lasciati a sé, o non provvedono affatto alla manutenzione, o vi provvedono malamente, come avremo agio di esaminare in seguito;

2° Che la spesa per la manutenzione delle strade è ripartita in modo affatto sproporzionato all'utile che ne ritraggono i territori, con danno specialmente dei Comuni più piccoli.

Partendo dal concetto irrazionale ed assoluto che ogni Comune debba sopportare l'onere della manutenzione delle strade del proprio territorio, lo studio costante di quanti si sono occupati della questione è stato quello di provvedere alla *sorveglianza*. I Comuni devono *fare*. Agli enti maggiori spetta unicamente *sorvegliare*. A questo concetto sono ispirate tutte le sollecitazioni governative che abbiamo passato in rassegna ed il progetto di legge del 1885.

Le proposte della Commissione del 1877, benchè non in modo affatto esplicito, si scostarono alquanto da questo criterio, ma ricadono però nel concetto di stabilire le spese in proporzione della lunghezza della rete stradale del territorio.

Abbiamo già visto in altra parte come l'art. 24 della legge sulle opere pubbliche affidi la sorveglianza delle strade comunali ai Consigli provinciali, ed abbiamo passato in rassegna le principali disposizioni dei regolamenti stradali emanati dalle Provincie in forza dell'articolo stesso.

Che cosa ha dimostrato l'esperienza? Ha dimostrato che

quantunque nei regolamenti stradali in genere esistano le prescrizioni perchè le strade comunali siano regolarmente mantenute, come pure le disposizioni per la loro sorveglianza e per il richiamo dei Comuni negligenti all'osservanza dei loro obblighi, il risultato fu completamente negativo, come risulta da tutte le Circolari Ministeriali che abbiamo citato (1).

Ciò dimostra in modo assoluto che non è con leggi, nè con regolamenti, nè con circolari che si potrà mai rimediare agli inconvenienti lamentati, finchè si lasceranno sussistere le cause principali che a tali gravi inconvenienti danno origine.

Coll'organizzazione stradale attuale i Comuni sono per la maggior parte nell'impossibilità di *fare*, e quand'anche vi fosse un servizio di sorveglianza perfetto, il che, come vedremo, è ben lungi dall'essere, il danno non cesserebbe di sussistere, perchè il concetto di un ente che sorvegli implica quello di un ente che operi, e quando non si pensa a provvedere che si faccia, è inutile il pensare al sorvegliare.

Nella stessa relazione che accompagna il più volte citato progetto di legge si trova scritto: « Giacchè se è vero che la legge organica dei lavori pubblici e quella sull'Amministrazione comunale e provinciale dichiarano obbligatorie le spese per la manutenzione delle strade comunali, e obbligatoria la manutenzione stessa, non è men vero che l'accertamento dei danni, quando arriva, arriva sempre allorchè le strade sono già, e da tempo, in condizioni cattivissime, e per le loro riparazioni mancano quasi sempre nei bilanci dei Comuni le somme occorrenti, le quali si rendono disponibili molto tempo dopo, quando il traffico ha già sofferto, per il cattivo stato delle strade, perdite enormi, e quando a correggere il mal fatto occorrono somme molto maggiori di quelle dapprima previste, perchè il deterioramento delle strade, una volta cominciato, precipita ».

Non è adunque a dirsi che l'inconveniente non si fosse scorto ed in modo chiaro, solo si era creduto di porvi rimedio coll'istituire per legge i Consorzi per le spese di sorveglianza. Ma che tale provvedimento non darebbe al certo sufficienti risultati ce ne convinceremo, accennando brevemente il come si pratici in realtà la manutenzione delle strade nella maggior parte dei nostri Comuni.

Pochi sono i Comuni del Regno i quali si possano permettere la spesa d'un Ufficio Tecnico proprio, per cui, astrazione fatta dal piccolo numero di grossi Comuni in cui tale Ufficio esiste, di altri pochi in cui almeno vi è un perito comunale, nel maggior numero dei casi nessun tecnico (2) presiede alla manutenzione delle strade, delle quali s'incarica (salvo poi ad occuparsene o meno) od il sindaco o qualche assessore municipale.

In generale perciò, nessun criterio tecnico è di guida all'amministrazione delle strade, che sono in balia di persone d'ordinario incompetenti.

Notiamo ancora che anche ove vi è un Ufficio Tecnico Municipale, il servizio delle strade è messo, per così dire, in seconda linea. Le cure dei tecnici vengono assorbite o dagli edifici nuovi da progettare, scuole, mercati, cimiteri, e se occorre, teatri: si pensa fino ad un certo punto alla manutenzione delle strade selciate o lastricate interne e dei viali che servono al passeggio, ma poco o nulla si cura la manutenzione delle strade inghiaiate, generalmente abbandonate agli applicati tecnici secondari; ond'è che anche in Comuni cospicui accade di riscontrare strade malissimo tenute.

(1) Rivedere specialmente la Circolare 9 febbraio 1884 riportata a pag. 76.

(2) Con questa parola s'intende specialmente parlare di persone competenti sulla manutenzione stradale. Giustamente si appone l'ingegnere Cantalupi nella prefazione al suo trattato sulle strade, lamentando il difetto di studi speciali nella materia nelle persone che si applicano ai lavori stradali. « È d'uopo persuaderci (dice l'autorevole tecnico) che l'arte di costruire e mantenere le strade, più che al genio ed alla immaginazione inventiva, poggia sulla sintesi dei fatti osservati e studiati ».

È compito troppo modesto quello della manutenzione delle strade e non solletica abbastanza l'amor proprio di quelli che vi si dedicano.

Dunque, causa principalissima del cattivo stato delle strade è la deficienza di cure che ad esse si rivolge da chi avrebbe il compito di amministrarle, mancanza di cura che per la maggior parte dei Comuni dipende da mancanza del personale competente, in altri dalla poca diligenza in chi dovrebbe presiedervi.

A ciò viene ad aggiungersi la scarsità dei mezzi con cui si provvede alle strade, deficienza i cui effetti vanno sempre più risentendosi, man mano che il deperimento delle strade richiederebbe vieppiù maggiori spese.

La manutenzione delle strade comunali figura fra le spese obbligatorie per i Comuni, ma, come veniva osservato nella Circolare Ministeriale 9 febbraio 1884, i fondi stanziati per le strade spesso figurano soltanto nei bilanci preventivi, e diminuiscono d'assai, quando non scompaiono del tutto, nei consuntivi.

Conseguenza di tale fatto è il crescente e continuato aumento del costo di manutenzione, poichè tanto più la strada è cattiva, tanto più costa a mantenerla, ed il minimo della spesa di manutenzione non è compatibile che con una strada in ottime condizioni di viabilità. Ora invece le strade trovandosi in pessime condizioni, anche quel poco che si spende non porta ad esse che un vantaggio momentaneo ed illusorio, e molte strade, più che di manutenzione, ora abbisognerebbero di radicale sistemazione.

In generale, la manutenzione dai Comuni, ove la si pratica, si fa provvedendo direttamente la ghiaia e con qualche cantoniere fisso, coadiuvato in qualche caso da manovali.

Ma anche questo poco lo si fa senza alcun indirizzo preciso. Le operazioni manutentive si fanno fuori tempo e fuori stagione. La stagione delle piogge trova i fossi laterali pieni, e le acque non trovano più il loro regolare sfogo. La provvista della ghiaia, fatta a condizioni impossibili con ribassi incredibili, si eseguisce dall'Impresa quando le accomoda, e così quando più urgente sarebbe il bisogno del materiale per un proficuo impiego, il materiale manca, e quando c'è, per gli esagerati prezzi infimi è di qualità così scadente che non riesce di nessun utile alla strada.

Il principio che val meglio un metro cubo di materiale buono che cinque di materiale cattivo è completamente dimenticato.

Le prescrizioni di polizia stradale che tanto contribuirebbero alla buona e facile manutenzione qualora fossero puntualmente rispettate, come taglio di siepi e rami, per non sottrarre la strada alla benefica azione del sole, passaggi debitamente autorizzati attraverso i fossi laterali, ecc., sono posti in non cale, non riflettendo che anche solo rispettando la polizia stradale e mantenendo debitamente purgati i fossi si farebbe già un gran passo verso una mediocre manutenzione che con poca provvista di ghiaia potrebbe diventare più che possibile.

L'ingegnere B. Casari, capo dell'Ufficio tecnico provinciale di Novara, nell'accurata già citata relazione presentata al V Congresso degli ingegneri in Torino (1885) accenna appunto a questo stato di cose.

Egli nota pure la poca efficacia dell'obbligatorietà della spesa, perchè alla Prefettura chi verifica i bilanci non ha i mezzi per verificare se le somme stanziati in bilancio siano o no sufficienti e proporzionate alla rete stradale del Comune (1).

Egli ne deduce che il passato ha dimostrato la poca convenienza di lasciare la manutenzione delle strade ai Comuni e conclude ritenendo che la sorveglianza ed amministrazione dei lavori di manutenzione debbono essere riservati alla Provincia, massime per le strade comunali di maggior carreggio e di una certa importanza commerciale.

(1) Queste stesse ragioni valgono anche per dimostrare la poca efficacia dell'appello fatto alla Giunta provinciale amministrativa colla Circolare del luglio 1889, poichè detto ente non dispone di nessun mezzo tecnico per controllare, a meno che non si metta a sua disposizione l'Ufficio del Genio civile.

D'accordo col distinto ingegnere finchè si tratta di togliere la manutenzione al singolo Comune, ma non più quando si vuole sostituire addirittura al Comune un altro ente, la Provincia, e ciò per le ragioni che verrò poi esponendo.

Del resto questa inettezza dei Comuni non isfuggiva neppure al Ministro che aveva preparato il progetto di legge per la manutenzione, poichè nella relazione del progetto di legge del 1885, dopo essersi accennato all'aumento della rete stradale comunale per effetto della legge del 1868, è soggiunto:

« Ma queste nuove vie furono aperte quasi tutte in paesi dove il carreggio era una cosa pressochè ignota, onde per la ignoranza di ogni buona regola di manutenzione divennero in gran parte inservibili prima ancora che le popolazioni ne potessero sperimentare i benefici ».

Intanto da tutte queste cause ne emerge la conclusione che in generale nei Comuni o non si fa affatto, o si fa male, e la causa prima di tutto è sempre quella già diffusamente svolta, dell'essersi sempre considerata la viabilità comunale da un punto di vista troppo ristretto e limitato, e dell'essersi creduto che dei piccoli enti potessero esercitare convenientemente un compito di tanta importanza, senza che sia disciplinato in modo esatto e preciso, mentre non dispongono che di mezzi sotto ogni rapporto inadatti e insufficienti.

Accennato così a larghissimi tratti come si operi in generale (le eccezioni vi sono, ma sfortunatamente sono poche) nella manutenzione delle strade comunali dai Comuni, vediamo come è esercitata la sorveglianza in base alla legge organica dei lavori pubblici ed ai vari regolamenti stradali dell'Provincia.

Già fin da principio si è accennato come la così detta sorveglianza superiore è cosa affatto illusoria, e ciò venne pure dimostrato dall'esperienza, che ha fatto vedere in modo indiscutibile quanto vane siano riuscite le ripetute ed insistenti sollecitazioni del Governo a tale riguardo.

Bisogna riflettere che da una parte col completamento della rete ferroviaria dello Stato, le strade più importanti sono passate alle Provincie, essendo oramai le strade nazionali ridotte, come già si ricordò, ad una rete insignificante, per altra parte, coll'interpretazione lata, latissima data al comma *d* dell'art. 13 della legge sui lavori pubblici, moltissime strade comunali sono passate alla categoria delle provinciali (1), ond'è che ogni Provincia si trova ad avere in manutenzione la rete stradale di prim'ordine dello Stato, ed una rete che, per le esposte cause, ha ormai raggiunto in tutte le Provincie notevolissimo sviluppo. — In fatto di strade perciò la Provincia ha già il suo da fare a mantenere convenientemente le proprie, con questa che non sempre avviene, anzi in qualche Provincia la manutenzione delle strade provinciali avrebbe bisogno di essere riformata o dal lato tecnico o da quello amministrativo (2).

Le Provincie poi sono ben lungi dal largheggiare nel personale tecnico ed hanno un personale che molte volte non è neppure sufficiente ai bisogni della propria rete stradale, alla quale non sempre è preposto un servizio di sorveglianza bastevole.

Non è quindi a stupire se nella maggior parte dei casi la così detta sorveglianza sulle strade comunali sia, come già dissi, completamente illusoria.

Non è a dire che le Provincie si sieno disinteressate dal problema di cui è questione, anzi esso fu più volte oggetto di discussione dei corpi deliberanti nelle Provincie.

Ma le Provincie che più si interessarono della questione compresero tosto come l'unico modo di ottenere qualche risultato era quello di assumere direttamente la manutenzione delle strade comunali con parziale o nessun rimborso per parte dei Comuni. E noi abbiamo qualche Provincia in cui, con larghissima applicazione del comma *d* dell'art. 13 della

(1) Lo provano le differenze dei dati statistici fra il 1881 ed il 1889 (Vedi nota a pag. 60) — Nel 1888 la rete delle strade provinciali in Italia era di circa 34,000 chilometri, e circa 2500 chilometri erano in costruzione.

(2) Uno studio anche pel miglioramento della viabilità provinciale ed il relativo ordinamento sarebbe più che mai opportuno e necessario.

legge, si sono assunte la maggior parte delle strade comunali, facendole classificare provinciali, oltre che si sono assunte in manutenzione diretta strade comunali con sussidio nella spesa da parte di Comuni, in base all'art. 50 della legge sulle opere pubbliche (1), od anche in casi non contemplati da detto articolo, assumendo in diretta manutenzione alcune strade comunali più importanti per assicurarne la regolare manutenzione (2).

Si tentò pure da alcune Provincie il mezzo di accordare sussidi ai Comuni per la manutenzione delle strade comunali e vennero stanziati apposite somme in bilancio ed effettivamente vennero detti sussidi distribuiti.

Ma questi provvedimenti, se sortirono di qualche effetto laddove la Provincia si sostituì senz'altro al Comune per operare, poco o nulla servirono negli altri casi, perchè i Comuni presero i sussidi, ma le strade restarono presso a poco com'erano prima, per la semplicissima ragione che non è con un sussidio che s'insegna ad un Comune come si fa a mantenere le strade, e perchè il controllo per vedere se il sussidio

(1) L'art. 50 dice:

« Quando la Provincia concorre per una quota proporzionale nella spesa dei Consorzi, essa ha diritto di voto nell'Assemblea generale ed nel Consiglio di amministrazione.

« Se la quota di concorso della Provincia raggiunge il terzo della spesa totale, la diretta amministrazione del Consorzio potrà essere assunta dalla Deputazione Provinciale, salve le attribuzioni dell'Assemblea generale degli interessati ».

(2) Nel 1887 la Provincia di Torino avendo iniziato degli studi importanti sulla riforma stradale, sulla quale venne redatta dall'onorevole Compans di Brichanteau una accuratissima e dettagliata relazione (Vedi *Atti Consiglio Provinciale di Torino dell'anno 1887*), quell'Amministrazione Provinciale richiese notizie alle altre Provincie del Regno circa il modo con cui si provvedeva alla viabilità provinciale e comunale. Dalla risposta di 54 Provincie che fornirono le chieste notizie risulta che a quell'epoca 40 Provincie non concorrevano in nessun modo alla viabilità comunale, nè avevano in corso studi su tale materia; otto Provincie, cioè Alessandria, Aquila, Ascoli, Catania, Catanzaro, Cosenza, Palermo e Udine sussidiavano la manutenzione delle strade comunali con quote variabili fra $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$ e $\frac{1}{2}$ della spesa di manutenzione o con quota fissa; tre Provincie, Benevento, Chieti e Foggia, hanno assunto direttamente la manutenzione di tutte le strade comunali obbligatorie. Così pure la Provincia di Cagliari avvocò a sè le strade più importanti.

La Provincia di Novara provvede direttamente alla manutenzione di un certo numero di strade comunali col nome di semi-provinciali ed a quasi tutte le strade consortili.

La Provincia di Torino è certamente una di quelle che maggiormente si occupò della viabilità comunale. Essa, oltre ad avere largheggiato assai nelle classificazioni di strade nelle provinciali, avendo ora una rete che misura ben 800 chilometri, ha assunto in manutenzione provinciale ben 170 chilometri circa fra le più importanti strade comunali. Essa sussidia poi in ragione di metà della spesa presunta tutte le strade intercomunali sistemate, stanziando per tali sussidi oltre 100 mila lire annue. Mentre però la prima parte di provvedimenti, cioè la manutenzione diretta, ha reso importanti servigi alla viabilità, non altrettanto si può dire della seconda parte, perchè malgrado i sussidi le strade intercomunali lasciano ancora molto a desiderare.

Ed infatti con voto recentissimo (31 marzo 1894) il Consiglio Provinciale di Torino ha avvocato a sè tutte le strade intercomunali sistemate assumendone la manutenzione con un preventivo in bilancio tenuto su una media di costo di L. 200 al chilometro. Questo fatto, se da una parte prova come si sia riconosciuta la poca efficacia dei sussidi e della sorveglianza, è una riprova dell'affermazione fatta che per trovare rimedi efficaci bisogna uscire dalla legge. Ad ogni modo mentre è da augurarsi che l'ardita iniziativa della Amministrazione provinciale di Torino ottenga tutto quel risultato che merita, non possiamo tuttavia non nutrire dei gravi dubbi sul suo esito. Ad un eccessivo decentramento si viene con tale sistema a sostituire un soverchio e non meno pericoloso accentrato, entrambi dannosi all'economia delle strade. Colle strade alle condizioni attuali la spesa dovrà essere assai maggiore di quella sopraindicata specialmente nei primi anni; l'alleviamento al bilancio dei Comuni sarà assai leggero, perchè dovendo essi tuttora provvedere alle strade comunali interne (le non intercomunali) dovranno tuttavia tenere attivo il servizio stradale, e cioè cantonieri, provvista ghiaia, ecc., e così o cureranno tale servizio e l'economia risentita dai Comuni non sarà che lievissima, oppure vedremo questa rete di strade comunali interne così importanti specialmente per i bisogni agricoli, cadere in completo abbandono.

era effettivamente speso in aggiunta a quanto avrebbe dovuto spendere il Comune per le sue strade, sarebbe stato troppo lungo, dispendioso ed avrebbe richiesto una spesa ed un personale di cui le Provincie assolutamente non dispongono.

Quindi anche da questo lato abbiamo un doppio inconveniente; abbiamo strade amministrate dalla Provincia con un carattere giuridico non ben definito e che da un momento all'altro possono essere ritornate ai Comuni; d'altra parte abbiamo delle somme accordate come sussidi di cui si raccoglie un ben scarso frutto.

Non è pertanto negli esaminati provvedimenti che abbiamo a sperare in un serio giovamento, qualora anche si perfezionassero e coordinassero i regolamenti stradali per rapporto alla sorveglianza.

L'intervento della Provincia, a meno pertanto di quei casi in cui essa si è accollata direttamente la manutenzione delle strade, non ha fin qui portato sensibile giovamento, nè è suscettibile di apportarne per le ragioni sovra esposte.

Di qui ricaviamo questa grave conclusione che l'unico serio rimedio e che riuscì a buon risultato, quello della manutenzione diretta per parte della Provincia, lo si ottenne con un mezzo che è non solo fuori, ma contrario alla legge. Ed infatti le condizioni di provincialità di una strada sono specificate in modo troppo preciso dall'art. 13, perchè vi si possano comprendere strade che non ne hanno i requisiti.

Ed appunto il Consiglio di Stato (parere 23 dicembre 1876) ha ritenuto che è revocabile il decreto reale, per cui si sia fatta classificare nelle provinciali una strada che non ne abbia i caratteri. Certo se tale misura dovesse applicarsi con rigore, moltissime delle strade fatte classificare provinciali dovrebbero ritornare ai Comuni.

Così pure l'amministrazione diretta di strade comunali per parte della Provincia può essere soggetta a discussione, e non è nè nella lettera nè nello spirito della legge, ed anche da questo lato converrebbe per lo meno provvedere con norme legislative.

L'inefficacia della sorveglianza esercitata dalle provincie non isfuggì al legislatore, ed infatti nel progetto di legge del 1885 per provvedere alla manutenzione delle strade comunali, si stabilisce la creazione di appositi Consorzi stradali per la sorveglianza delle strade, in base all'art. 24 della legge organica dei lavori pubblici, coi quali, secondo la relazione ministeriale, il legislatore voleva una sorveglianza tecnica diretta e continua.

Prima ancora, la Commissione nominata nel 1877, aveva cercato di provvedere ad una effettiva sorveglianza mediante la nomina di un tecnico da mantenersi a spese di più Comuni uniti in consorzio.

Da tutto quanto si è venuto fin qui esponendo e dal risultato dei tentativi fin qui fatti, noi possiamo adunque trarne le seguenti principali conclusioni:

1° Che i Comuni non possono provvedere isolatamente alla manutenzione delle loro strade;

2° Che la spesa per la manutenzione non è, secondo i criteri odierni, in modo equo ripartita fra i Comuni, e che le difficoltà economiche dipendono appunto dal soverchio aggravio che risentono la maggior parte dei Comuni per una spesa sproporzionata alle loro forze;

3° Che allo stato attuale delle cose è vano il fare assegnamento sulla sorveglianza degli enti superiori amministrativi perchè mancano dei mezzi per potere efficacemente esercitarla;

4° Che non è ad una organizzazione della sorveglianza che devono tendere gli studi di chi vuole migliorata la viabilità comunale, ma bensì alla organizzazione di tutto il sistema di manutenzione.

In un breve studio sulla manutenzione delle strade comunali in Italia (1) sono toccati con mano sicura alcuni dei più importanti quesiti sulla manutenzione, ed i termini ultimi della questione sulle vie che ci si presentano, sono così posti: o lasciare che i Comuni facciano da sè, o prescrivere la for-

(1) *Annali delle strade comunali obbligatorie*, anno 1887 (Tipografia Eredi Botta, Roma).

mazione di Consorzi obbligatori per la manutenzione distinti da quelli della sorveglianza, o stabilire che gli stessi Consorzi valgano così per la manutenzione come per la sorveglianza.

Il primo sistema, che in sostanza è quello ora in vigore, e che è sortito dalla vigente legge del 1865 (dice l'anonimo autore di quell'articolo) potrà ancora sorridere a coloro che pongono soprattutto il principio di rispettare quanto più è possibile l'autonomia dei Comuni. Ma dopo l'esperienza fattane in 20 anni non si può davvero affermare che sia quello il quale meglio ci affidi dell'avvenire della viabilità comunale. Circa gli altri due sistemi, l'autore non crede potersi pronunziare in modo assoluto ed invoca il sussidio di nuovi studi per risolvere in modo definitivo la questione.

È però notevole il fatto che in detto studio, mentre è lamentata la lacuna del progetto di legge del 1885 sulla manutenzione propriamente detta, si accenni come uno dei modi della risoluzione della questione la riunione dei Comuni per il duplice scopo della manutenzione e della sorveglianza.

(Continua).

NOTIZIE

Apertura all'esercizio di tutta la linea Genova-Ovada-Asti. — L'ultimo tronco tra Genova e Ovada della linea Genova-Ovada-Asti essendo ultimato, il 18 giugno fu aperta al pubblico esercizio l'intera linea.

Fra le ferrovie concesse alla Società Mediterranea colla Convenzione del 1888, la Genova-Asti occupa certamente il primo posto, sia dal punto di vista dell'importanza della costruzione, sia da quello dell'esercizio.

A termine della Convenzione suddetta, la linea avrebbe dovuto aprirsi all'esercizio soltanto nel giugno 1897. Ma la Società Mediterranea, ispirandosi agli interessi del paese, è riuscita ad anticipare di tre anni la costruzione di questa linea, la quale costituisce una comunicazione veramente nuova del Porto di Genova col Piemonte.

La nuova ferrovia è costruita per ora ad un solo binario, secondo il tipo delle ferrovie principali, con armamento robustissimo (rotaie di 12 metri).

Poichè del tratto Asti-Acqui-Ovada, inauguratosi fin dall'anno scorso, abbiamo già parlato (*Ing. Civ.*, 1893, pag. 110), aggiungeremo qui alcuni interessanti dati tecnici del tratto da Genova ad Ovada.

La nuova linea ha origine appena oltrepassato il ponte sul Polcevera, a metri 5774,75 dalla stazione principale di Genova; la parte nuova fino ad Ovada è lunga m. 37,557,68, ossia in totale da Genova ad Ovada si hanno m. 43,332,43.

Da Genova si sale fino a Campoligure, e poi si scende fino ad Ovada; la pendenza massima è del 16 per mille; il raggio minimo delle curve è di m. 4,50.

Il manufatto più importante è la Galleria del Turchino, compresa fra lo scambio d'uscita della stazione di Mele, e quello d'entrata della stazione di Campoligure, della totale lunghezza di 6450 metri, e costruita a doppio binario.

La perforazione si fece dai due imbocechi e dal pozzo di Masone, della profondità di m. 72.40. Cominciò il 27 ottobre 1889 e si abbattè l'ultimo diaframma il 30 novembre 1893. Si disponeva di 500 cavalli-vapore per la perforazione meccanica, e di 320 cavalli-vapore per gli esaurimenti d'acqua, che nelle 24 ore raggiunsero un massimo di 9400 metri cubi. Si adoperarono n. 8 compressori del tipo Blanchod e n. 32 perforatrici dei tipi Ferroux, Seguin e Segala. Si perforarono 3730 m. coi mezzi meccanici, e 2720 m. coi mezzi ordinari; l'avanzamento medio giornaliero complessivo è risultato di m. 4,30; l'avanzamento massimo giornaliero ottenutosi coi mezzi meccanici (attraverso i calcoscisti) è stato di m. 6,50; e quello della perforazione a mano (attraverso i talcoscisti) è stato di m. 2,50.

Oltre alla Galleria del Turchino si incontrano sulla nuova linea altre 27 gallerie, tutte per altro di lunghezza minore di un chilometro; ma tutte le gallerie prese insieme, compresa pure quella del Turchino, misurano la considerevole lunghezza di m. 17,775,91, quasi la metà di tutta la linea.

Vi sono inoltre parecchie opere d'arte, di cui non registriamo che le più ragguardevoli, quali:

il viadotto sul rio *S. Rocco* (5 archi di m. 14, altezza di m. 30);

il viadotto sul torrente *Chiaravagna* (10 archi di m. 18,50, altezza di m. 39);

il viadotto sul torrente *Varenna* (9 archi a doppio ordine, di m. 18,50, altezza di m. 57);

il viadotto sul rio *Cantalupo* (6 archi di m. 18,50, altezza m. 42);

il viadotto sul torrente *Acquasanta* (11 archi a doppio ordine, di m. 18,50, altezza m. 53);

il viadotto sul torrente *Ceresolo* (6 archi di m. 18,50, alt. m. 46);

il torrente *Stura* è poi attraversato ben cinque volte: 1° con tre archi obliqui di m. 10 in stazione di Campoligure; 2° con 3 archi di m. 12; 3° con travata d'acciaio di m. 60,60; 4° con 5 archi obliqui di m. 12; 5° con 4 archi di m. 12,80.

Come ognuno vede, la linea non è che una serie continua di opere d'arte di importanza abbastanza eccezionale, sia per ampiezza delle luci, sia per la loro altezza. La luce complessiva delle opere d'arte speciali arriva a m. 1419,46.

Le stazioni lungo la linea, dopo Genova e Sampierdarena, sono le seguenti: Borzoli, Granara (fermata), Acquasanta, Mele, Campoligure, Rossiglione, Ovada. La loro distanza reciproca varia da 4000 ad 8500 m. La minima lunghezza delle stazioni è di m. 450. Tutti gli impianti sono stati fatti in vista di un attivo movimento, essendochè la nuova linea, oltrechè per il porto di Genova, avrà una notevole importanza anche per il commercio locale, essendo ben noto che nella Valle della Stura vi sono molti stabilimenti industriali di speciale importanza, ed altri ne sorgeranno, valendosi della comodità della ferrovia.

G. S.

La ferrovia sul Monte Generoso. — L'altezza del monte sul livello del mare è di metri 1600; la ferrovia del Generoso ha origine alla quota 277 presso lo scalo sul lago di Lugano, passando per la stazione di Capolago. Il dislivello dunque fra i due punti di arrivo e di partenza è di metri 1323. In proiezione orizzontale misura uno sviluppo di 9 chilometri, la pendenza massima raggiunge il 22 p. 100. Ha due fermate intermedie (S. Nicolao e Bellavista) provvedute di scambio.

Dal lago fino alla Stazione di Capolago corre in piano orizzontale, poi comincia a salire immediatamente con pendenze variabili del tre, sei, ecc. a seconda della natura del terreno. Attraversa la linea del Gottardo su un ponte obliquo in ferro di metri 18,6 di luce. Corre sotto cinque gallerie di cui la più lunga è di 165 metri, pendenza 20 per 100, in curva di raggio di metri 80; passa anche in trincee, di cui la maggiore raggiunge 7 metri di profondità, e sono poi numerose le opere di difesa sia a monte sia a valle del tracciato. Alle Stazioni di S. Nicolao e di Bellavista sonvi anche binari morti in contropendenza coll'inclinazione del 20 per 100, che in caso di pericolo funzionano da vie di salvezza.

Le numerosissime curve hanno raggio minimo di metri 80, il binario ha lo scartamento di metri 0.80. L'armamento è costituito da due rotaie Vignolle laterali e da una rotaia a cremaliera sull'asse; tutte e tre le rotaie poggiano su traverse metalliche della lunghezza di metri 1.15. L'esercizio vien fatto con un carrozzone in testa e la locomotiva in coda (*Relazione del viaggio d'istruzione degli Allievi Ingegneri di Padova*).

Impiego di sostanze coloranti nella ricerca delle comunicazioni sotterranee di sorgenti e filtrazioni di corsi d'acqua. — In una loro comunicazione all'Accademia dei Lincei (seduta del 1° aprile ultimo scorso) i signori De Agostini e Marinelli hanno accennato ad alcune esperienze da essi eseguite per stabilire se la sorgente detta della Pollaccia, posta nelle Alpi Apuane, che dovrà provvedere d'acqua potabile la città di Firenze, avesse o no comunicazioni sotterranee con altri corsi d'acqua, come il prof. De Stefani opinava che fosse.

Per risolvere nettamente la questione si ricorse ad una sostanza fortemente colorante, l'*uranina*, di cui si versarono cinque chilogrammi nel canale d'Arni, che fra i corsi d'acqua sospetti di comunicazioni colla sorgente della Pollaccia, era quello più soggetto alle inquinazioni. La esperienza fu eseguita nel marzo scorso, e si era calcolato che data l'esistenza di una comunicazione, le acque colorate in verde coll'uranina avrebbero dovuto riapparire alla Pollaccia fra le 30 e le 50 ore. Furono viste infatti apparire le prime colorazioni di verde fluorescente dopo 41 ore. Ne consegue che la velocità dell'acqua tra il canale d'Arni e la Pollaccia sarebbe di 91 metri all'ora, se il cammino avesse luogo in linea retta, ma è certo che esso deve effettuarsi per lunghi e complicati meandri sotterranei.

L'esperienza sopra descritta non sarebbe la prima di tal genere tentata in Italia. Analoghe ricerche eransi iniziate fin dal giugno 1891 per cura dell'egregio ing. Canovetti di Brescia nello scopo di accertare le sospettate inquinazioni della fonte di Mompiano (a 4 chilometri da Brescia) per effetto delle acque del Garza, colla sola differenza, che a vece dell'*uranite* erasi impiegata la *fluorescina*, sostanza anch'essa colorante in verde, del costo di lire 40 al chilogrammo, che alcune pubblicazioni francesi avevano indicato come atta alla ricerca delle filtrazioni dei bottini nei pozzi d'acqua viva. Le piogge allora sopravvenute impedirono di constatare gli effetti dell'esperimento.

La magra pronunciata di questi ultimi tempi consigliava di ripetere l'esperimento. Ma le grandi masse d'acqua da colorare, e la tema che il colore verdognolo si sarebbe anche troppo facilmente confuso colle alghe della fonte (la quale è di una portata superiore ai 500 litri) indussero a preferire il *rosso Bordeaux*. Se ne era collocato un chilogramma nelle forre del Monte Couche, ed un chilogramma in uno scavo nell'alveo del torrente Garza, che nel giorno dell'esperimento era

quasi asciutto. là ove erasi altra volta constatato che le acque del torrente si sperdevano nelle ghiaie. Ma anche questo secondo esperimento non fu più fortunato del primo; chè nella notte piovve abbondantemente, ed il colore impiegato fu spazzato via.

L'ing. Canovetti ha però in animo di ripetere tali esperienze, ricorrendo pure a qualche quintale di sale marino, le cui tracce verrebbero poi cercate nella fonte colla reazione del nitrato d'argento. Così coll'impiego simultaneo del sale e del colore, quando una magra relativa permetterà l'esperimento, si verrà a riconoscere se nella fonte di Mompiano s'invia o meno infiltrazioni delle acque del Garza (*).

(Provincia di Brescia).

In qual modo avvenga la corrosione del granito per effetto delle intemperie. — Si sa che in generale la disaggregazione o distruzione spontanea delle pietre ha luogo lentamente di per sé sia per effetto di decomposizioni chimiche, sia perchè non risulta abbastanza resistente alle intemperie la pasta che tiene rilegati insieme i cristallini ed in generale i piccoli frammenti che costituiscono l'ossatura della pietra. Ma questo modo di distruzione frequentissimo nelle rocce di formazione sedimentaria, non è che una ben rara eccezione nelle rocce di origine ignea.

Nei graniti, nei porfidi, nelle dioriti, nei basalti, la disaggregazione spontanea, quand'essa ha luogo, deriva da cause del tutto diverse, cioè dalla piccolissima conducibilità del calore che hanno le rocce, e dalla differenza grandissima dei coefficienti di dilatazione dei minerali che le costituiscono.

Per il difetto di conducibilità non viene riscaldata dal sole che una falda molto sottile, onde fra questa falda superficiale, e la massa residua ha luogo una differenza di tensione molecolare, non dilatandosi la pietra che alla sua superficie. Epperò ad ogni riscaldamento si producono alla superficie impercettibili screpolature che nel loro complesso finiscono per dar presa all'azione del gelo, la cui opera distruggitrice ha luogo bensì in modo affatto superficiale, ma che, ripetendosi di falda in falda, riesce col tempo a farsi costante e palese.

Il caso si verifica specialmente nei climi nei quali sono molto rapidi e molto grandi gli scarti di temperatura, come nella maggior parte degli Stati Uniti, dove l'inverno è rigido assai, e l'estate caldissimo, dove sono frequenti le variazioni di 30 e 40 gradi in 48 ore. Sotto un tal clima, il granito dell'obelisco che dopo aver resistito venticinque secoli al sole d'Egitto, trovasi ora nel mezzo del Central-Park di New-York si è in 25 anni deteriorato al punto da doversi studiare il mezzo di conservarlo.

Quanto alla differenza nei coefficienti di dilatazione, essa non è solamente considerevole nei diversi materiali costitutivi delle rocce ignee, ma in uno stesso minerale secondo i diversi assi di un cristallo. Così nei cristalli di oroblenda i coefficienti di dilatazione secondo i tre assi risultano rispettivamente:

0,000,009,5 0,000,008,4 0,000,008,1

Si hanno differenze ancora più grandi nel quarzo. Ma anche non volendo considerare che i coefficienti di dilatazione cubica dei cristalli, le differenze che si riscontrano fra i diversi minerali costitutivi delle rocce ignee provano l'effetto disastroso delle grandi variazioni di temperatura sulle medesime.

Così la credenza all'indistruttibilità del granito per effetto del fuoco è stata sempre smentita dai fatti. Nei grandi incendi si sono costantemente visti i grès, e perfino le pietre calcari resistere più del granito.

(Semaine des Constructeurs).

BIBLIOGRAFIA

Tacheometria: Corso pratico di Topografia numerica, dell'Ingegnere GIUSEPPE ORLANDI. — Op. in 8° gr. di pag. 361 e 78 figure nel testo. — Sassari, 1894. — Prezzo L. 10.

Questa pubblicazione dell'egregio ingegnere Orlandi, distinto cultore di Topografia, merita di essere suggerita a quegli ingegneri che non avendo avuto campo di rendersi famigliare il metodo di rilievo così detto « tacheometrico » vogliono avere una guida sicura e facile nell'applicare detto metodo senza titubanze e con speditezza nelle operazioni di campagna e di tavolo.

Veramente l'A. si è prefisso di svolgere nel suo libro *tutta la Topo-*

(*) Da una Conferenza tenuta al Collegio degli Ingegneri di Brescia dal sig. ARTURO COZZAGLIO, intitolata: *Studi geologici ed idrografici sul bacino alimentare della fonte di Mompiano* e sulla derivazione delle acque potabili per la città di Brescia, pubblicata coi tipi dell'Istituto Pavoni, Brescia 1894, e di cui abbiamo ricevuto copia, risulterebbe che l'intorbidamento delle acque della fonte possa dipendere solo in parte dalle infiltrazioni del Garza, mentre il contingente principale delle rapide irruzioni d'acque impure sarebbe effetto delle infiltrazioni di tutta la circostante pianura di Nave.

G. S.

grafia; noi l'abbiamo invece considerato come lo svolgimento di una parte sola di questa, cioè della Tacheometria nel suo vero essere.

L'ingegnere Orlandi ha ripreso il concetto dell'illustre Porro e lo svolse in tutte le sue particolarità, non trascurando nemmeno quelle che per non essere di applicazione troppo frequente nella pratica dell'ingegnere, si vorrebbero da qualcuno riguardare come estranee alla topografia e proprie unicamente della geodesia.

In alcune parti però l'A. ha dimostrato di essere troppo esclusivista, dando la preferenza ad alcuni procedimenti che a lui forse sembreranno i migliori per esserseli resi maggiormente famigliari. Egli avverte di aver proceduto in tal guisa per non ingrossare inutilmente il volume; considerando l'indole pratica del libro può essere plausibile questa ragione, ma certamente gli toglie il carattere di un corso completo di topografia.

Per esempio, l'asserire che le proprie tavole tacheometriche costituiscono il miglior mezzo di calcolo *sotto tutti i rapporti* non è un concetto da noi pienamente condiviso; esse sono certamente preferibili a quelle dell'ingegnere Soldati ed a quelle del signor Cuartero, ma dai molti esempi calcolati usando le varie tavole tacheometriche più in uso, non troviamo nessun motivo per dare la preferenza alle tavole dell'ingegnere Orlandi anziché a quelle del prof. Jadanza. Anzi, avuto riguardo anche alla minor mole ed alla grande differenza di prezzo (le tavole tacheometriche dell'ingegnere Orlandi costano L. 18 e quelle del professore Jadanza costano L. 3,50 la copia), non esitiamo a dare la preferenza a queste ultime. Notisi che qui non trattasi di apprezzamenti, ma bensì di fatti i quali risultano chiaramente esposti nella bibliografia fatta dall'Ingegnere Sacheri a pag. 112 (anno 1893) di questo periodico, a proposito delle tavole tacheometriche del professore Jadanza.

L'ingegnere Orlandi ha diviso il suo lavoro in quattro parti; la prima di esse tratta delle operazioni elementari di rilevamento dei terreni coi metodi tacheometrici: essa è suddivisa in cinque capitoli che trattano delle forme e nozioni fondamentali della tacheometria, degli strumenti di campagna, di quelli di tavolo e del modo di usarli, nonchè dei lavori di campagna e di tavolo. Il tutto è esposto con bell'ordine e con molta chiarezza (*).

Trattando del calcolo delle aree l'A. espone unicamente il metodo di calcolo per *coordinate ortogonali*: avremmo preferito che avesse trattato anche più brevemente di esso per lasciar campo ad accennare ad alcuni altri metodi di calcolo delle aree che pur sono indispensabili al topografo.

La parte seconda tratta in breve del riporto sul terreno dell'asse di un progetto di strada o canale: questa parte, che potrebbe trovare un opportuno e maggior svolgimento in un corso di costruzioni stradali, contiene tuttavia riassunte con chiarezza le più utili nozioni che la riguardano.

Delle *triangolazioni topografiche* l'A. parla diffusamente nella parte terza: dato lo scopo del libro l'A. avrebbe forse potuto evitare alcune considerazioni d'indole puramente teorica. Essa però è un bello ed ordinato insieme di tutti i casi di triangolazione topografica. La parte quarta, che tratta della determinazione delle *Posizioni geografiche* e della topografia uno dei rami più scientifici. Molto opportunamente l'A. ha suddiviso questa parte in tre capitoli che comprendono:

1° Il calcolo delle coordinate geografiche quando la triangolazione topografica è collegata ad un lato della rete geodetica;

2° La carta d'Italia e le pubblicazioni geodetiche dell'Istituto Geografico Militare; modo di utilizzarne gli elementi;

3° Determinazione astronomica delle coordinate geografiche.

Questa parte, compilata colla guida di buoni Autori, contiene quanto basta per risolvere le difficoltà che possono presentarsi al topografo.

La lettura del libro dell'ingegnere Orlandi lascia soddisfatto, e per la sua chiarezza fa dire: « almeno qui ho imparato qualche cosa ». Per le parti non svolte completamente l'A. avrebbe fatto anche bene a suggerire allo studioso i singoli trattati da consultare.

Colla pubblicazione delle sue tavole tacheometriche e col suo Corso di Topografia numerica l'ing. Orlandi ha risvegliata l'attenzione degli ingegneri sopra argomenti generalmente alquanto trascurati: con ciò egli ha fatto cosa utilissima e merita lode ed incoraggiamento per proseguire negli altri lavori che ha promesso di prossima pubblicazione.

Torino, giugno 1894.

V. BAGGI.

(*) Nel dire delle cautele da usarsi nelle osservazioni ai punti di collegamento, è sfuggito all'A. un errore di stampa che qui richiamiamo unicamente per togliere una possibile confusione allo studioso non ancora ben avviato nella pratica degli strumenti. L'A. così si esprime a pag. 144: « col tacheometro è utile e col cleps è necessario di leggere entrambi i microscopi per eliminare l'eventuale errore di eccentricità della graduazione: con quest'ultimo strumento occorre anche fare una seconda osservazione col cannocchiale a sinistra onde togliere l'altro errore proveniente dall'eccentricità dell'*alidada* ».

Evidentemente quest'ultima eccentricità equivale a quella della graduazione, perciò deve leggersi « proveniente dall'eccentricità del *cannocchiale* ».

Fig. 1. Tipo delle tettoie del Parco rialzo dei veicoli. — 1 a 200.

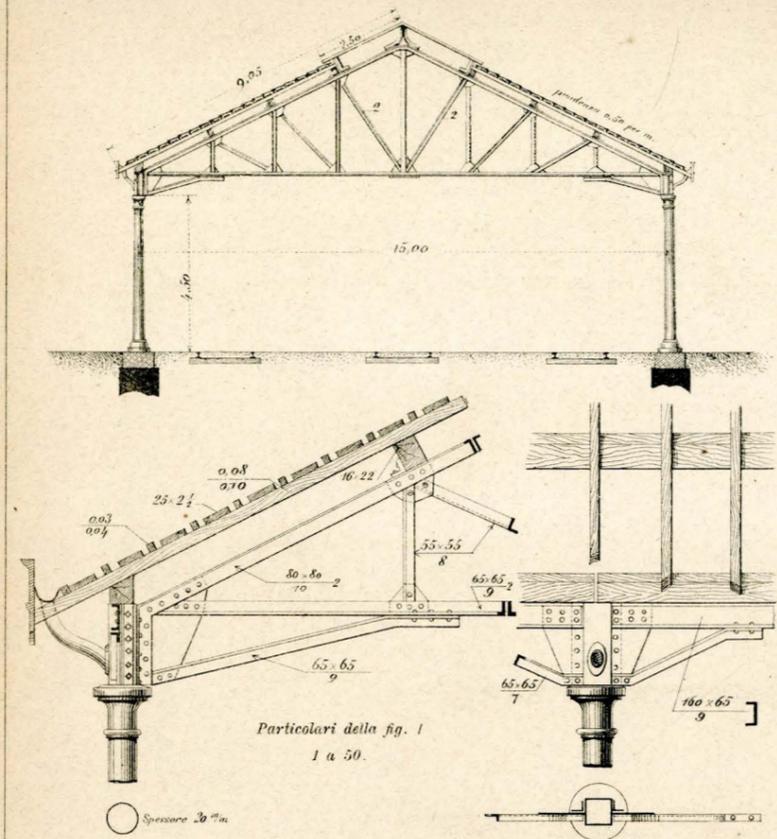


Fig. 3 e 4. Metà sezione trasversale del magazzino legnami e metà prospetto della testata a sud. — 1 a 200.

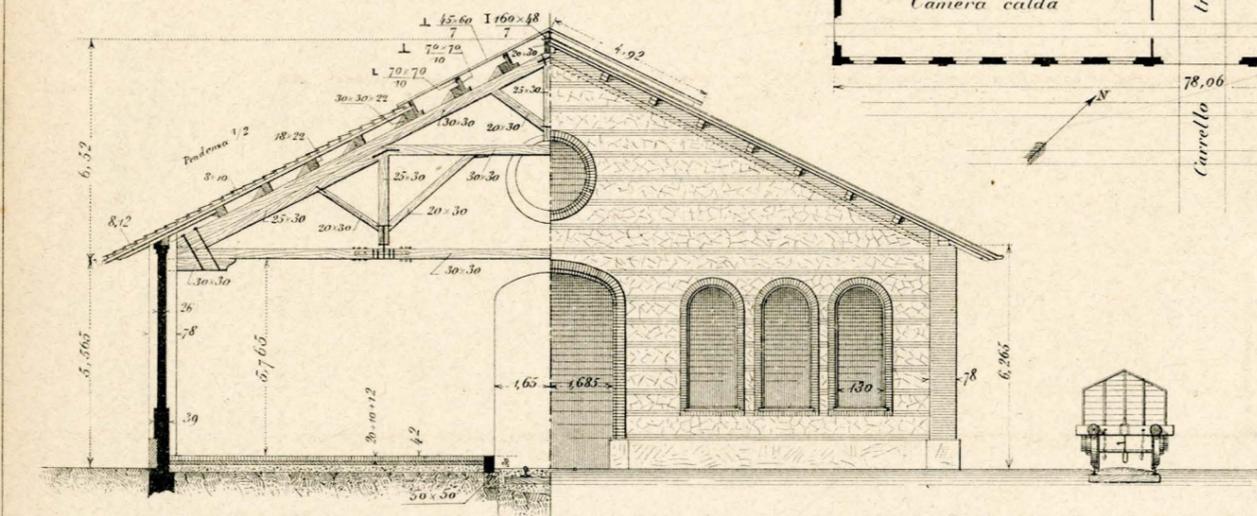


Fig. 2. Planimetria generale del magazzino dei legnami all'altezza del muro a traliccio. — 1 a 750.

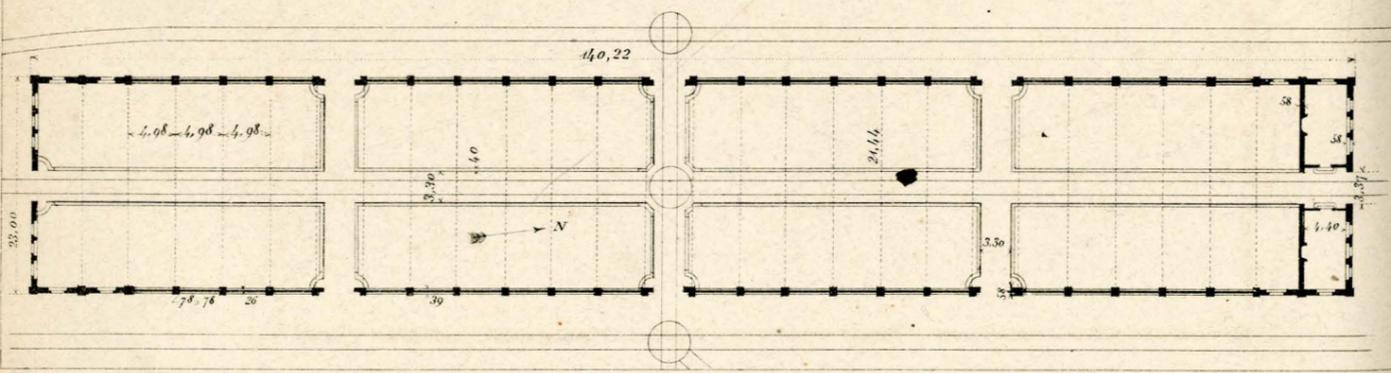


Fig. 5. Planimetria della sala per verniciatori e tappezzieri. — 1 a 750.

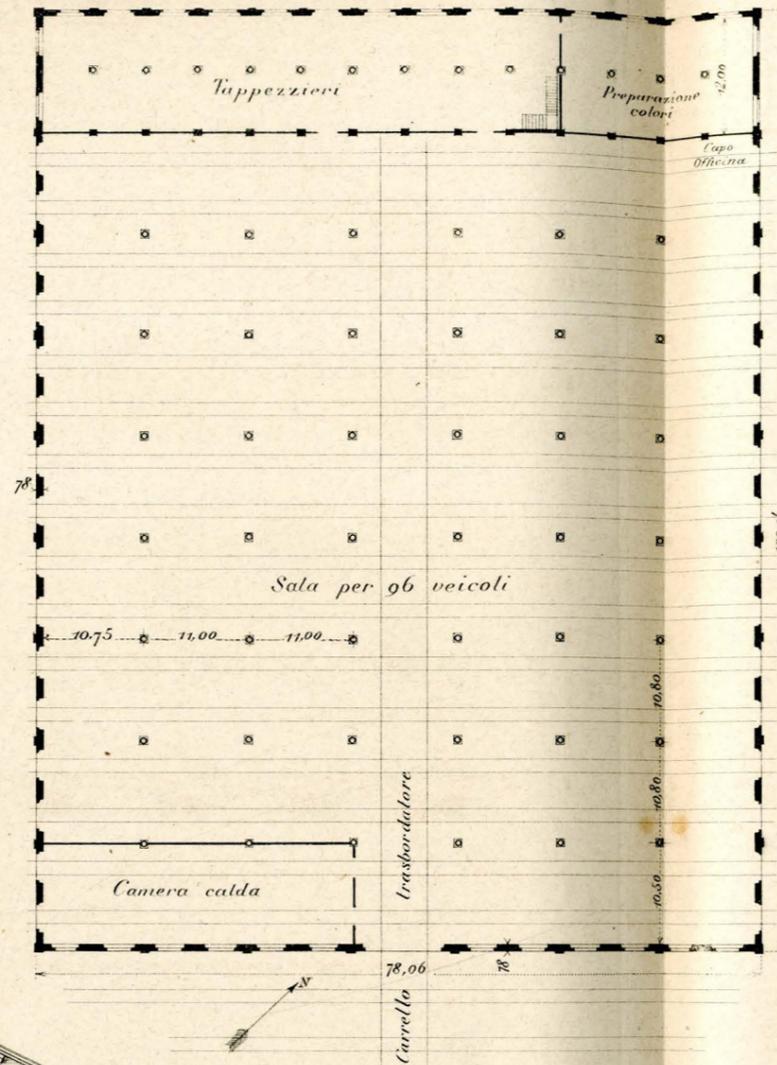


Fig. 8. Saggio di sezione longitudinale del fabbricato segheria e falegnami. — 1 a 200.

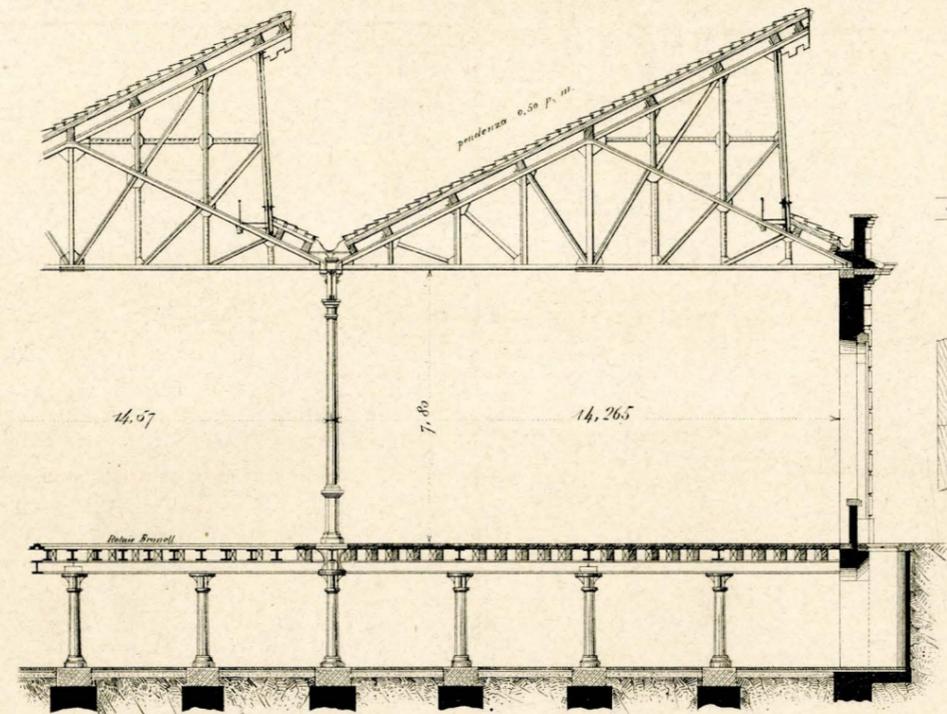


Fig. 6 e 7. Planimetria del riparto segheria e falegnami. — 1 a 750.

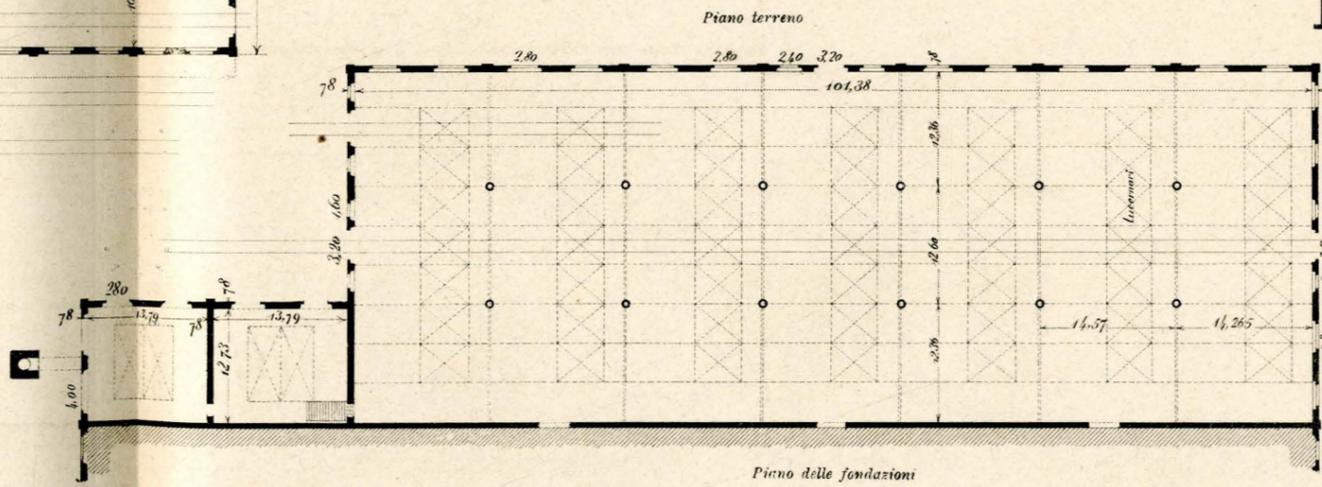


Fig. 9. Particolari delle colonne superiori ed inferiori. — 1 a 50.

