ANNO XXVII. Torino, 1901 NUM. 24.

L'INGEGNERIA CIVILE
E
LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.
È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

COSTRUZIONI IDRAULICHE E STRADALI

IL NUOVO PONTE-VIADOTTO IN PIETRA DA TAGLIO

coll'arcata centrale di 84 metri di luce in costruzione attraverso la vallata della Pétrusse a Lussemburgo

(*Veggansi le Tavole XXIII e XXIV*)

Il nuovo e grandioso Ponte-viadotto che è attualmente in corso di costruzione attraverso la profonda e scoscesa vallata della Pétrusse, destinata a riunire la città di Lussemburgo alla sua stazione ferroviaria, è opera di tale importanza e per le dimensioni e per la novità dei sistemi adottati in alcune parti della costruzione, da meritare di essere segnalato ai lettori dell'*Ingegneria Civile*.

Ed anche la circostanza che in questi giorni appunto si sta provvedendo dal Municipio di Torino alla costruzione di un Ponte monumentale in pietra da taglio sul fiume Po, mi indusse a riassumere, per opportuna norma di chi dovrà redigerne il progetto definitivo, i principali dati tecnici sul nuovo Ponte-viadotto del Lussemburgo, valendomi principalmente di informazioni direttamente favoritemi dal signor Rodange, ingegnere-capo dei lavori pubblici del Gran Ducato, al quale esprimo perciò pubblicamente la mia gratitudine.

*

Come risulta dalla Tav. XXIII, il viadotto ha la totale lunghezza di 153 metri e l'altezza del piano stradale sul fondo del thalweg è di 45 metri. L'arcata principale ha m. 84 di corda, e m. 31 di saetta.

Il luogo dove il Ponte è situato, la bontà del sottosuolo per le fondazioni, la ricchezza del paese in pietra da taglio eccellente e di buon effetto, e l'intenzione infine di dotare la città di Lussemburgo di un'opera monumentale furono altrettanti argomenti che determinarono in favore di un ponte in pietra da taglio, anzichè di una costruzione metallica.

Fin dal 1896 il sig. Rodange, ingegnere-capo dell'Amministrazione dei lavori pubblici, aveva redatto un primo progetto che consisteva in una grande arcata in béton di 77 m. di luce, seguita a destra e sinistra da viadotto di tre e di quattro archi rispettivamente.

Il progetto definitivo, quale risulta nel suo insieme e nei particolari dalla Tav. XXIII, fu allestito sul finire del 1899 ed è opera del sig. Séjourné, ingegnere-capo delle costruzioni della Compagnia delle Strade Ferrate Paris-Lion-Méditerranée, favorevolmente noto per altri ponti in pietra da taglio di grande portata eseguitisi in Francia.

Come chiaramente appare dalle sezioni trasversali, l'opera è costituita da due ponti paralleli e perfettamente simmetrici, i quali lasciano tra loro uno spazio della larghezza di metri 6 ed il vuoto è ricoperto da una soletta di cemento armato che va da un ponte all'altro. Soltanto alle spalle delle due arcate laterali i due ponti si trovano fra loro riuniti (Tav. XXIII, fig. 3) da muro di sostegno delle terre, che presenta verso il vuoto una superficie cilindrica ad asse verticale.

Questa innovazione veramente caratteristica, di due ponti paralleli riuniti da soletta in cemento armato che sorregge la parte centrale della carreggiata, conduce evidentemente ad una sensibile economia nella muratura, permette di ridurre a più della metà, anzi ad un terzo le spese di esecuzione dell'armatura e del ponte di servizio, potendosi i due ponti eseguire separatamente l'uno dopo l'altro. Con questo sistema si ha inoltre il vantaggio di poter ridurre l'intervallo di tempo tra il cominciamento dell'apparecchio della vôlta e la chiusura dell'arco alla chiave, poichè viene ridotto ad un terzo il numero dei conci in pietra da provvedere ed apparecchiare. E così fu possibile l'esecuzione e la chiusura di un'arcata completa in una sola stagione.

La grande arcata di 84 metri di luce, ha per intradosso una curva ellittica, per la sola parte centrale, di 72 metri di corda e metri 16.20 di saetta, la quale costituisce la volta propriamente detta (Tav. XXIII, fig. 1), mentre la parte rimanente. che può essere considerata siccome spalla arcuata, è circolare con m. 30 di raggio e viene ad impostarsi sulla roccia in grès delle scarpate laterali.

In chiave la grande arcata ha il raggio di curvatura di m. 55, e lo spessore di m. 1.44; all'imposta sulla spalla arcuata lo spessore è di m. 2.16; ed al piano di fondazione è di m. 9. I timpani, le fronti delle arcate e dei pilastri hanno tutti la rastremazione di 1[40. E quindi la lunghezza della volta, che alla chiave è di m. 5.33, va successivamente crescendo fino a 5.33 e 6.12 ai due piani d'imposta, ed a m. 9.22 sul piano di fondazione, e lo spazio vuoto fra le due arcate parallele, che alla chiave è di m. 5.92, va diminuendo fino a m. 2.25 al piano delle fondazioni.

Sull'estradosso della volta si elevano per ogni parte tre pilastri equidistanti fra loro, i quali sostengono per mezzo di quattro archi a pien centro di m. 5.40 di luce, la piattaforma stradale. Questi archi hanno lo spessore di m. 0.54 alla chiave e di m. 0.81 all'imposta. L'ultimo di questi archi si appoggia contro la pila spalla dell'arcata laterale a pien centro di m. 21 di corda, che ha lo spessore in chiave di m. 0.88, e di m. 1.76 (il doppio) all'imposta.

Le due arcate laterali se non all'eleganza certo contribuiscono a dare all'opera nel suo complesso il carattere di una grande leggerezza in buona armonia coll'aspetto pittoresco della vallata.

La lunghezza totale del Ponte-viadotto è di 153 metri. La larghezza del ponte è di m. 16 misurato tra i parapetti, di cui 9 metri sono assegnati alla carreggiata e m. 3.20 per parte ai marciapiedi.

Il prospetto esterno è caratterizzato da due piloni che sporgendo di 1 metro sulla fronte dei timpani ed a fianco delle arcate laterali, si elevano fino alla cornice ed al parapetto, dando all'opera un'impronta più monumentale.

Il parapetto del ponte, sempre a scopo di leggerezza estetica, è stato progettato a traforo per tutta la lunghezza dell'arcata principale, ed è invece di pietra massiccia nella parte che sovrasta le arcate di m. 21.60 di luce, e che riunisce i due pilastri sporgenti che si elevano a fianco di queste arcate, destinati a sorreggere candelabri monumentali con figure allegoriche ed a dare all'insieme l'aspetto di un grande spallone dell'arcata principale.

La livelletta stradale ha il suo punto culminante alla chiave della grande arcata e scende dalle due parti verso gli accessi del Ponte-viadotto.

La pietra da taglio adoperata per la grande arcata proviene dalle cave di Gildsdorf ed è un calcare dolomitico delle marne iridate (cioè del Trias superiore) che resiste alla pressione di 1400 kg. per centimetro quadrato; i conci adoperati sono grossi parallelepipedi lavorati a grana grossa su tutte le faccie. La malta è fatta a base di cemento Portland (Grênoble) nelle proporzioni di 600 kg. di cemento per un metro cubo di scorie degli alti forni.

Per plinti, cornici, parapetti di coronamento e per i rivestimenti di pilastri e timpani in vista si adopera la pietra delle cave di Ernzen che resiste alla pressione di 480 kg. per centimetro quadrato, e malta di calce Pavin Lafarge del Teil (Ardêche).

Per i rivestimenti dei pilastrini nei timpani delle vôlte soprastanti è adoperata la pietra delle cave di Dillingen, della resistenza di 400 kg. per centimetro quadrato e per i rivestimenti delle faccie comprese fra i due ponti la pietra delle cave di Verolenkost che resiste a 400 kg. per centimetro quadrato.

La inaugurazione dei lavori colla posa solenne della prima pietra ebbe luogo il 14 luglio 1900. Un anno dopo, e più precisamente il 23 luglio 1901, fu posta la chiave della prima grande arcata, la quale fu disarmata il 26 ottobre u. s. L'abbassamento in chiave risultò di mezzo centimetro circa, e più precisamente di m. 0.0056.

*

Il sistema adottato per le centine dell'armatura della grande arcata merita pur esso tutta la nostra attenzione. La Tav. XXIV riproduce una stupenda fotografia e basta a darne un'idea precisa. Ogni centina è un sistema triangolare, solamente appoggiato alle due estremità col solito intermezzo di cunei e di binde. Le tensioni longitudinali nel piano di ciascuna centina si trovano annullate da catene orizzontali fortemente tese e che fanno capo ai nodi del sistema triangolare. Esse vedonsi indicate sul campo nero dalle lettere in bianco *a a*.

La trave superiore orizzontale è rinforzata da puntoni obliqui formanti una piramide rovescia. Le catene o tiranti obliqui che fanno capo al vertice della piramide vengono messi in tensione prima di caricare la centina, per cui quando vuolsi procedere al disarmo, basta di rallentare codesti tiranti per separare la centina dalla vôlta. Tanto i tiranti orizzontali che quelli obliqui sono gomene di 37 fili del diametro di mm 3,9.

*

Le stilate d'appoggio che vedonsi elevate sul fondo della valle nella nostra fotografia sono indipendenti affatto dalla armatura della vôlta, e sono destinate a sostenere il ponte di servizio. Esse distano tra loro di 30 metri e portano una travata metallica, dell'altezza di 3 metri. Le stilate sono in numero di 7; quella centrale ha l'altezza di m. 41, e le due laterali di 33 metri. È da notarsi che questo ponte di servizio, benchè della lunghezza di 170 m., coi sostegni dell'altezza eccezionale su indicata, non richiese che 320 metri cubi di legname e non costò che 25 mila franchi, ossia fr. 1,25 per ogni metro cubo di pietra da taglio dell'opera da costrurre.

L'armatura non fu costruita che per una sola delle due parti parallele del Ponte, cioè per una larghezza di ponte di 6 metri, e sarà quanto prima trasportata lateralmente per servire alla costruzione della seconda arcata.

Nella costruzione dell'armatura occorsero 380 mc. di legname, e 54 tonnellate di ferro fra cui 10 tonnellate per le catene di tensione e di controvento, e 20 per lamiere nelle connessioni.

L'importo totale del Ponte-viadotto è preventivato di 1,400,000 franchi, e la spesa sarà interamente sostenuta dallo Stato.

I lavori sono affidati ad impresa alla Ditta Fougerolle di Parigi; iniziati nell'autunno del 1899 saranno ultimati nella primavera del 1903.

Ing. F. Piattini.

ELETTROTECNICA E SUE APPLICAZIONI

L'INDUSTRIA IN ITALIA DELLE MACCHINE ED APPARECCHI ELETTRICI

(Continuazione e fine)

IV. — Lampade elettriche.

Le più antiche lampade ad arco furono costruite dal Tecnomasio italiano che, in Italia, fece il primo esperimento di illuminazione pubblica con lampade di tale natura, illuminando la piazza del Duomo di Milano. Questo esperimento, se pure non li ha preceduti, fu di certo contemporaneo agli altri primi eseguiti in Europa.

In tutti gl'impianti elettrici d'illuminazione fatti fino al 1883, le lampade ad arco furono sempre disposte in una serie unica. In quell'anno dal Tecnomasio stesso fu studiata l'applicazione delle resistenze addizionali che resero possibile il regolare funzionamento delle lampade ad arco derivate sullo stesso circuito in numero di una o più, e fu adottata nell'impianto d'illuminazione misto con lampade ad incandescenza e lampade ad arco a bordo del piroscafo Regina Margherita dell'Impresa di Navigazione Piaggio. Contemporaneamente i signori Beggi e Meroni usarono lo stesso sistema per l'impianto d'illuminazione elettrica con lampade ad arco del palcoscenico della *Scala* di Milano.

Attualmente il Tecnomasio fabbrica ancora lampade ad arco, ma in misura molto limitata; del pari modesta è la produzione di qualche Casa, come la Ditta Locarni e C. di Gallarate che ha, molti anni dopo, intrapresa analoga fabbricazione. Sarebbe desiderabile che questa fosse presa in più seria considerazione da' nostri costruttori, in quanto che non mancherebbe di essere fruttifera per le numerose richieste del nostro mercato, attualmente per tali apparecchi troppo soggetto alle Case straniere.

Molto sviluppata è invece la fabbricazione delle lampade elettriche ad incandescenza. La prima lampada italiana di tale natura fu pure costrutta dal Tecnomasio italiano nel 1877, in base al concetto del compianto prof. Brusotti dell'Università di Pavia di suddividere la luce col disporre le lampade in parallelo su di uno stesso circuito, impiegando quali conduttori de' *fili sottili*, e quindi molto resistenti, di ferro platino *carbone* (*). La data del brevetto sta ad atte-

(*) Il concetto del prof. Brusotti è chiaramente rivelato dal titolo del brevetto e dalla chiusa della descrizione che l'inventore fece nella sua domanda di privativa. Il brevetto ha per titolo: *Lampada elettrica ad incandescenza, adatta alla suddivisione della luce;* la descrizione chiude così: *Il principio su cui è fondata questa lampada fa tosto scorgere*

stare come anche il principio su cui si fonda il sistema d'illuminazione con lampade elettriche ad incandescenza, ora in uso, abbia avuto modestamente le sue origini in Italia.

Le principali Case costruttrici nazionali di lampade elettriche ad incandescenza sono: la Società Edison per la fabbricazione delle lampade, ing. C. Clerici e C. di Milano, la Ditta Volpi e Malignani di Udine e la Società Italiana di Elettricità, già Cruto. Dirò poche parole soltanto su quest'ultima che, dopo il Tecnomasio, è la più antica fabbrica che costruisca lampade elettriche ad incandescenza.

*

Società italiana di elettricità, già Cruto. — In opificio distinto da quello destinato per la fabbricazione degli accumulatori, questa Società costruisce in Alpignano lampade elettriche ad incandescenza secondo il brevetto di Luigi Rocco.

I filamenti delle lampade si ricavano, secondo questo brevetto, sottoponendo alla filiera una pasta di carbone puissimo che si ottiene mescolando in opportune proporzioni o zucchero con l'acido solforico. La fabbricazione di essi richiede numerose cure e precauzioni, non che un personale che abbia molti anni di pratica. Bastano, ad esempio, piccole tracce d'impurità nell'acqua e ne' reagenti adoperati o l'uso di recipienti che non siano stati col massimo scrupolo puliti, affinchè i filamenti acquistino proprietà tali da essere o poco omogenei, o fragilissimi o, ciò che è più dannoso, di breve durata di funzionamento.

La Società italiana di elettricità, già Cruto, fabbrica ora anche filamenti di cellulosa partendo dal collodio con operazioni eseguite con cautele e lontano da ogni fiamma, perchè i vapori di etere che si svolgono sono facilmente infiammabili. Sembra però che abbiano durata minore degli altri di carbone.

Così formati, i filamenti si essiccano e si carbonizzano. La carbonizzazione dura dalle 5 alle 10 ore, e si effettua portando ad alta temperatura in speciali forni lentamente e gradatamente i filamenti e quindi nel lasciarli pure lentamente raffreddare.

Tale operazione talvolta è completata dall'altra così detta di *nutrizione,* che consiste nel fare attraversare i filamenti dalla corrente elettrica fino a portarli all'incandescenza, tenendoli immersi in un'atmosfera di gas-luce. Per la conseguente decomposizione di questo idrocarburo, si deposita del carbonio sulla superficie di essi in quantità più abbondante ne' punti maggiormente arroventati, che sono poi quelli più sottili e di maggiore resistenza elettrica, in quantità minore negli altri. Con la nutrizione adunque si rende uniforme la resistenza del filamento per tutta la sua lunghezza e per conseguenza se ne aumenta il potere luminoso.

Ma un altro vantaggio che si può realizzare con la nutrizione è la possibilità d'ingrossare il filamento e quindi di ridurre la sua resistenza al valore che la pratica ha indicato più conveniente, affinchè funzioni ad una data tensione ed abbia una data intensità luminosa. La durata di questa operazione è suggerita dalla pratica e meglio ancora da qualche saggio preliminare. Essa però oggidì si compie meno frequentemente, imperocchè si possono ottenere direttamente dalle filiere filamenti abbastanza omogenei.

Dopo carbonizzati ed eventualmente *nutriti,* i filamenti si collegano co' conduttori della corrente. È noto che i filamenti si racchiudono in palloncini di vetro in cui s'è fatto il vuoto, onde impedire la loro combustione nell'aria libera. Consegue da ciò che i conduttori della corrente devono annegarsi nel vetro e devono presentare un coefficiente di dilatazione termico poco diverso dal vetro, affinchè durante il funzionamento della lampada non possano stabilirsi de' distacchi tra il vetro ed i conduttori stessi, che permettano l'entrata d'aria ne' palloncini. Questi conduttori si fanno perciò di platino, che ha appunto un coefficiente di dilatazione termico pochissimo diverso da quello del vetro.

Allo scopo di realizzare un po' di economia nella spesa di tali conduttori si fanno talvolta di platino soltanto le porzioni che sono avviluppate dal vetro, mentre le altre esterne di connessione con gli zoccoli delle lampade si fanno di nikel o di rame. Questo procedimento che è applicato in diverse fabbriche tedesche, è anche adottato dalla Società già Cruto. L'unione de' filamenti di carbone con quelli metallici precede l'operazione dell'inviluppo di questi col vetro, ed è fatta col mezzo d'idrocarburi gassosi, facendo depositare del carbone sulle estremità de' pezzi da unire.

Ciò fatto, i filamenti connessi co' rispettivi conduttori di platino sono pronti per essere introdotti ne' palloncini di vetro. Questi hanno la nota forma a pera e sono d'ordinario provvisti dalle fabbriche di vetreria, le quali con pochi dispositivi meccanici li producono su vasta scala.

Da' soffiatori della fabbrica si applicano sulle teste dei palloncini i tubetti di vetro onde poter effettuare la rarefazione dell'aria. Introdotto il filamento dal foro, si saldano a fuoco tra loro il collo del palloncino ed il supporto di vetro del filamento stesso. Si ha cura di lasciare un risalto nel collo della lampada, affinchè possa essa meglio collegarsi con gesso (scagliola) con lo zoccolo metallico. Quest'operazione di saldatura si fa su becco Bunsen e richiede molta abilità nell'operaio per non avere soverchia abbondanza di scarto.

Segue la rarefazione dell'aria nelle lampade la quale dev'essere portata ad un alto grado; la quantità d'aria da lasciarsi in esse senza nocumento non deve superare il diecimilionesimo della quantità che i palloncini contengono alla pressione ordinaria. Secondo le esperienze di Hess, per ottenere un buon rendimento luminoso, la pressione deve essere inferiore a' 2|10 di mm. di mercurio, altrimenti la conducibilità termica dell'aria del palloncino produce la perdita di una certa quantità di energia.

Si fece la questione se era veramente necessario di fare il vuoto nella lampada ad incandescenza, poichè con esso si cerca soltanto d'impedire la combustione del carbone, e questo si può anche ottenere se invece di fare il vuoto nella lampada la si riempia con un gas non ossidante, con idrogeno puro, per esempio. Ora ciò è stato anche tentato, ma si è potuto verificare che tali lampade consumano molta più corrente che non le lampade in cui si è fatto il vuoto. La ragione di ciò sta nel fatto che il gas circondante il filamento di carbone asporta calore e quindi è necessaria una intensità di corrente maggiore per mantenere il filamento stesso all'incandescenza normale, e per conseguenza si aumenta il costo per l'alimentazione della lampada.

Inoltre il vetro della lampada, riscaldandosi troppo, può produrre la rottura della lampada, il che succede assai di rado nelle lampade ad aria rarefatta. Queste si riscaldano relativamente poco e nemmeno tanto da non potersi tenere con la mano, tranne che si tratti di lampade di grande potere illuminante. Quando non si può tenere con le mani una lampada ordinaria, si può dubitare che non è stato in essa eseguito il vuoto al grado conveniente.

L'operazione della rarefazione dell'aria è d'ordinario fatta con pompe a mercurio e richiede almeno la durata di 2 o 3 ore per ogni lampada. Lo spazio richiesto da una batteria di pompe per una fabbrica, come quella della Società già

come un numero più o meno grande di queste si possano disporre lungo un circuito elettrico, o meglio lungo tanti circuiti da questi derivati, purchè però siano tali da presentare una uguale resistenza al passaggio della corrente. (Attestato di privativa 30 novembre 1877, vol. XIX, n. 282).

Cruto, che ha una produzione di qualche migliaio di lampade al giorno, il costo dell'impianto e sopratutto la manutenzione non sono indifferenti. Da gran tempo s'è cercato di sostituire le pompe meccaniche a quelle a mercurio che non sono esenti da difetti, tra cui importante quello della vaporizzazione del mercurio, dannosa alla salute degli operai. È a dubitare ancora se le pompe all'uopo inventate e che sono ora in uso, soddisfino completamente alle esigenze, realizzino cioè un vuoto così perfetto come le pompe a mercurio. Esse si possono vantaggiosamente adoperare per una prima rarefazione; questa va poi compiuta con le pompe a mercurio. Così operando, si diminuisce di gran lunga il tempo che sarebbe necessario, qualora si adoperassero unicamente le pompe a mercurio. In ogni modo è raccomandabile usare delle grandi precauzioni, acciocchè i pericoli di questa industria siano i minori possibili.

Dopo che si è fatto il vuoto a freddo nella lampada e mentre è ancora nella pompa, si manda nel filamento una corrente elettrica allo scopo di farne uscire tutti i gas che potrebbe tenere racchiusi, così che esso riesce più duraturo. Affinchè non avvenga una violenta disaggregazione del filamento conviene mandare dapprima una corrente a bassa tensione e poi correnti di tensioni sempre maggiori, oltrepassando alquanto anche il valore normale. Dopo di ciò le lampade sono chiuse fondendo con un colpo di fiamma di cannello la parte del tubetto aggiunto al palloncino, più vicina alla testa.

Occorre ora provare la rarefazione delle lampade. A tale scopo si pone ciascuna lampada in una camera oscura sopra un polo di rocchetto Ruhmkorff, di grandezza media, in azione. Se la rarefazione è sufficiente, allora l'aria, fortemente rarefatta della lampada, emana una luce verdastra; se invece si ha una luce rossastra o nulla, allora la lampada è da scartarsi. In questo modo si possono provare centinaia di lampade in breve tempo.

In seguito le lampade sono portate al fotometro per essere tarate, ossia per determinare la tensione che è necessaria di mantenere a' capi del filamento affinchè la lampada dia il numero di candele desiderato; nello stesso tempo si misura l'intensità della corrente che attraversa il filamento.

L'operazione della taratura delle lampade è una di quelle più importanti di tutta la fabbricazione, imperocchè se anche si fabbrica una lampada di buonissima qualità, ma la si tara male, essa sarà posta in servizio ad una tensione diversa di quella per cui è adatta e non darà la luce che potrebbe dare o avrà una durata brevissima. Egli, ad esempio, se la lampada è tarata per una tensione del 5 0[0 minore di quella per cui essa è effettivamente adatta ed è inserita in un circuito di cui la tensione è uguale a quella erroneamente attribuita alla lampada stessa, la luce prodotta è del 30 0[0 inferiore della normale, imperocchè, com'è noto, nelle vicinanze delle condizioni normali di funzionamento l'intensità luminosa di una lampada varia all'incirca in ragione della sesta potenza della differenza di potenziale ai poli. Se d'altra parte la lampada è tarata per una tensione del 5 0[0 maggiore di quella per cui è adatta ed è inserita in un circuito di cui la tensione è appunto uguale a quella attribuita alla lampada stessa, questa sviluppa maggiore luce, ma non ha più che un numero di ore di vita uguale al 30 0[0 di quello che avrebbe avuto se fosse vissuta in condizioni normali.

Dopo il fotometro le lampade vanno al magazzino dove si inseriscono nel portalampade col gesso. L'attacco più generalmente usato è quello Edison.

L'intensità luminosa delle lampade ad incandescenza può raggiungere anche le 500 candele, la tensione i 250 volt; normalmente però quella varia da 8 a 32 candele, questa da' 110 a' 120 volt. Le lampade ad incandescenza per tensioni di 200 volt e per piccola intensità di corrente hanno il lunghissimo filamento sostenuto con apposito uncino. Per tensioni superiori sono di solito formate con due filamenti accoppiati in serie e messi nello stesso supporto.

La Società già Cruto costruisce normalmente due tipi di lampade ad incandescenza: quello a consumo normale di 3 a 3,5 watt per candela e quello a consumo ridotto.

V. — Conduttori elettrici isolati.

Fra le più importanti industrie sorte con l'estendersi delle applicazioni dell'elettricità si deve annoverare quella della fabbricazione de' conduttori elettrici isolati, che sono oramai svariatissimi sia dal punto delle caratteristiche del filo conduttore, sia da quello del suo isolamento. Essa, più d'ogni altra, si presta a dare un'idea de' molteplici e complessi espedienti che la corrente elettrica richiede per rendersi un agente disciplinato ed economico di utilizzazione dell'energia.

La fabbricazione de' conduttori elettrici isolati ha incontrato in Italia il favore di molte Ditte. Fra le diverse due si sono rese notissime: la Ditta ing. V. Tedeschi e C. di Torino, e la Società Pirelli e C. di Milano. Anche la fabbricazione de' conduttori nudi ha richiamata l'attenzione di numerose Ditte. Presso di noi sono degne di nota la Società metallurgica italiana sedente in Roma e la Ditta Selve di Donnaz in Valle d'Aosta. Non potendo occuparmi di queste, mi intratterrò alquanto sulle prime due.

*

Ditta Ing. V. Tedeschi e C. — Si occupa della fabbricazione de' conduttori isolati per tutte le applicazioni dell'elettricità, non che de' tubi di piombo e corde metalliche. Sorta nel 1888 in forma più che mai modesta, oggi dispone di uno stabilimento che occupa 14000 mq. e che risponde a tutti i requisiti d'igiene e di comodità. Gli edifizi sono spaziosi, bene illuminati, ad uno e due piani, e coprono un'area complessiva di 8000 mq.; le macchine sono numerose e provviste di opportuni organi atti ad impedire infortuni; le trasmissioni sono sotterranee. L'energia occorrente al macchinario è fornita da un impianto a vapore della potenza di 150 cavalli e da diversi motori elettrici alimentati dalla rete di distribuzione della Società Alta Italia.

In appositi laboratori si compiono le prove chimiche di tutte le sostanze impiegate per la fabbricazione degl'isolanti, quelle meccaniche di trazione, flessione e torsione de' fili metallici, non che quelle elettriche di resistenza d'isolamento, di capacità, d'induttanza de' cavi. Per queste ultime si dispone di corrente elettrica sotto tensione variabile fino a 36000 volt.

La fabbricazione de' tubi di piombo e delle corde metal liche è complemento di quella principale de' conduttori isolati di cui soltanto qui mi occupo. L'officina comprende diverse sezioni, ciascuna delle quali è corredata di un certo numero di macchine speciali relative alla lavorazione cui è destinata.

Un trattamento preliminare de' conduttori di rame consiste nel rivestirli di un sottile strato di stagno. Tale rivestimento si rende necessario se l'isolamento del conduttore è fatto con sostanze che contengono zolfo o altri corpi che possono attaccare il rame.

Lavorazione complessa ed assai delicata è quella delle sostanze che si adoperano per l'isolamento de' conduttori: cioè le varie qualità di gomma che comunemente vanno sotto il nome di caucciù e le varie qualità di guttaperca. Arrivando allo stato greggio, sono dapprima depurate e poi sottoposte a diversi trattamenti fino a che non hanno

conseguito quello stato per cui si rendono adatti al rivestimento de' diversi tipi di conduttori. Molte volte sono anche mescolate con altre sostanze affinchè, senza perdere la proprietà isolante, ne acquistano altre, come la flessibilità, la tenacità, un alto grado di fusione, ecc. Con appositi apparecchi sono quindi ridotte in blocchi o trasformate in fogli, o nastri.

È ovvio che si deve aver una gran cura nel proporzionare le miscele delle diverse sostanze, nel regolarne la temperatura e nello stabilire la durata delle varie operazioni; perciò si rende assolutamente indispensabile la conoscenza perfetta delle proprietà delle sostanze stesse.

Per ricoprire i conduttori di guttaperca si fa uso di macchine speciali. Il numero degli strati isolanti può variarsi a piacimento. Per fare aderire il primo strato sul metallo e gli altri fra loro, si adopera una composizione inventata da Chatterton e W. Smith e nota sotto il nome di *composizione Chatterton*. Essa è formata da una miscela di guttaperca, resina e catrame di Stoccolma in opportune proporzioni. Per ricoprire i conduttori in caucciù invece non si può seguire questo procedimento. Bisogna avvolgere a spirale attorno al conduttore un nastro di caucciù i cui orli si ricoprano a vicenda, oppure utilizzare la proprietà che gode questa sostanza di potersi saldare. Basta allora collocare il conduttore sopra una striscia stretta e saldare gli orli, dopo averli accostati.

L'isolamento de' conduttori elettrici può anche farsi con materiale vegetale, come seta, cotone, juta, amianto, ecc., formato a guisa di trina, treccia o nastro in modo da avvolgere o ricoprire la sua superficie. Per aumentare il potere coibente di questo materiale è opportuno l'uso di speciali vernici. Queste sono di preparazione assai delicata; si fanno con diverse sostanze organiche e minerali, come, pece, olio, resine, alcool, cerussa, talco, e s'applicano su' conduttori, a seconda de' casi, a freddo, a caldo, o per mezzo di bagni speciali a vapore.

Possono i rivestimenti essere anche misti, cioè combinazioni de' due sistemi sopradescritti.

I diversi tipi di rivestimento de' conduttori si effettuano con macchine diverse a seconda de' casi. Così vi sono le macchine pel ricoprimento con guttaperca, con le varie mescolanze di caucciù, o con materie tessili; le macchine che ricoprono d'una treccia di materie tessili o di fili metallici i conduttori; quelle per la copertura contemporanea di materie tessili e caucciù pe' grossi cavi; le macchine che rivestono a spirale i conduttori con materie tessili, caucciù puro e caucciù misto, alcune delle quali fanno contemporaneamente fino a quattro ricoprimenti.

I conduttori rivestiti di caucciù sono in seguito collocati in grandi autoclavi per la *vulcanizzazione*. Questa è un'operazione che consiste nel far combinare il caucciù con lo zolfo. Il caucciù vulcanizzato resiste assai meglio del caucciù greggio all'ossidazione e all'azione del calore e dell'acqua, perde del tutto la sua naturale viscosità, diventa meno elastico e non manda più che un leggero odore di zolfo, non tanto sgradevole quanto quello che ha, quando è greggio. La vulcanizzazione ha un'importaanza decisiva sulla bontà de' prodotti; dev'essere continuamente sorvegliata da operai specialisti ed abili; la minor negligenza commessa sia nel prolungarla più di quant'occorra, sia nel non lasciarla compiere interamente, può produrre sensibili danni.

A seconda dello scopo cui sono destinati, i cavi elettrici sono infine meccanicamente protetti o con tubi di piombo, o con guaine più o meno resistenti di fili o nastri di ferro o d'acciaio, avvolti intorno ad essi a spirale. Nel primo caso s'impiegano potenti torchi idraulici, nel secondo macchine simili a quelle per la fabbricazione delle corde metalliche.

Per dare un'idea delle varietà de'conduttori e cavi elettrici che si costruiscono nell'officina Tedeschi basterà che io ricordi la mostra di essa all'Esposizione di Parigi, la quale sebbene risentì della deficienza dello spazio di cui soffriva tutta la sezione italiana, pure fu relativamente abbastanza completa.

Essa comprendeva un discreto assortimento de' fili e cavi elettrici isolati di sua produzione, cordoni flessibili, fili e cavi isolati con guttite e con amianto; alcuni tipi speciali di cavi per il nostro Ministero della Marina, cioè un cavo per segnalazioni, un altro in caucciù per l'illuminazione elettrica delle navi corazzate, un terzo sottomarino per l'esplosione delle torpedini; altri per il nostro Ministero della Guerra, cioè cavi per telegrafia volante di campagna, per esplosione di mine, per aerostati; altri ancora per il Ministero delle Poste e Telegrafi, cioè due cavi per linee telegrafiche sotto le gallerie, l'uno con isolamento in guttaperca e guaina di piombo, l'altro con isolamento in caucciù e copertura di amianto; non che quattro grandi bobine contenenti un cavo sottomarino per trasmissione d'energia elettrica, un cavo telegrafico sotterraneo e sottomarino a 7 conduttori, un cavo telefonico sotterraneo ed un cavo sotterraneo per trasmissione d'energia elettrica ad alta tensione. Dirò poche parole di alcuni fra questi tipi di fili e cavi isolati.

La guttite è d'ordinario preferita dalla Ditta Tedeschi per l'isolamento de' conduttori elettrici perchè è molto isolante anche per un tenuissimo spessore, è flessibilissimo e non soffre affatto le incostanze dell'atmosfera. D'ordinario i fili isolati con guttite sono esternamente protetti da una treccia di cotone o di canapa asfaltata, ed hanno il pregio di non presentare alcuna traccia di deformazione nell'isolamento, comunque piegati in tutti i sensi.

Il rivestimento de' fili e cavi incombustibili con amianto non è fatto come di solito con treccia di fili d'amianto, ma è fatto invece con un feltro d'amianto in modo da formare un tubo tutto all'intorno del conduttore. Tale sistema, oltre ad impedire la propagazione della fiamma dal rame all'esterno e viceversa, che con l'altro sistema non si riesce totalmente ad eliminare a causa degli interstizi che si formano, ha ancora, rispetto a questo, l'altro vantaggio di costare meno.

Il cavo sotterraneo per trasmissione d'energia elettrica era costituito da due conduttori, ciascuno presentante una sezione di 30 mmq. ed isolato con caucciù vulcanizzato, di spessore sufficiente per la tensione di 750 volt. Questi conduttori erano poi protetti da un'armatura di grosso filo di ferro galvanizzato, avviluppato da due strati di juta godronata. Per alcune installazioni sottomarine d'illuminazione elettrica la Ditta Tedeschi ha fornito cavi simili con risultati soddisfacenti.

Il cavo telegrafico sotterraneo e sottomarino a 7 conduttori era del tipo corrente nelle reti telegrafiche della Germania e dell'Inghilterra. Ciascun conduttore constava di 7 fili di rame di 0,7 mm. di diametro ed era isolato con guttaperca fino a 6 mm. I 7 conduttori così isolati erano poi insieme torti in cavo e quindi protetti da un cuscinetto di tela godronata e da un'armatura di diversi grossi fili di ferro galvanizzato, la quale a sua volta era coperta esternamente da due strati di juta asfaltata.

Contrariamente all'uso comune d'impiegare nelle reti telefoniche sotterranee i cavi con isolamento di carta ed aria secca, la Ditta Tedeschi ha per queste reti voluto adottare i cavi con isolamento in guttite, di cui l'impiego come tipi aerei è preferito nelle reti telefoniche della Svizzera. Il cavo telefonico sotterraneo esposto era formato da 54 conduttori di filo di rame di 0,8 mm. di diametro, isolati con due strati di guttite, uno bianco e l'altro nero, che ritorti a due a due formavano 27 linee telefoniche con filo di andata e filo di

ritorno. Queste 27 linee erano poi ancora torte insieme, quindi avvolte da un nastro di tela isolante a base di caucciù ed infine protette da una grossa guaina di piombo.

I vantaggi di questo cavo paragonato a quello con isolamento di carta ed aria secca sono diversi. Innanzi tutto in esso la guaina di piombo non è parte essenziale dell'isolamento de' conduttori che lo compongono, per cui nella sua messa in opera non occorre usare tutte quelle precauzioni che l'altro richiede affinchè non si formino delle fenditure; inoltre non occorre posare il cavo ad una certa profondità per cui la temperatura si mantenga la più costante possibile, allo scopo d'impedire la condensazione dell'aria nel sottosuolo; infine, non si sente il bisogno di scatole di unione complicate per favorire il passaggio dell'aria da un capo all'altro della linea, nè l'installazione di apposito impianto per introdurre l'aria secca di tanto in tanto nelle condutture.

È vero che essendo la sua capacità di 0,19 a 0,20 microfarad per chilometro, e cioè alquanto superiore a quella del cavo con isolamento di carta ed aria secca, esso non è capace di trasmettere i suoni chiaramente a grandissime distanze; però con le distanze che in pratica sono attualmente adottate nelle reti telefoniche, in generale non superiori a' 4 o 5 chilometri in linea sotterranea, potendosi telefonare ugualmente bene anche se la capacità fosse di 0,24 microfarad per chilometro, è innegabile che esso possa rispondere abbastanza bene allo scpo, anche perchè il suo costo è pressochè uguale. Da esperienze eseguite col direttore della Centrale telefonica di Torino, risultò infatti che per le distanze cui si eseguirono, di circa 10 km., la trasmissione de' suoni era abbastanza perfetta.

Il cavo sotterraneo esposto per trasmissione di energia elettrica ad alta tensione (5000 volt) era isolato con caucciù vulcanizzato, *guipage* e treccia di canapa asfaltata. Esso era privo di protezione meccanica perchè precisamente destinato ad essere posto in tubi di ghisa o di cemento, secondo il sistema inglese od americano. Rispetto a' cavi con doppia guaina protettrice di piombo ed armatura di nastro di ferro, secondo il sistema tedesco, questo tipo di cavo presenta diversi vantaggi: una maggiore facilità di posa in rapporto alla sua leggerezza e flessibilità, — l'eliminazione delle scatole di giunzione, che sono sostituite da giunture di caucciù vulcanizzato fatte sul posto, ne' pozzi destinati all'introduzione de' cavi, con gran vantaggio dell'isolamento, — la soppressione anche di metallo fuori del conduttore e la conseguente sicurezza che tutte le contro-induzioni sono evitate, — la facilità, infine, d'ispezione ne' punti di controllo non che di estrazione da' tubi, in casi di guasti, senza rottura di essi.

Non è necessario che questi cavi siano posti contemporaneamente con la posa de' cavi, bastando introdurre inizialmente in essi un cavo di canapa o di ferro per la trazione de' cavi da posare di poi; nel caso di sostituzione basterà servirsi di questo cavo che si toglie, per mettere il nuovo.

Anche questa Ditta ha fatto progressi notevoli; con la forte concorrenza che trovava sul mercato italiano è riuscita, con tenace costanza e perfezione sempre crescente dei suoi prodotti, a guadagnare, nel corso di appena un decennio, la simpatia ed il credito de' consumatori non solo italiani, ma anche stranieri.

*

Società Pirelli e C. — La Società Pirelli è specialista per la fabbricazione degli oggetti di gomma elastica, guttaperca ed affini e de' fili e cavi elettrici isolati. Essa fu fondata nel 1872. All'inizio la sua produzione si limitò agli oggetti più correnti del caucciù d'applicazione industriale e meccanica, fabbricati in una piccola officina a Milano, nella quale vi lavorava appena qualche decina di operai. Ma, superate le prime difficoltà d'avviamento e sopratutto quella della formazione della mano d'opera, ampliò il suo impianto e cominciò la fabbricazione degli articoli di caucciù per tutte le applicazioni tecniche ed industriali, per modo che nel 1878 fabbricava già articoli di mercerie e da viaggio, articoli per la chirurgia e per l'igiene, vestiti impermeabili, ecc.

Mentre in tali prodotti essa sempre più si faceva apprezzare, ampliava anche l'officina e ne accresceva il macchinario per intraprendere analoghe fabbricazioni, come quella degli oggetti in guttaperca, in amianto, quella de' fili per i tessuti elastici, quella degli articoli di gomma elastica, applicati a' velocipedi. Ed oggi si può dire che nello stabilimento Pirelli si eseguiscono tutte le applicazioni del caucciù, della guttaperca e delle materie affini alle macchine, all'industria, all'agricoltura, all'igiene, agli usi domestici ed individuali.

Ma l'attività della Società Pirelli si rivelò grande nelle applicazioni che l'industria elettrica additava man mano che seguiva il suo meraviglioso sviluppo. Ed invero, nel 1880 intraprese la fabbricazione de' fili, cordoni e cavi isolati per trasmissioni elettriche; nel 1886 iniziò l'industria de' cavi elettrici sottomarini, fondando a tal uopo un'officina alla Spezia, in prossimità dell'arsenale di S. Bartolomeo, e facendo nello stesso tempo costrurre un piroscafo, *La Città di Milano*, per l'immersione e la riparazione de' cavi stessi; e successivamente, ben interpretando le esigenze dell'industria elettrica, si accinse a fabbricare su vastissima scala tutte le specie di fili e cavi per trasmissioni aeree e sotterranee, ad alta e bassa tensione, isolati in caucciù, in guttaperca, in materie tessili impregnate di miscele isolanti nel vuoto, cavi con isolamento di carta e circolazione d'aria per le condutture telefoniche, ecc., non che oggetti d'ebonite e di caucciù che trovano impiego nelle applicazioni dell'elettricità.

Attualmente la Società Pirelli e C. dispone di due officine: l'una, la principale, a Milano, su di una superficie di 40000 mq.; l'altra, come ho detto, a Spezia, elevata su di un'area di circa 8000 mq. ed esclusiva per la costruzione de' cavi sottomarini. Ambedue hanno gabinetti elettrici di prova, ricchi di strumenti elettrici di misura ed affidati ad ingegneri elettricisti e tecnici specialisti. L'impianto di forza motrice per le due officine conta 400 cavalli prodotti con motrici a vapore e 500 cavalli elettrici, che azionano circa 200 motori. Vi trovano attualmente lavoro circa 2600 operai e 200 impiegati.

Non mi soffermo qui a descrivere le molteplici lavorazioni che si compiono nelle officine Pirelli. Credo però opportuno di riassumere la mostra di essa a Parigi che, sebbene raccolta in un piccolo spazio, dava tuttavia una giusta idea della grandiosità delle officine medesime.

La Ditta Pirelli si è limitata ad esporre i suoi prodotti relativi all'elettricità: campioni di tutte le specie di fili e cavi isolati ed alcuni fra i tanti oggetti d'ebanite e di caucciù che suole costrurre. Si notavano i tipi di fili e cavi d'uso corrente in tutti i paesi con isolamento in guttaperca, in materie tessili, in caucciù vulcanizzato; i tipi speciali per l'armata italiana e per l'esportazione; i tipi di cavi sotterranei ad 1, 2 e 3 conduttori di sezione variabile fino a 1000 mmq., per tensioni fino a 6000 volt, con isolamento in materie tessili impregnate di miscele isolanti nel vuoto e con doppia armatura di protezione di ferro; i tipi speciali di cavi in caucciù per le torpedini, per le gallerie, i cavi telefonici ad isolamento d'aria per la formazione delle reti urbane, i cavi per altissime tensioni fino a 20000 volt con semplice isolamento in caucciù o con isolamento misto, fatto cioè dapprima con caucciù direttamente soprap-

posto al conduttore di rame, quindi con carta e sostanze tessili imbevute di materie isolanti con processo speciale. Essendo concentrati il caucciù, isolante di gran costo, negli strati interni e la carta e le sostanze tessili, di costo molto minore, negli strati esterni, dove cioè il diametro è maggiore, risulta chiaro che in tal modo si può ottenere un isolamento di forte spessore ed abbastanza economico. Il cavo con isolamento misto unisce perciò i pregi de' cavi isolati con caucciù e quelli de' cavi isolati con carta e resina; anzi, se formato con più conduttori, presenta anche il vantaggio di riempire perfettamente gli interstizi fra di essi.

Degno di particolare ricordo è il cavo di questo tipo da 3×25 mmq. che la Ditta Pirelli fece funzionare alla tensione di 25000 volt durante l'Esposizione, per alimentare un gruppo trifase di lampade in serie, come altrove ho già accennato. Fu il solo cavo esposto che effettivamente trasportò una notevole quantità d'energia sotto una tensione così elevata. Ad esposizione finita, per desiderio della Società Pirelli, su tale cavo furono fatti esperimenti ufficiali, per comprovarne la bontà, a Parigi dal prof. P. Ianet nel laboratorio centrale di elettricità, ed a Milano poi dal prof. L. Zunini nel laboratorio di elettrotecnica del R. Istituto Tecnico Superiore. Il prof. Ianet non potè eseguire le prove che cimentando il cavo a potenziali crescenti fino alla tensione di 40000 volt, a motivo di guasti sopravvenuti nell'elettrometro misuratore di tale tensione. Il prof. Zunini potè invece sottoporre il cavo ad una tensione crescente a determinati intervalli di tempo, a partire da 40000 fino a 64000 volt. Sotto questa tensione massima, dopo circa 20 minuti bruciò il cavo fra un conduttore e l'armatura di piombo. Queste prove dimostrano effettivamente la superiore bontà di questo cavo.

Nella mostra della Ditta Pirelli notavansi anche una completa serie di scatole di giunzione e di derivazione fra i cavi sotterranei, i campioni di diversi tipi di cavi sottomarini costrutti, oggetti in ebonite, come pezzi per suonerie per telefoni, fonografi, lampade, scatole per accumulatori, isolatori, bobine per dinamo e trasformatori, placche di ebonite, tubi di fulaxite (specie di ebonite flessibile) impiegati per traversare muri, non che oggetti in caucciù che trovano impiego nelle applicazioni dell'elettricità, cioè guanti e scarpe per montatori elettricisti, anelli per pile, nastri isolanti, anelli per giunti Raffard, tappeti isolanti, placche, turaccioli, fogli per guerniture di condotte d'acqua e di vapore, ecc.

Dopo questi rapidi cenni sulla Società Pirelli e sulla mostra di essa a Parigi mi sia permesso di dire che, se per l'Italia fu una fortuna che questa Ditta abbia importate le industrie della gomma e della guttaperca e le abbia in pochi anni talmente fatte progredire da emanciparle del tutto dall'estero, fu fortuna superiore che la medesima Ditta, dopo pochi anni della sua esistenza, abbia anche introdotte e rese fiorenti l'industria de' fili e cavi elettrici isolati e quella dei cavi telegrafici sottomarini, che fin dal 1886 era stata esclusivamente monopolio delle grandi società inglesi: la *Henley Telegraph Works*, la *India Rubber and Guttapercha Telegraph Cy*, la *Telegraph construction and maintenance Cy* ed i *Siemens Brothers* di Londra. Fu questo fino al 1890 il solo esempio d'industria di cavi sottomarini fuori dell'Inghilterra.

Dall'officina succursale della Spezia di questa Ditta uscirono già pressochè 3000 km. di cavi sottomarini che sono stati immersi dal piroscafo *Città di Milano* nel mare Mediterraneo, nel mare Adriatico e nel mar Rosso, per conto de' governi d'Italia e di Spagna.

All'ora attuale, pe' suoi mezzi di produzione e gran varietà de' suoi articoli, la Società Pirelli e C. è degna di essere additata fra le 4 o 5 grandi Società che nel mondo intero rappresentano le più importanti fabbriche in questo genere d'industria. Essa non solo domina sul mercato italiano, ma esposta i suoi prodotti in Oriente, in America, in Europa e persino nella stessa Inghilterra e colonie inglesi.

Si può dunque veramente essere orgogliosi di possedere in casa nostra questa Società così esperimentata e forte che tanto lavoro dà ai nostri operai, tanta vita all'industria nazionale e tanto lustro procura alla patria nostra.

*

Chiuderò questo argomento osservando che le due officine Tedeschi e Pirelli le quali riassumono nel modo più completo il progresso italiano in fatto di costruzione de' conduttori isolati, provano chiaramente che noi possiamo rinunziare alla produzione estera e divenire anche esportatori.

VI. — Altri apparecchi.

Numerose sono presso di noi le Ditte che si occupano della costruzione del materiale di telefonia e telegrafia, di apparecchi di segnalazioni, parafulmini, ecc. Fra di esse meritano di essere ricordate il già citato Tecnomasio italiano, l'Officina del Genio militare di Pavia, l'Officina Galileo in Firenze. Se non sono all'altezza delle Ditte estere sono però abbastanza progredite per soddisfare alle esigenze del nostro mercato.

Molte delle ricordate officine di macchine elettriche ed altre appositamente costituite producono i principali apparecchi accessori per impianti elettrici, come interruttori, accumulatori, reostati, portalampade, ecc. ecc. Nella fabbricazione de' pezzi in ceramica per applicazioni elettriche sono notevoli la Società ceramica di Laveno e la Ditta Richard Ginori di Milano.

Anche gli apparecchi per l'elettroterapia trovarono presso di noi il loro appassionato costruttore nella persona del signor Campostano, che fondò un'officina a Milano, dell'area complessiva di 3000 mq.

Poichè il Campostano prese anche parte all'Esposizione di Parigi ricorderò brevemente la sua mostra. Fra i diversi apparecchi esposti notavasi innanzi tutto l'apparecchio (fig. 192) del professore Bottini che serve per alimentare il cauterio,

Fig. 192. — Apparecchio Bottini della Ditta Campostano.

destinato alla splendida cura radicale dell'ipertrofia prostatica. Consta di due elementi di accumulatori provvisti di commutatore e di speciale reostato, del quale è evitato un eccessivo riscaldamento, essendo disposto a caminetto, in modo che il tiraggio d'aria è sufficiente per raffreddarlo. Per la purezza del piombo adoperato e per la sottigliezza delle placche, essi sono capaci di potenti scariche. La capacità totale dell'apparecchio è di 120 ampère-ore. Una chiusura ermetica fatta di tre strati di isolanti evita ogni versamento di liquido ed ogni ossidazione delle parti metalliche, così comuni negli apparecchi congeneri.

Diversi di questi apparecchi furono spediti nelle più lontane regioni del mondo, come nel Chilì, nel Transvaal, nell'America del Nord, ecc., senza mai soffrire ossidazione, scariche o versamenti di liquidi. Basti il dire che durante il Congresso medico di Mosca, l'apparecchio Bottini del Campostano fu trasportato da Milano a Mosca, arrivando colà senza alcuna avarìa, mentre gli apparecchi congeneri di altra concezione e di altre fabbriche arrivarono chi scarichi, chi ossidati e guasti. E solo esso potè, dopo varie dimostrazioni pratiche alla Clinica del prof. Bobroff, andare a Pietroburgo e ritornare per la via di Odessa e Costantinopoli a Milano ancora in perfetto stato e carico, dopo essere stato sottoposto ovunque ad esperienze.

La Ditta Campostano espose poi l'interruttore rotativo rapidissimo, di sua concezione, rappresentato nella fig. 193.

Fig. 193. — Interruttore rotativo della Ditta Campostano.

Il principio su cui si basa è la rotazione di una lamina di acciaio, la quale pesca alternativamente nel mercurio e nel petrolio. La velocità di rotazione è tale che si possono avere fino a 6000 interruzioni al minuto primo. Gli interruttori però di uso normale si costruiscono per 2000 a 3000 interruzioni. Questo interruttore rotativo e gli altri costrutti dalla Ditta sono destinati alla radiografia co' raggi X. La luce prodotta ne' tubi di Crookes è ridotta così ad una vera perfezione e niente affatto oscillante.

La fig. 194 rappresenta lo stesso tipo, ma trasportabile e funzionante con tre elementi. La fig. 195 mostra il nuovo modello di Wehnelt-Campostano, assai semplice e servibile tanto per le correnti alternate, quanto per le continue. Per le alternate si lamentava nel Wehnelt il grande consumo di platino; nel modello del Campostano il platino non è affatto adoperato.

La fig. 196 si riferisce ad un tipo di rocchetto che la Ditta medesima costruisce per la pratica radiografica con l'aggiunta del misuratore della corrente secondaria.

Completavano la mostra alcuni motori elettrici per massaggio, apparati d'illuminazione delle cavità del corpo umano, elettrodi ad argilla, trasformatori per uso medico, ecc.

*

Anche da' rapidi cenni da me fatti emerge chiaro che nell'industria costruttiva delle macchine ed apparecchi elettrici l'attività italiana appare notevole. Non siamo, è vero,

Fig. 194. — Altro interruttore della Ditta Campostano.

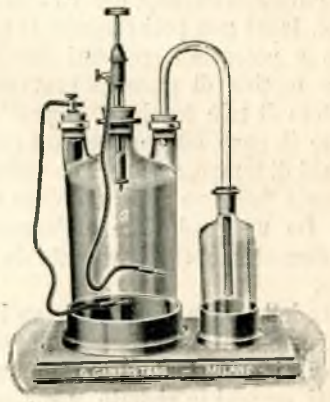


Fig. 195. — Interruttore Wehnelt-Campostano.

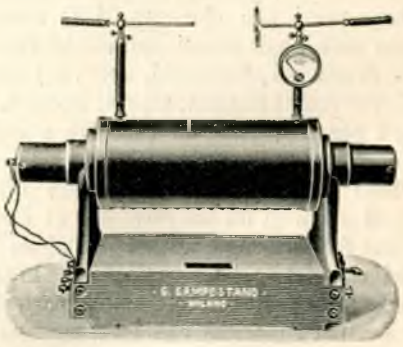


Fig. 196. — Rocchetto della Ditta Campostano.

ancora in grado di rinunziare del tutto alla produzione industriale straniera; però in parecchie produzioni abbiamo fatto notevoli progressi, anzi per alcune non solo provvediamo noi stessi esclusivamente alle richieste del nostro mercato, ma siamo anche esportatori. Saremmo del pari avanti in altre se, circoscrivendo sempre il campo di esplicazione della propria energia, non ci lasciassimo solleticare da' sùbiti e favolosi guadagni od infiacchire da' successi immediati che d'ordinario fanno smarrire la retta via, e ci abituassimo a seguire con pacata costanza una linea di condotta chiaramente diretta verso una meta elevata.

Comprendo che ancora da molti mali sono afflitte le nostre industrie elettrotecniche, come la limitazione o la soverchia

suddivisione del capitale, l'eccessivo tasso che si richiede per esso, la incompleta istruzione delle classi operatrici, le diverse ed onerose tasse governative, la limitata fiducia ne' prodotti nazionali, la difficoltà di smercio, la concorrenza straniera, ecc.; ma, se tutte queste sono condizioni che ostacolano il rapido incremento delle nostre produzioni, non dobbiamo pertanto desistere dalla nobile gara, anzi con maggior lena dobbiamo continuare nell'impresa, studiando e perseverando. È solo col lavoro serio, spassionato, onesto che si può conquistare quella riputazione industriale, la quale, mantenendosi imperturbata dinanzi all'incessante progresso degli altri, ci renderà indipendenti dalle Case costruttrici straniere anche in quelle produzioni, oggi meno sviluppate, in cui abbiamo tutte le qualità necessarie per emergere.

A quest'opera d'assoluta indipendenza dall'estero convergiamo adunque tutte le nostre forze e cerchiamo di compierla in epoca non molto lontana, affinchè i numerosi impianti idroelettrici, possibili in Italia per i corsi d'acqua che la benigna natura ci ha così largamente prodigati e che ancora inoperosi discendono da' nostri monti al mare, siano fatti esclusivamente da noi con macchinario ed accessori di nostra fabbricazione. *Ing.* Ignazio Verrotti.

CELERIMENSURA

DETERMINAZIONE DI UNA O PIU' STAZIONI INCOGNITE PER MEZZO DI SEMPLICI MISURE ANGOLARI

del Prof. Giuseppe Delitala.

« Préférez, dans l'enseignement, les méthodes *générales*. Attachez-vous à les présenter de la manière la plus *simple*, et vous verrez en même temps qu'elles sont toujours les plus *faciles* ». (Laplace, *École normale*, Tome IV, pag. 49).

Colla presente Nota offriamo una risoluzione del seguente problema generale di geodesia elementare:

« Date le coordinate rettangolari di tre punti A (X_a, Y_a), B (X_b, Y_b), C (X_c, Y_c), determinare quelle di più stazioni (n. stazioni), tali che dalla prima stazione P_1 si osservi il *primo punto* A, dall'ultima stazione P_n si osservi il *terzo punto* C, e da tutte le stazioni P_1, P_2 ... P_n si osservi il *secondo punto* B del triangolo di riferimento A B C ».

*

Risoluzione. — Questo problema evidentemente contiene come casi particolari, per $n = 1$ il problema di Pothénot, e per $n = 2$ il problema di Snellius o di Pothénot ampliato (*), per cui potremo denominare il proposto: *problema di Snellius ampliato in generale*, oppure: *Determinazione di n. stazioni per intersezione inversa*.

Stabilita fra i due punti di stazione o vertici estremi P_1, P_n una conveniente poligonale $P_1, P_2 \ldots P_{n-1}, P_n$, questa rimane così appoggiata a tre punti trigonometrici: l'uno, il *punto di partenza* A; l'altro, l'*intermedio* B, e il terzo il *punto d'arrivo* C. Il problema sarà determinato quando sieno state misurate le coppie di angoli componenti (α_n, β_n) $n = 1, 2, \ldots n$, che costituiscono la prima serie α_n e la seconda serie β_n, e si osservi che nel caso della poligonale convessa la somma dei due angoli componenti è uguale all'angolo della poligonale in quel vertice, mentre ciò non avviene per la poligonale intrecciata e può non avvenire nella poligonale concava (fig. 197 e 198).

Il problema si può dire risoluto se riusciremo a determinare l'azimut della prima congiungente o del primo lato della poligonale $(A P_1) = \theta_{a,1}$ in funzione delle coordinate dei vertici del triangolo A B C e degli angoli componenti. Perciò il metodo che noi proponiamo consiste nel determinare la posizione dei vertici successivi $P_1, P_2, \ldots P_n$, appoggiandosi al primo lato A B del triangolo, alle diagonali successive $P_2 B$, $P_3 B$, ... $P_n B$ ed al secondo lato B C ed eliminare quindi le incognite ausiliarie che entrano nella risoluzione del problema.

Si determina la posizione del vertice P_1 riferendolo alla base A B e considerandolo come estremità della congiungente $A P_1$; lo stesso vertice P_1 si appoggia alla base $B P_2$ considerandolo estremità di $B P_1$. Il vertice P_2 si appoggia alla base $B P_3$ e così via. Il vertice P_3 si appoggia alla base seguente $B P_4$ ed estremità $B P_3$ e così via. Il vertice P_{n-1} si appoggia alla base $B P_n$ ed estremità di $B P_{n-1}$. Finalmente il vertice P_n si appoggia alla base B C ed estremità $B P_n$. Alla fine dell'unito specchietto figura pure la determinazione di quest'ultimo vertice, considerandolo estremità di $C P_n$.

La risoluzione di questi problemi elementari è fornita dalla formula di risoluzione del noto problema: « Determinazione di un punto per intersezione diretta da due punti dati di posizione (*) ».

Nello specchietto che occupa la pagina seguente sono indicate le accennate determinazioni; quindi si scrivono le espressioni delle coordinate parziali dei vertici successivi, riferiti, il primo al sistema di assi passante per A, tutti al sistema di assi passante per B e l'ultimo vertice P_n al sistema di assi passante per C. Gli assi coordinati sono: quello delle Y parallelo alla meridiana, quello delle X parallelo alla sua perpendicolare.

Quest'ultima coppia di relazione non entra in quelle necessarie per la ricerca della formula di risoluzione, ma serve solo per le ulteriori determinazioni da farsi nello studio del problema.

Le coppie di relazioni da (1) a (6) sono in numero di $2(n+1)$, mentre in esse vi figurano $2(3n+2)$ incognite; infatti si possono raccogliere in un primo gruppo d'incognite le funzioni circolari *seno* e *coseno* degli azimut delle $2n+1$ congiungenti: così avremo $2(2n+1)$ incognite; in un secondo gruppo si possono raccogliere le *coordinate parziali* degli n vertici rispetto al sistema di assi passanti per B e quelle del vertice P_1 rispetto al sistema passante per A; abbiamo così altre $2(n+1)$ incognite, ossia il totale di $2(3n+2)$ incognite.

Ma noi sappiamo scrivere le relazioni esistenti fra le incognite *angolari* e *lineari* delle $2n+1$ congiungenti; esse sono:

$$\operatorname{tang} \theta_{a,1} = \frac{\operatorname{sen} \theta_{a,1}}{\cos \theta_{a,1}} = \frac{X_1 - X_a}{Y_1 - Y_a} \tag{8}$$

$$\left.\begin{array}{l}
\dfrac{\operatorname{sen} \theta_{b,1}}{\cos \theta_{b,1}} = \dfrac{X_1 - X_b}{Y_1 - Y_b} = \dfrac{(X_1 - X_a) - (X_b - X_a)}{(Y_1 - Y_a) - (Y_b - Y_a)} \\
\dfrac{\operatorname{sen} \theta_{b,2}}{\cos \theta_{b,2}} = \dfrac{X_2 - X_b}{Y_1 - Y_b} \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
\dfrac{\operatorname{sen} \theta_{b,n}}{\cos \theta_{b,n}} = \dfrac{X_n - X_b}{Y_n - Y_b}
\end{array}\right\} \tag{9}$$

Inoltre si possono scrivere gli azimut dei lati della poligonale mettendo in evidenza le incognite lineari (cordinate parziali) con identità facile a stabilirsi nel modo seguente:

$$\left.\begin{array}{l}
\dfrac{\operatorname{sen} \theta_{2,1}}{\cos \theta_{2,1}} = \dfrac{X_1 - X_2}{Y_1 - Y_2} = \dfrac{(X_1 - X_b) - (X_2 - X_b)}{(Y_1 - Y_b) - (Y_2 - Y_b)} \\
\dfrac{\operatorname{sen} \theta_{3,2}}{\cos \theta_{3,2}} = \dfrac{X_2 - X_3}{Y_2 - Y_3} = \dfrac{(X_2 - X_b) - (X_3 - X_b)}{(Y_2 - Y_b) - (Y_3 - Y_b)} \\
\dfrac{\operatorname{sen} \theta_{1,3}}{\cos \theta_{1,3}} = \dfrac{X_3 - X_1}{Y_3 - Y_1} = \dfrac{(X_3 - X_b) - (X_1 - X_b)}{(Y_3 - Y_b) - (Y_1 - Y_b)} \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
\dfrac{\operatorname{sen} \theta_{n,n-1}}{\cos \theta_{n,n-1}} = \dfrac{X_{n-1} - X_n}{Y_{n-1} - Y_n} = \dfrac{(X_n - X_b) - (X_{n-1} - X_b)}{(Y_n - Y_b) - (Y_{n-1} - Y_b)}
\end{array}\right\} \tag{10}$$

(*) G. Erede, *Elementi di topografia* (3ª ediz. Bemporad. Firenze, 1894, pag. 146).

(*) G. Orlandi, *Tacheometria*. Corso pratico di topografia numerica, pag. 43. Edit. Clausen, 1894. — G. Delitala, *Azimut e coordinate piane*. Edit. Camilla e Bertolero, Torino.

SPECCHIETTO DELLE DETERMINAZIONI.

Relazioni N. 1	Stazioni incognite 2	Basi di riferimento 3	Punti di collegamento 4	Azimut delle congiungenti i punti di collegamento 5	Azimut delle congiungenti i punti di stazione o dei lati della poligonale 6	Angoli componenti (6ª—5ª) 7	Coordinate parziali dei punti di stazione 8
(1)	P_1	A B	A	$(A\,P_1) = \theta_{a,1}$	$(B\,P_1) = \theta_{b,1}$	α_1	
(2)	P_1	B P_2	B	$(B\,P_1) = \theta_{b,1}$	$(P_2\,P_1) = \theta_{2,1}$	β_1	
(3)	P_2	B P_3	B	$(B\,P_2) = \theta_{b,2}$	$(P_3\,P_2) = \theta_{3,2}$	β_2	(Vedi Relazioni N.)
(4)	P_3	B P_4	B	$(B\,P_2) = \theta_{b,3}$	$(P_4\,P_3) = \theta_{4,3}$	β_3	
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	
(5)	P_{n-1}	B P_n	B	$(B\,P_{n-1}) = \theta_{b,n-1}$	$(P_n\,P_{n-1}) = \theta_{n,n-1}$	β_{n-1}	
(6)	P_n	B C	B	$(B\,P_n) = \theta_{b,n}$	$(C\,P_n) = \theta_{c,n}$	β_n	
(7)	P_n	B C	C	$(C\,P_n) = \theta_{c,n}$	$(B\,P_n) = \theta_{b,n}$	$-\beta_n$	

(Relazioni N).

$$\left.\begin{aligned} X_1 - X_a &= [\,(Y_b - Y_a)\operatorname{sen}\theta_{b,1} - (X_b - X_a)\cos\theta_{b,1}\,]\,\frac{\operatorname{sen}\theta_{a,1}}{\operatorname{sen}\alpha_1} \\ Y_1 - Y_a &= [\quad\text{id.}\quad]\,\frac{\cos\theta_{a,1}}{\operatorname{sen}\alpha_1} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

$$\left.\begin{aligned} X_1 - X_b &= [\,(Y_2 - Y_b)\operatorname{sen}\theta_{2,1} - (X_2 - X_b)\cos\theta_{2,1}\,]\,\frac{\operatorname{sen}\theta_{b,1}}{\operatorname{sen}\beta_1} \\ Y_1 - Y_b &= [\quad\text{id.}\quad]\,\frac{\cos\theta_{b,1}}{\operatorname{sen}\beta_1} \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

$$\left.\begin{aligned} X_2 - X_b &= [\,(Y_3 - Y_b)\operatorname{sen}\theta_{3,2} - (X_3 - X_b)\cos\theta_{3,2}\,]\,\frac{\operatorname{sen}\theta_{b,2}}{\operatorname{sen}\beta_2} \\ Y_2 - Y_b &= [\quad\text{id.}\quad]\,\frac{\cos\theta_{b,2}}{\operatorname{sen}\beta_2} \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

$$\left.\begin{aligned} X_3 - X_b &= [\,(Y_4 - Y_b)\operatorname{sen}\theta_{4,3} - (X_4 - X_b)\cos\theta_{4,3}\,]\,\frac{\operatorname{sen}\theta_{b,3}}{\operatorname{sen}\beta_3} \\ Y_3 - Y_b &= [\quad\text{id.}\quad]\,\frac{\cos\theta_{b,3}}{\operatorname{sen}\beta_3} \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

. . . . . .

$$\left.\begin{aligned} X_{n-1} - X_b &= [\,(Y_n - Y_b)\operatorname{sen}\theta_{n,n-1} - (X_n - X_b)\cos\theta_{n,n-1}\,]\,\frac{\operatorname{sen}\theta_{b,n-1}}{\operatorname{sen}\beta_{n-1}} \\ Y_{n-1} - Y_b &= [\quad\text{id.}\quad]\,\frac{\cos\theta_{b,n-1}}{\operatorname{sen}\beta_{n-1}} \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

$$\left.\begin{aligned} X_n - X_b &= [\,(Y_c - Y_b)\operatorname{sen}\theta_{c,n} - (X_c - X_b)\cos\theta_{c,n}\,]\,\frac{\operatorname{sen}\theta_{b,n}}{\operatorname{sen}\beta_n} \\ Y_n - Y_b &= [\quad\text{id.}\quad]\,\frac{\cos\theta_{b,n}}{\operatorname{sen}\beta_n} \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

$$\left.\begin{aligned} X_n - X_c &= [\,(Y_b - Y_c)\operatorname{sen}\theta_{b,n} - (X_b - X_c)\cos\theta_{b,n}\,]\,\frac{\operatorname{sen}\theta_{c,n}}{\operatorname{sen}\beta_n} \\ Y_n - Y_c &= [\quad\text{id.}\quad]\,\frac{\cos\theta_{c,n}}{\operatorname{sen}\beta_n} \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

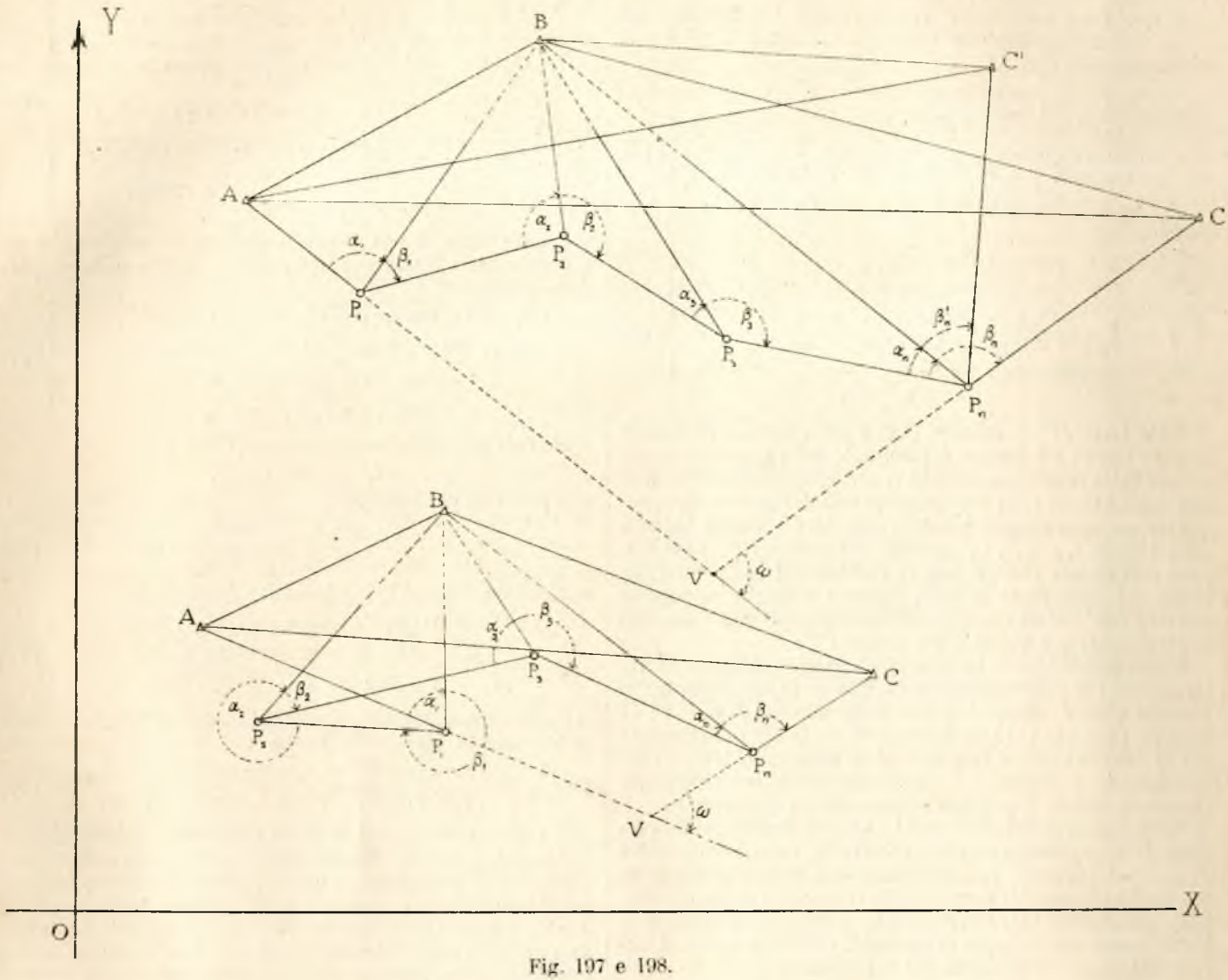


Fig. 197 e 198.

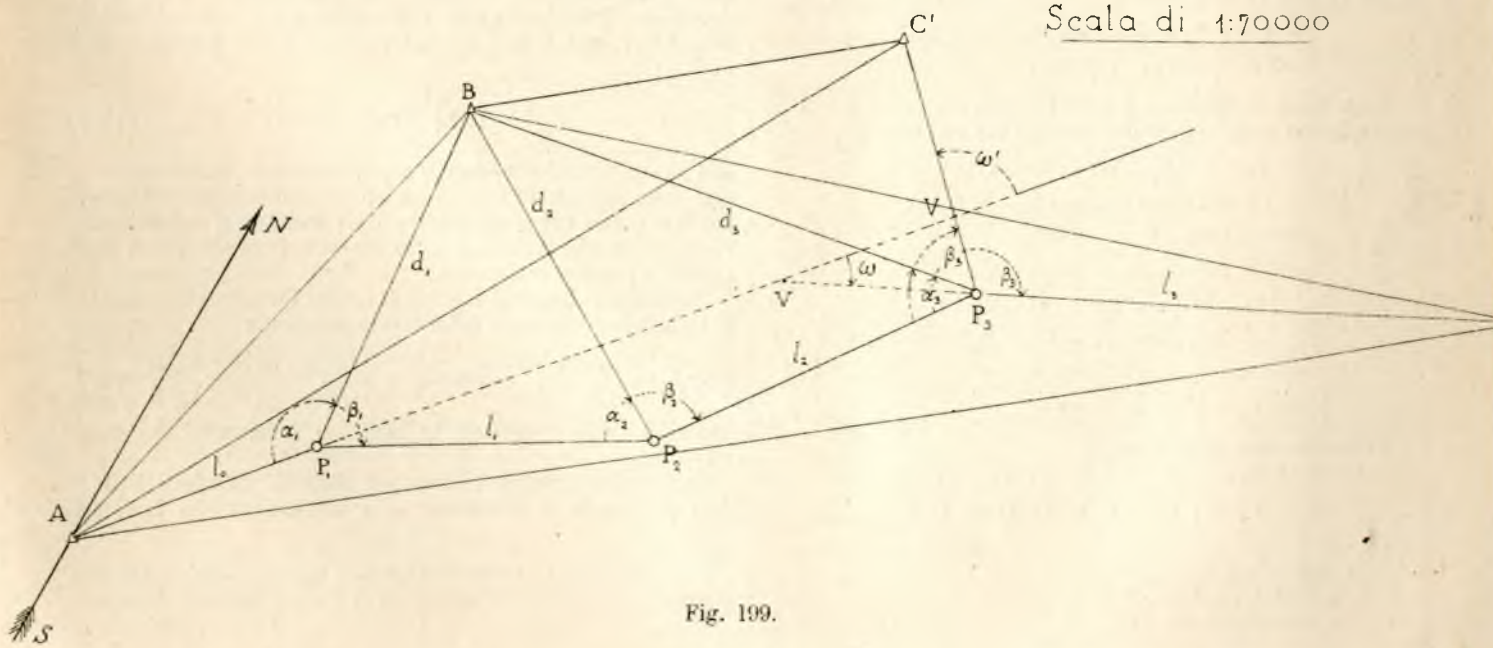


Fig. 199.

$$\frac{\operatorname{sen}\theta_{c,n}}{\cos\theta_{c,n}} = \frac{X_n - X_c}{Y_n - Y_c} = \frac{(X_n - X_b) - (X_c - X_b)}{(Y_n - Y_b) - (Y_c - Y_b)} \quad (11)$$

Si ricordano pure le relazioni esistenti fra l'azimut del primo lato della poligonale completa e l'azimut degli n lati successivi, cioè (*):

$$\left.\begin{aligned}
\theta_{1,2} &= \theta_{a,1} + P_1 - h\pi \\
\theta_{2,3} &= \theta_{a,1} + P_1 + P_2 - h\pi \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
\theta_{n-1,n} &= \theta_{a,1} + P_1 + P_2 + \ldots + P_{n-1} - h\pi \\
\theta_{n,c} &= \theta_{a,1} + P_1 + P_2 + \ldots + P_n - h\pi
\end{aligned}\right\} \quad (12)$$

quindi:

$$\left.\begin{aligned}
\theta_{2,1} &= \theta_{1,2} \mp \pi = \theta_{a,1} + \sigma_1 \\
\theta_{3,2} &= \theta_{2,3} \mp \pi = \theta_{a,1} + \sigma_2 \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
\theta_{n,n-1} &= \theta_{n-1,n} \mp \pi = \theta_{a,1} + \sigma_{n-1} \\
\theta_{c,n} &= \theta_{n,c} \mp \pi = \theta_{a,1} + \sigma_n \\
&= \theta_{a,1} + \sigma
\end{aligned}\right\} \quad (13)$$

Nella serie di eguaglianze (12) e per ciascuna di esse il numero intero h è sempre determinato dalla peculiare disposizione della figura, secondochè si verificherà uno dei tre noti casi degli azimut (**); giovandosi perciò del grafico approssimativo, saranno sempre quantità cognite gli angoli indicati colle lettere $\sigma_1, \sigma_2, \ldots \sigma_n$ delle relazioni (13). Esse valgono nell'ipotesi che gli angoli componenti sieno tutti descritti nel senso degli azimut; formule analoghe si possono scrivere nell'ipotesi che gli angoli componenti sieno generati in senso inverso a quello degli azimut (***).

Riassumendo, fra le incognite considerate abbiamo le relazioni da (1) a (6) in numero di $2(n+1)$; la (8) e le (9) (dove la prima è doppia) e perciò in numero di $n+1$; le formule (10) e la (11) in numero di n; le (12) raddoppiate per le funzioni seno e coseno, cioè in numero di $2n$; in totale dunque si hanno $2(3n+2)$ equazioni fra altrettante incognite, quindi il problema è pienamente determinato.

Dalle coppie di relazioni da (1) a (6) si possono eliminare tutte le incognite ausiliarie, eccetto la funzione circolare di θ_a, col seguente procedimento: si comincia a sostituire le coordinate parziali fornite dalle (6) nella coppia di relazione precedente (5); le coordinate parziali così ottenute si sostituiscono nella coppia precedente, e così via finchè si arriva alla coppia di relazioni (2) che diventa:

$$\left.\begin{aligned}
X_1 - X_b &= [(Y_c - Y_b)\operatorname{sen}\theta_{c,n} - (X_c - X_b)\cos\theta_{c,n}] \times \\
&\times \frac{\operatorname{sen}\alpha_n \operatorname{sen}\alpha_{n-1} \ldots \operatorname{sen}\alpha_2}{\operatorname{sen}\beta_n \operatorname{sen}\beta_{n-1} \ldots \operatorname{sen}\beta_1} \times \operatorname{sen}\theta_{b,1} \\
Y_1 - Y_b &= [(Y_c - Y_b)\operatorname{sen}\theta_{c,n} - (X_c - X_b)\cos\theta_{c,n}] \times \\
&\times \frac{\operatorname{sen}\alpha_n \operatorname{sen}\alpha_{n-1} \ldots \operatorname{sen}\alpha_2}{\operatorname{sen}\beta_n \operatorname{sen}\beta_{n-1} \ldots \operatorname{sen}\beta_1} \times \cos\theta_{b,1}
\end{aligned}\right\} \quad (14)$$

Dalle quali si ricavano i valori $\operatorname{sen}\theta_{b,1}$ e $\cos\theta_{b,1}$ che si sostituiscono nella coppia di relazioni (1) e si otterrà:

$$\left.\begin{aligned}
X_1 - X_a &= \left[\frac{(Y_b - Y_a)(X_1 - X_b) - (X_b - X_a)(Y_1 - Y_b)}{(Y_c - Y_b)\operatorname{sen}\theta_{c,n} - (X_c - X_b)\cos\theta_{c,n}}\right] \times \\
&\times \frac{\operatorname{sen}\beta_n \operatorname{sen}\beta_{n-1} \ldots \operatorname{sen}\beta_1}{\operatorname{sen}\alpha_n \operatorname{sen}\alpha_{n-1} \ldots \operatorname{sen}\alpha_1} \times \operatorname{sen}\theta_{a,1} \\
Y_1 - Y_a &= \left[\frac{(Y_b - Y_a)(X_1 - X_b) - (X_b - X_a)(Y_1 - Y_b)}{(Y_c - Y_b)\operatorname{sen}\theta_{c,n} - (X_c - X_b)(\cos\theta_{c,n}}\right] \times \\
&\times \frac{\operatorname{sen}\beta_n \operatorname{sen}\beta_{n-1} \ldots \operatorname{sen}\beta_1}{\operatorname{sen}\alpha_n \operatorname{sen}\alpha_{n-1} \ldots \operatorname{sen}\alpha_1} \times \cos\theta_{a,1}
\end{aligned}\right\} \quad (15)$$

Tenendo conto delle identità:

$$X_1 - X_b = (X_1 - X_a) - (X_b - X_a)$$
$$Y_1 - Y_b = (Y_1 - Y_a) - (Y_b - Y_a)$$

le formule (15) si modificano nel modo seguente:

$$\left.\begin{aligned}
X_1 - X_a &= \left[\frac{(Y_b - Y_a)(X_1 - X_a) - (X_b - X_a)(Y_1 - Y_a)}{(Y_c - Y_b)\operatorname{sen}\theta_{c,n} - (X_c - X_b)\cos\theta_{c,n}}\right] \times \\
&\times \frac{\operatorname{sen}\beta_1 \operatorname{sen}\beta_2 \ldots \operatorname{sen}\beta_n}{\operatorname{sen}\alpha_1 \operatorname{sen}\alpha_2 \ldots \operatorname{sen}\alpha_n} \times \operatorname{sen}\theta_{a,1} \\
Y_1 - Y_a &= \left[\frac{(Y_b - Y_a)(X_1 - X_a) - (X_b - X_a)(Y_1 - Y_a)}{(Y_c - Y_b)\operatorname{sen}\theta_{c,n} - (X_c - Y_b)\cos\theta_{c,n}}\right] \times \\
&\times \frac{\operatorname{sen}\beta_1 \operatorname{sen}\beta_2 \ldots \operatorname{sen}\beta_n}{\operatorname{sen}\alpha_1 \operatorname{sen}\alpha_2 \ldots \operatorname{sen}\alpha_n} \times \cos\theta_{a,1}
\end{aligned}\right\} \quad (16)$$

E sostituendo in una di queste due ultime relazioni il valore dato dalla formula (8) del rapporto delle coordinate parziali, si otterrà:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{(Y_b - Y_a)\operatorname{sen}\theta_{a,1} - (X_b - X_a)\cos\theta_{a,1}}{(Y_c - Y_b)\operatorname{sen}\theta_{c,n} - (X_c - X_b)\cos\theta_{c,n}} \times \\
&\times \frac{\operatorname{sen}\beta_1 \operatorname{sen}\beta_2 \ldots \operatorname{sen}\beta_n}{\operatorname{sen}\alpha_1 \operatorname{sen}\alpha_2 \ldots \operatorname{sen}\alpha_n} = 1.
\end{aligned}\right\} \quad (17)$$

Ma dall'ultima delle eguaglianze (13) si ha:

$$\theta_{c,n} = \theta_{a,1} + \sigma,$$

e se poniamo per brevità:

$$\frac{\operatorname{sen}\beta_1 \operatorname{sen}\beta_2 \ldots \operatorname{sen}\beta_n}{\operatorname{sen}\alpha_1 \operatorname{sen}\alpha_2 \ldots \operatorname{sen}\alpha_n} = K, \quad (18)$$

sostituendo nella (17) e riducendo, si ottiene:

$$\left.\begin{aligned}
&(Y_c - Y_b)[\cos\sigma \operatorname{tang}\theta_{a,1} + \operatorname{sen}\sigma] - \\
&- (X_c - X_b)[\cos\sigma - \operatorname{sen}\sigma \operatorname{tang}\theta_{a,1}] = \\
&[(Y_b - Y_a)\operatorname{tang}\theta_{a,1} - X_b - X_a)] \times K,
\end{aligned}\right\} \quad (19)$$

la quale ultima, risolta rispetto all'incognita $\operatorname{tang}\theta_{a,1}$, darà la formula di risoluzione cercata:

$$\operatorname{tang}\theta_{a,1} = \frac{(X_c - X_b)\cos\sigma - (Y_c - Y_b)\operatorname{sen}\sigma - (X_b - X_a)K}{(Y_c - Y_b)\cos\sigma + (X_c - X_b)\operatorname{sen}\sigma - (Y_b - Y_a)K} \quad (20)$$

È importante osservare che l'immediata determinazione dell'angolo σ può dar luogo a qualche incertezza quando non si conosca in precedenza in quale quadrante si deve prendere, per il che occorre la conoscenza del grafico approssimativo. Anche a quest'inconveniente possiamo rimediare sostituendovi un altro angolo legato ad esso da una relazione molto semplice, la cui determinazione riesce sempre facile e sicura senza il grafico, ricordando la nozione di *deviazione* da noi data in altro lavoro (*), e si ha:

$$\sigma = \theta_{c,n} - \theta_{a,1} = \theta_{n,c} - \theta_{a,1} \pm \pi = \omega \pm \pi, \quad (21)$$

nella quale relazione ω rappresenta precisamente l'angolo di deviazione dell'ultimo lato $P_n C$ della poligonale col primo lato AP_1; esso è sempre determinato dalla relazione generale:

$$\omega_{c,n} = (\pm)\left[\sum_1^n P_n - n\pi\right], \quad (22)$$

coll'avvertenza di prendere il segno superiore quando gli angoli della poligonale sono descritti nel senso delle deviazioni positive (ossia nel senso diretto degli azimut), il segno inferiore se sono descritti nel senso inverso; la deviazione ω può risultare positiva o negativa.

Sostituendo infine il valore (21) nella formula (20), questa la ricorderemo sempre nella forma seguente:

$$\operatorname{tang}\theta_{a,1} = \frac{(X_c - X_b)\cos\omega - (Y_c - Y_b)\operatorname{sen}\omega + (X_b - X_a)K}{(Y_c - Y_b)\cos\omega + (X_c - X_b)\operatorname{sen}\omega + (Y_b - Y_a)K} \quad (23)$$

di cui è facile ricordare la legge di formazione dei suoi termini.

La formula generale (22) ci permette di calcolare di una data poligonale la deviazione $\omega_{c,n}$ dell'ultimo lato $P_n C$ sul

(*) G. Delitala, loc. cit.
(**) G. Delitala, loc. cit.
(***) G. Delitala, loc. cit.

(*) G. Delitala, *Deviazioni e loro applicazioni* (« L'Ingegneria civile e le Arti industriali », Torino, fascicolo di luglio, 1896).

primo lato AP_1, per cui sarà la deviazione reciproca $\omega_{n,c}$, ossia la deviazione del primo lato sull'ultimo; quindi sarà:

$$\omega_{c,n} = -\omega_{n,c};$$

e potremo scrivere direttamente l'espressione della tangente dell'azimut dell'ultimo lato deducendolo dalla (23):

$$\left.\begin{aligned}&\operatorname{tang}\theta_{n,c} = \\ &= \frac{(X_b - X_a)\cos\omega + (Y_b - Y_a)\operatorname{sen}\omega + (X_c - X_b)\times\frac{1}{K}}{(Y_b - Y_a)\cos\omega - (X_b - X_a)\operatorname{sen}\omega + (Y_c - Y_b)\times\frac{1}{K}}\end{aligned}\right\} \quad (24)$$

Si osserva che in quest'ultima formula di risoluzione figurano gli stessi fattori della formula (23) diversamente combinati; essa offre un mezzo di controllo delle operazioni numeriche, dovendo ottenersi identicamente:

$$\left.\begin{aligned}&\theta_{n,c} - \theta_{a,1} = \omega \\ &(\pm)\left[\sum_1^n P_n - n\,\pi\right] = \omega.\end{aligned}\right\} \quad (25)$$

*

Due casi particolari del problema. — La formula di risoluzione generale (23) comprende quella del problema di Pothénot; infatti, per $n = 1$ saranno:

$$\sum_1^n P_n = \alpha + \beta \quad , \quad K = \frac{\operatorname{sen}\beta}{\operatorname{sen}\alpha} \quad , \quad \omega = \alpha + \beta - \pi, \quad (26)$$

e la formula (23) si trasforma nella seguente:

$$\left.\begin{aligned}&\operatorname{tang}\theta_{a,1} = \\ &\frac{(X_c - X_b)\cot(\alpha+\beta) + (X_b - X_a)\dfrac{\operatorname{sen}\beta}{\operatorname{sen}\alpha\operatorname{sen}(\alpha+\beta)} - (Y_c - Y_b)}{(Y_c - Y_b)\cot(\alpha+\beta) + (Y_b - Y_a)\dfrac{\operatorname{sen}\beta}{\operatorname{sen}\alpha\operatorname{sen}(\alpha+\beta)} + (X_c - X_b)}\end{aligned}\right\} \quad (27)$$

e ricordando dalla Trigonometria:

$$\cot x - \cot y = \frac{\operatorname{sen}(x-y)}{\operatorname{sen} x \operatorname{sen} y},$$

dove si ponga: $x = \alpha + \beta$, $y = \alpha$, si ottiene:

$$\operatorname{tang}\theta_{a,1} = \frac{(X_c - X_a)\cot(\alpha+\beta) - (X_b - X_a)\cot\alpha - (Y_c - Y_b)}{(Y_c - Y_a)\cot(\alpha+\beta) - (Y_b - Y_a)\cot\alpha + (X_c - X_b)}, \quad (28)$$

e sotto questa forma, meno comoda della formula generale (23) da noi proposta, era fino ad oggi adoperata nella celerimensura (*).

Nel caso particolare del problema di Pothénot ampliato, sarà $n = 2$:

$$\left.\begin{aligned}&\sum_1^n P_n = \alpha_1 + \beta_2 + \alpha_2 + \beta_2 \quad , \quad K = \frac{\operatorname{sen}\beta_1 \operatorname{sen}\beta_2}{\operatorname{sen}\alpha_1 \operatorname{sen}\alpha_2}, \\ &\omega = \alpha_1 + \beta_1 + \alpha_2 + \beta_2 - 2\pi.\end{aligned}\right\} \quad (29)$$

*

Verifica del problema di Snellius ampliato in generale. — Trovato mediante il calcolo della formula (23) l'azimut del primo lato della poligonale AP_1, nei casi della pratica è necessario procurarsi un mezzo di verifica delle osservazioni angolari. Perciò si può ricorrere ad una osservazione di controllo sopra un quarto punto trigonometrico C' misurandone l'angolo componente della seconda serie β'_n e calcolare colla stessa formula (23) l'azimut $\theta'_{a,1}$ dello stesso primo lato della poligonale, appoggiata ora alla terna di punti A, B, C'.

Se la divergenza fra i due valori trovati dell'azimut di questo primo lato non eccede la tolleranza assegnata, si assumerà per *azimut vero* quello che risulta dalla media aritmetica, cioè:

$$\theta_0 = \frac{\theta_{a,1} + \theta'_{a,1}}{2}. \quad (30)$$

(*) G. Orlandi, loc. cit., pag. 46. — G. Delitala, *Azimut e coordinate piane.*

La *correzione azimutale* sarà data dalla semidifferenza dei due azimut, cioè:

$$\varepsilon = \frac{\theta_{a,1} - \theta'_{a,1}}{2}. \quad (31)$$

La correzione angolare si può ottenere osservando che se l'errore $\varepsilon > 0$, si deve diminuire il valore dell'azimut $\theta_{a,1}$ della quantità ε ed aumentare ciascuno dei $2n$ angoli componenti di $\varepsilon_1 = \dfrac{\varepsilon}{2n}$; l'opposto dovrà farsi quando fosse l'errore $\varepsilon < 0$.

In altro modo potrebbe farsi la correzione angolare osservando che l'errore massimo si verificherà quando tutti gli angoli componenti della prima serie α_n sono errati in un senso e quelli della seconda serie β_n nel senso inverso; quindi se l'errore ε è > 0, si deve diminuire l'azimut del primo lato della quantità ε e ciascuno degli angoli componenti della seconda serie β_n di $\dfrac{\varepsilon}{n}$, e si aumentano ciascuno di quelli della prima serie α_n della quantità $(n+1)\dfrac{\varepsilon}{n}$; l'opposto dovrà farsi quando fosse l'errore $\varepsilon < 0$.

*

Posizione planimetrica delle n stazioni incognite. — Determinato l'azimut vero o quello che si assume come tale del primo lato AP_1 della poligonale, possiamo completare la risoluzione del problema colle seguenti determinazioni:

1° Trovare l'azimut di tutte le altre congiungenti (lati della poligonale e diagonali della medesima);

2° Trovare le coordinate parziali degli n vertici della poligonale;

3° Trovare la lunghezza, se si vuole, delle congiungenti (cioè dei lati e delle diagonali).

1° Gli azimut dei lati della poligonale si trovano applicando le relazioni (12). Quelli delle diagonali si trovano facilmente dalle relazioni seguenti:

$$\left.\begin{aligned}&\theta_{1,b} = \theta_{1,a} + \alpha \quad , \quad \theta_{2,b} = \theta_{2,1} + \alpha_2, \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ &\theta_{n,b} = \theta_{n,n-1} + \alpha_n;\end{aligned}\right\} \quad (32)$$

2° Le coordinate dei vertici estremi P_1, P_n si possono calcolare colle formule (1) e colla (6), oppure la (7), previo il calcolo dell'azimut $\theta_{c,n}$ colla formula (24); le coordinate dei vertici intermedii P_{n-1}, ... P_2 si ottengono coll'applicazione successiva delle formule (5), ... (4), (3), e colla (2) si ritrovano quelle del primo vertice P_1.

3° Le lunghezze delle diagonali si trovano colle formule seguenti:

$$\left.\begin{aligned}&X_1 - X_b = d_1 \operatorname{sen}\theta_{b,1} \\ &X_2 - X_b = d_2 \operatorname{sen}\theta_{b,2} \\ &\cdots\cdots\cdots \\ &X_n - X_b = d_n \operatorname{sen}\theta_{b,n}\end{aligned}\right\} \quad (33)$$

oppure:

$$\left.\begin{aligned}&Y_1 - Y_b = d_1 \cos\theta_{b,1} \\ &Y_2 - Y_b = d_2 \cos\theta_{b,2} \\ &\cdots\cdots\cdots \\ &Y_n - Y_b = d_n \cos\theta_{b,n}\end{aligned}\right\} \quad (33')$$

Le lunghezze dei lati si ottengono dalle seguenti formule:

$$\left.\begin{aligned}&X_1 - X_a = l_0 \operatorname{sen}\theta_{a,1} \\ &X_2 - X_1 = l_1 \operatorname{sen}\theta_{1,2} \\ &X_3 - X_2 = l_2 \operatorname{sen}\theta_{2,3} \\ &\cdots\cdots\cdots \\ &X_n - X_{n-1} = l_{n-1} \operatorname{sen}\theta_{n-1,n} \\ &X_n - X_c = l_n \operatorname{sen}\theta_{c,n}\end{aligned}\right\} \quad (34)$$

ESEMPIO

CASELLARIO PER IL CALCOLO NUMERICO DEL PROBLEMA

Formule di

$$K = \frac{\operatorname{sen}\beta_1 \operatorname{sen}\beta_2 \dots \operatorname{sen}\beta_n}{\operatorname{sen}\alpha_1 \operatorname{sen}\alpha_2 \dots \operatorname{sen}\alpha_n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$\omega = \sum_1^n P_n - n\pi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$\operatorname{tang}\theta_{a,1} = \frac{(X_c - X_b)\cos\omega - (Y_c - Y^b)\operatorname{sen}\omega + (X_b - X_a)\times K}{(Y_c - Y^b)\cos\omega + (X_c - X_b)\operatorname{sen}\omega + (Y_b - Y_a)\times K} = \frac{m-n+p}{q+r+s} = \frac{\lambda_o}{\mu_o} \quad (3)$$

Punti dati	Coordinate generali dei punti dati		Coordinate parziali dei punti dati	
A Punta spinosa	$X_a = -27639{,}776$	$Y_a = 97913{,}285$	$X_b - X_a = 1340{,}614$	$Y_b - Y = 5312{,}445$
B S. Pietro a Mare	$X_b = -26299{,}162$	$Y_b = 103225{,}730$	$X_c - X_b = 9560{,}965$	$Y_c - Y_b = 2613{,}824$
C Punta bianca	$X_c = -16738{,}197$	$Y_c = 105839{,}554$	$X_{c'} - X_b = 3266{,}912$	$Y_{c'} - Y_b = 2393{,}260$
C′ Stazzo Silvara	$X_{c'} = -23032{,}250$	$Y_{c'} = 105618{,}990$		

Stazioni incognite	Angoli misurati e calcolo delle deviazioni ω, ω'		Calcolo di log K, $\log\frac{1}{K}$, log K′	
P_1 Monte Itolargiu	$\alpha_1 = 134^\circ 49' 53''$	$\beta_1 = 65^\circ 08' 34''$	$\log\operatorname{sen}\alpha_1 = 9{,}8507593$	$\log\operatorname{sen}\beta_1 = 9{,}9577788$
P_2 Nuraghe Sigliano	$\alpha_2 = 65^\circ 35' 00''$	$\beta_2 = 94^\circ 38' 59''$	$\log\operatorname{sen}\alpha_2 = 9{,}9442409$	$\log\operatorname{sen}\beta_2 = 9{,}9985684$
P_3 Monte Coghinas	$\alpha_3 = 45^\circ 43' 39''$	$\beta_3 = 162^\circ 45' 29''$	$\log\operatorname{sen}\alpha_3 = 9{,}8549209$	$\log\operatorname{sen}\beta_3 = 9{,}4718889$
P_n	$\alpha_n =$	$\beta_n =$	$\log\operatorname{sen}\alpha_n =$	$\log\operatorname{sen}\beta_n =$ . . . . .
	$\Sigma\alpha = 242^\circ 08' 32''$	$\Sigma\beta = 322^\circ 33' 02''$	$\Sigma\log\operatorname{sen}\alpha = 9{,}6499211$	$\Sigma\log\operatorname{sen}\beta = 9{,}4282361$

$$\sum_1^n P_n = \Sigma\alpha + \Sigma\beta = 564^\circ 41' 38'',08$$

$$n\pi = 540^\circ 00' 00''$$

$$\sum_1^n P_n - n\pi = \omega = 24^\circ 41' 34'',08$$

$$\theta_{n,c} - \theta_{a,1} = \omega = 24^\circ 41' 34'',47$$

$$\Sigma\log\operatorname{sen}\beta - \Sigma\log\operatorname{sen}\alpha = -0{,}2216850$$

$$\log K = 9{,}7783150$$

$$\log\frac{1}{K} = 0{,}2216850$$

Angoli corretti

$(\alpha_1) = 134^\circ 49' 43''$
$(\alpha_2) = 65^\circ 34' 50''$
$(\alpha_3) = 45^\circ 43' 29''$
$(\alpha_n) =$ . . . . . .

$(\beta_1) = 65^\circ 08' 24''$
$(\beta_2) = 94^\circ 38' 49''$
$(\beta_3) = 162^\circ 45' 19''$
$(\beta_n) =$ . . . . . .

$\alpha_3 = 45^\circ 43' 39''$ $\quad \beta'_3 = 52^\circ 15' 56''$

$$\sum_1^n P'_n = \sum_1^n P_n - (\beta_3 - \beta'_3) = 454^\circ 12' 01''$$

$$n\pi = 540^\circ 00' 00''$$

$$\sum_1^n P'_n - n\pi = \omega' = -85^\circ 47' 59''$$

$$\log K = 9{,}7783150$$

$$\log\operatorname{sen}\beta'_3 = 9{,}8980973$$

$$\text{c. log sen } \beta_3 = 0{,}5281111$$

$$\log K' = 10{,}2045234$$

Verifica e correzione

$$\varepsilon = \frac{\theta_{a,1} - \theta'_{a,1}}{2} = -1' 00'',82$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon}{2n} = \frac{\varepsilon}{6} = -10'',14$$

$$\theta_0 = \frac{\theta_{a,1} + \theta'_{a,1}}{2} = 41^\circ 19' 35''$$

NUMERICO.

DI SNELLIUS AMPLIATO IN GENERALE (Fig. 199).

risoluzione

$$\operatorname{tang}\theta_{n,c} = \frac{(X_b - X_a)\cos\omega + (Y_b - Y_a)\operatorname{sen}\omega + (X_c - X_b)\times\frac{1}{K}}{(Y_b - Y_a)\cos\omega - (X_b - X_a)\operatorname{sen}\omega + (Y_c - Y_b)\times\frac{1}{K}} = \frac{t+u+v}{x-y+z} = \frac{\lambda_n}{\mu_n} \quad (4)$$

$$\omega = \theta_{n,c} - \theta_{a,1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Logaritmi dei fattori	Somme dei logaritmi	Numeri corrispondenti	Calcolo degli azimut
$\log(X_c - X_b) = 3{,}9805018$	$\log m = 3{,}9388558$	$m = 8686{,}72$	$\lambda_o = 8399{,}46$
$\log\cos\omega = 9{,}9583540$	$\log q = 3{,}3756304$	$q = 2374{,}72$	$\mu_o = 9557{,}52$
$\log(Y_c - Y_t) = 3{,}4172764$	$\log n = 3{,}0381965$	$n = 1091{,}93$	$\log\lambda_o = 3{,}9242524$
$\log\operatorname{sen}\omega = 9{,}6209201$	$\log r = 3{,}6014219$	$r = 3994{,}13$	c. $\log\mu_o = 6{,}0196548$
$\log(X_b - X^a) = 3{,}1273034$	$\log p = 2{,}9056184$	$p = 804{,}67$	$\log\operatorname{tang}\theta_{a,1} = 9{,}943\,072$
$\log K = 9{,}7783150$	$\log s = 3{,}5036095$	$s = 3188{,}67$	$\theta_{a,1} = 41^\circ 18' 34'',08$
$\log(Y_b - Y_a) = 9{,}7252945$			
$\log(X_b - X^a) = 3{,}1273034$	$\log t = 3{,}0856574$	$t = 1218{,}03$	$\lambda_n = 19366{,}11$
$\log\cos\omega = 9{,}9583540$	$\log x = 3{,}6836485$	$x = 4826{,}68$	$\mu_n = 8621{,}38$
$\log(Y_b - Y_a) = 3{,}7252945$	$\log u = 3{,}3462146$	$u = 2219{,}28$	$\log\lambda_n = 4{,}2870423$
$\log\operatorname{sen}\omega = 9{,}6209201$	$\log y = 2{,}7482235$	$y = 560{,}05$	c. $\log\mu_o = 6{,}0644231$
$\log(X_c - X_b) = 3{,}9805018$	$\log v = 4{,}2021868$	$v = 15928{,}80$	$\log\operatorname{tang}\theta_{n,c} = 10{,}3514654$
$\log\frac{1}{K} = 0{,}2216850$	$\log z = 3{,}6389614$	$z = 4354{,}75$	$\theta_{n,c} = 66^\circ 00' 08'',55$
$\log(Y_c - Y^b) = 3{,}4172764$			
$\log(X_{c'} - X_b) = 3{,}5141371$	$\log m' = 2{,}3789034$	$m' = 239{,}28$	$\lambda' = 4773{,}14$
$\log\cos\omega' = 8{,}8647663$	$\log q' = 2{,}2437562$	$q' = 175{,}29$	$\mu' = 5424{,}86$
$\log(Y_{c'} - Y_b) = 3{,}3789899$	$(-)\log n' = 3{,}3778340$	$n' = -2386{,}89$	$\log\lambda' = 3{,}6788041$
$(-)\log\operatorname{sen}\omega' = 9{,}9988441$	$(-)\log r' = 3{,}5129812$	$r' = -3258{,}25$	c. $\log\mu' = 6{,}2656114$
$\log(X_b - X_a) = 3{,}1273035$	$\log p' = 3{,}3318269$	$p' = 2146{,}97$	$\log\operatorname{tang}\theta'_{a,1} = 9{,}9444155$
$\log K' = 10{,}2045234$	$\log s' = 3{,}9298179$	$s' = 8507{,}82$	$\theta'_{a,1} = 41^\circ 20' 35'',72$
$\log(Y_b - Y_a) = 3{,}7252945$			

oppure:

$$\left.\begin{aligned} Y_1 - Y_a &= l_o \cos\theta_{a,1} \\ Y_2 - Y_1 &= l_1 \cos\theta_{1,2} \\ Y_3 - Y_2 &= l_2 \cos\theta_{2,3} \\ \cdots\cdots\cdots & \\ Y_n - Y_{n-1} &= l_{n-1} \cos\theta_{n-1,n} \\ Y_n - Y_c &= l_n \cos\theta_{c,n} \end{aligned}\right\} \quad (34')$$

Ed il problema, in tal modo, rimane completamente risoluto.

*

Applicazione numerica. — A maggiore schiarimento del metodo generale proposto, offriamo un esempio numerico per il caso di $n = 3$, scegliendo come dati i punti trigonometrici appartenenti alla rete trigonometrica della Provincia di Sassari (fig. 199).

I risultati delle operazioni figurano nel Casellario riportato nelle due pagine precedenti, colla scorta del quale potrà riuscire facile, a chiunque sia appena esercitato nei calcoli trigonometrici, l'applicazione del metodo proposto. Determinato l'azimut $\theta_{a,1}$ vero, ossia θ_v, riescirà facile completare la risoluzione del problema colle formule accennate.

*

Conclusione. — La determinazione dell'azimut del primo lato A P_1 della poligonale in funzione delle coordinate rettangolari dei tre punti dati A, B, C e delle due serie di angoli componenti (α_n, β_n) $n = 1, 2, \ldots n$ misurati nelle stazioni $P_1, P_2, \ldots P_n$, ci permette di risolvere graficamente il problema di Snellius ampliato in generale, ossia di determinare graficamente la posizione delle n stazioni incognite. Infatti, sul grafico, disegnato in scala conveniente, del triangolo di riferimento A B C si costruisca la direzione del primo lato A P_1 della poligonale e sul lato A B si costruisca l'arco capace dell'angolo α_1 che l'intersecherà nel punto di stazione P_1. Si tiri la diagonale P_1 B e per P_1 si faccia passare una retta inclinata dell'angolo β_1 e sulla diagonale stessa si costruisca l'arco capace dell'angolo α_2 che l'intersecherà nel secondo punto di stazione P_2 e così di seguito si giungerà a determinare la posizione delle successive stazioni fino all'ultima P_n.

Si potrebbe, volendo, seguire il cammino inverso cominciando a costruire la direzione dell'ultimo lato C P_n della poligonale, mediante la conoscenza dell'azimut $\theta_{c,n}$ e costruendo sulle diagonali successive gli archi capaci degli angoli β_n $(n = 1, 2 \ldots n)$.

Dalla doppia costruzione si può avere un mezzo di controllo delle operazioni grafiche.

L'esposto procedimento può essere utile nelle ordinarie triangolazioni topografiche ed ai lati della poligonale così rilevata per intersezione inversa, si può appoggiare il rilevamento d'altri punti d'ordine inferiore per intersezione diretta, contemporaneamente alla misura degli angoli componenti (α_n, β_n).

Più specialmente riteniamo possa giovare il proposto procedimento grafico nei rilevamenti idrografici, se si considera che si può fare uso contemporaneamente di più navi o legni a bordo dei quali si trovino degli operatori muniti di *cronometri* e di *sestanti a riflessione*, registrando volta per volta l'ora in cui si eseguiscono le misure angolari in ciascuno di essi e la misura dello scandaglio. Per ogni poligonale rilevata si potrebbe trasmettere con appositi segnali, o mediante gli apparecchi del telegrafo Marconi, il risultato delle misure effettuate nelle diverse navi, alla nave *direttrice* o *ammiraglia*, dove con semplici operazioni numeriche e grafiche si può conoscere la posizione relativa delle stesse navi in un dato istante e quella di altre navi o punti della spiaggia collimati dalle temporanee stazioni marine.

Però nella pratica si presenta la necessità d'indagare a misure compiute l'incertezza che in esse si racchiude ed il bisogno di tradurle in misure definitive mediante razionali compensazioni; e si può dire che la ragione di superiorità di uno o di un altro metodo d'effettuare le misure, vuol'essere innanzi tutto giudicata dalla possibilità e facilità colla quale può compiersi il lavoro di comprovazione e di compensazione dei risultati. Mentre ci riserviamo in altro lavoro in corso di preparazione di offrire un metodo razionale per la compensazione del problema di Snellius ampliato in generale per le triangolazioni, dove si richiede somma esattezza, pel caso delle ordinarie operazioni topografiche e pei rilevamenti idrografici può essere sufficiente il metodo di verifica proposto nell'esempio numerico.

Inoltre sarà utile esaminare qui alcuni casi speciali di verifica che si possono presentare di facile applicazione nella pratica; essi sono i seguenti:

1° Caso. — Si può fare stazione in uno dei due vertici estremi A, C del triangolo di riferimento (occorrendo si risolve il problema di riduzione al centro di stazione) e misurare l'angolo B A $P_1 = \varphi$ oppure B C $P_n = \psi$. Se per esempio s'è misurato l'angolo φ si avrà la verifica dell'azimut del primo lato della poligonale A P_1 dalla semplice relazione:

$$\theta'_{a,1} = \theta_{a,b} + \varphi .$$

Se il misurato era l'angolo ψ si avrebbe la verifica dalla relazione:

$$\theta'_{a,1} = \pi (n+1) + \theta_{b,c} - (\pi + \sum_1^n P_n + \psi) =$$

$$= \pi n + \theta_{b,c} - (\sum_1^n P_n + \psi)$$

oppure dalla relazione:

$$\theta'_{c,n} = \theta_{b,c} + \pi - \psi .$$

2° Caso. — Si è potuto misurare esattamente, o appartiene a precedente triangolazione, uno dei due lati estremi della poligonale A P_1, C P_n. Se p. es. si conosce la misura del primo lato A P_1, si ricaverà l'angolo φ dalla relazione seguente e si ricade nel caso precedente:

$$A P_1 = A B \frac{\operatorname{sen}(\alpha_1 + \psi)}{\operatorname{sen}\alpha_1} .$$

Se in vece fosse nota la misura dell'ultimo lato C P_n si ricaverebbe l'angolo ψ dalla seguente relazione:

$$C P_n = B C \frac{\operatorname{sen}(\beta + \psi)}{\operatorname{sen}\beta_n}$$

e si ricadrebbe nel caso precedente.

3° Caso. — Si conoscono le coordinate rettangolari di uno dei due vertici estremi della poligonale P_1, P_n; nascerà la verifica dell'azimut del primo lato o dell'ultimo lato della poligonale dalle relazioni:

$$\operatorname{tang}\theta'_{a,1} = \frac{X_1 - X_a}{Y_1 - Y_a} ,$$

$$\operatorname{tang}\theta''_{n,c} = \frac{X_c - X_n}{Y_c - Y_n} .$$

4° Caso. — Si sono potuti misurare con sufficiente esattezza gli azimut magnetici dei due lati estremi della poligonale $\delta_{a,1}$, $\delta_{n,c}$; si avrà evidentemente la verifica o controllo in modo facile e sicuro dalla seguente relazione:

$$\theta_{n,c} - \theta_{a,1} = \omega \pm \pi = \delta_{n,c} - \delta_{a,1} .$$

Appare chiaramente l'importanza che godono, nella verifica del problema di Snellius ampliato in generale, i lati estremi e i vertici estremi della poligonale rilevata per intersezione inversa.

Ing. G. Delitala.

BIBLIOGRAFIA

Giuseppe Scarpini. — **Tavole numeriche di topografia (quadranti centesimali).** — Op. in-8°, di pag. 155. — Roux e Viarengo ed., 1901. — Prezzo, Lire 3.

Precedute da note esplicative, nelle quali l'ing. Scarpini spiega i motivi della sua pubblicazione, vediamo sei Tavole numeriche, la I delle quali contiene i logaritmi volgari (a cinque cifre) dei numeri da 1 a 10 000; — la II i logaritmi delle linee trigonometriche (seno e tangente), calcolati (pure a cinque cifre) di centesimo in centesimo di grado; — la III i valori naturali di $sen^2\varphi$ e di $sen\varphi \times cos\varphi$ da 50 a 150 gradi calcolati, con quattro cifre decimali, di centesimo in centesimo di grado e per S = 1 metro; — la Tavola IV i valori naturali delle linee trigonometriche (seno e tangente) calcolati essi pure di centesimo in centesimo di grado; — e la Tavola V i valori dell'apozenit corrispondenti all'espressione clisimetrica $100\,cotg\,\varphi$ calcolata di decimetro in decimetro sino alla pendenza 11 0|0, e di metro in metro sino a 29 0|0.

G. S.

Giovanni Sacheri, *Direttore*. Tip. e Lit. Camilla e Bertolero di Natale Bertolero, Editore. Paolo Mariano, *Gerente*.

Fig. 1. — Sezione longitudinale.

— 1:560 —

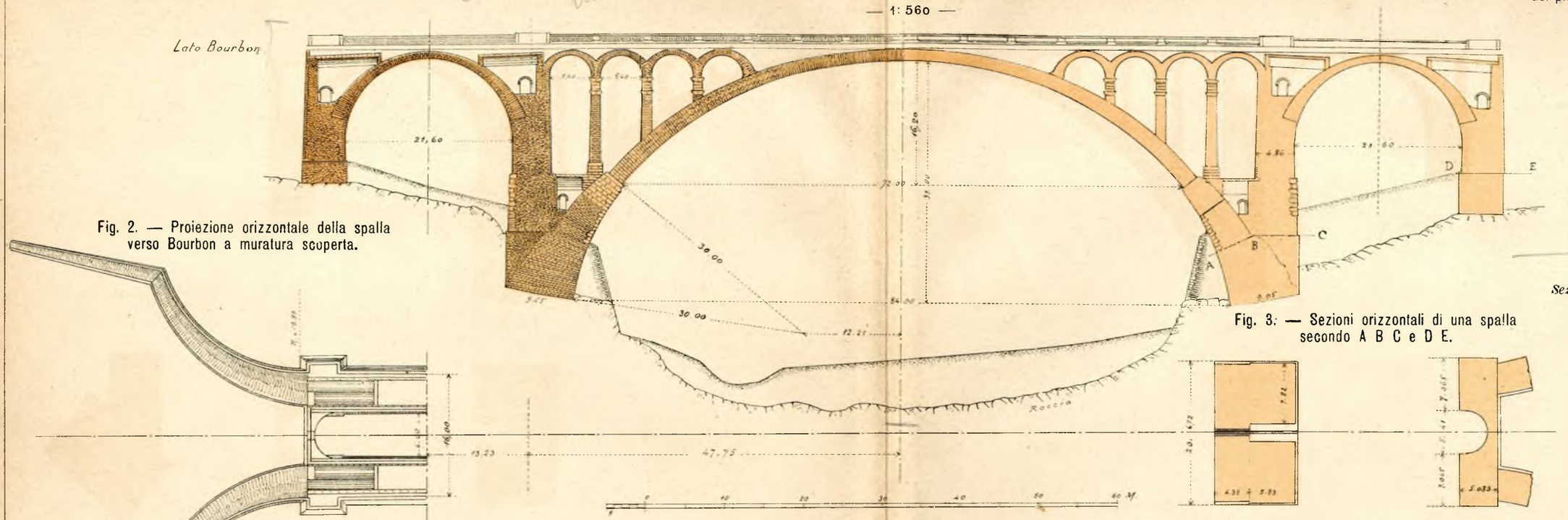


Fig. 2. — Proiezione orizzontale della spalla verso Bourbon a muratura scoperta.

Fig. 3. — Sezioni orizzontali di una spalla secondo A B C e D E.

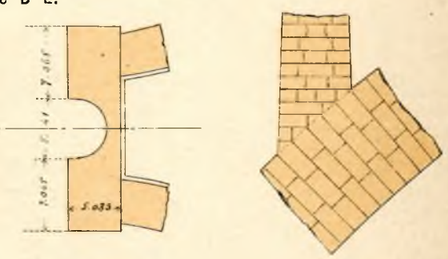
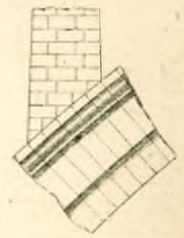


Fig. 8 e 9. — Particolare dell'appoggio dei pilastrini sull'arcata principale.

Elevazione — 1:110.



Sezione parallela - id.

SEZIONI TRASVERSALI

Fig. 4. — Sull'asse dell'arcata principale.

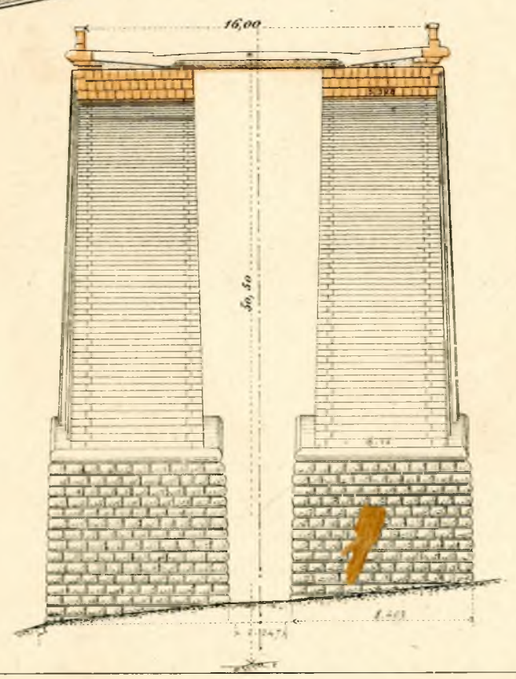


Fig. 5. — Sull'asse di una pila-spalla.

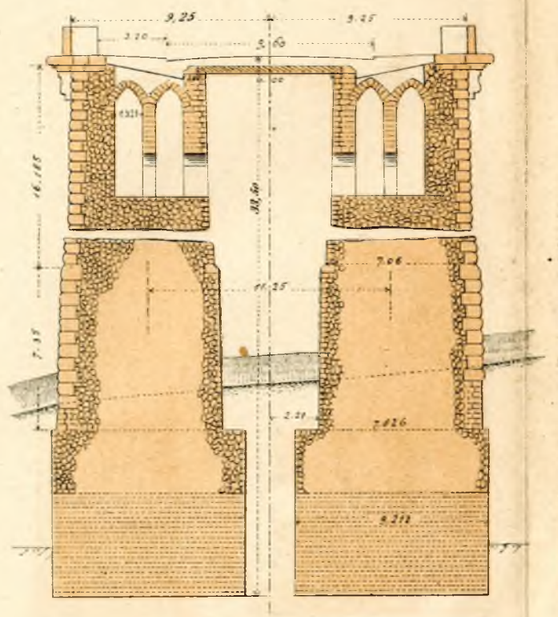


Fig. 6. — Sull'asse delle volte di m. 5,40.

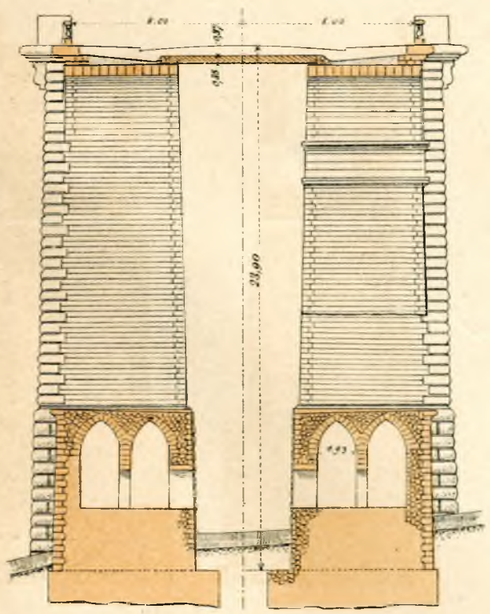
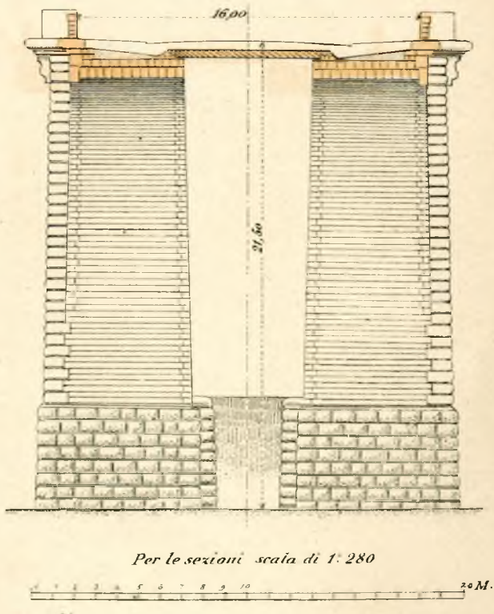


Fig. 7. — Sull'asse dell'arcata di m. 21,60 (lato di Lussemburgo).



Torino, Tip-Lit. Camilla e Bertolero di N. Bertolero, editore.

PONTE-VIADOTTO IN COSTRUZIONE ATTRAVERSO LA PÉTRUSSE A LUSSEMBURGO — *Ing.* SÉJOURNÉ (TAV. I).

PONTE-VIADOTTO SULLA PÉTRUSSE. — Armatura e Ponte di servizio (Tav. II).