L'INGEGNERIA CIVILE

B

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

COSTRUZIONI METALLICHE

IL RISULTATO DEL CONCORSO

PER UN

PROGETTO DI PONTE METALLICO SUL PO in sostituzione

del ponte sospeso Maria Teresa, in Torino

(Veggasi la Tav. VIII)

Continuano, e pur troppo non molto edificanti, le vicende che costituiranno la storia del nuovo ponte Maria Teresa.

La necessità dell'opera era da molto tempo nella coscienza del pubblico; pure l'Amministrazione comunale non se ne preoccupò mai risolutamente ed in modo adeguato ed esauriente, ma lasciandosi rimorchiare passo passo ora da questa, ora da quella iniziativa privata, non ha mostrato mai il coraggio di dare alla questione quella soluzione logica e razionale che a Lei risultasse suggerita dall'esame spassionato delle condizioni immutabili della località e dal complesso delle esigenze tecniche, artistiche ed economiche.

Non rifaremo la storia della questione rinviando il lettore agli articoli già pubblicati (1), ricorderemo soltanto quale sia stata l'origine del concorso per un progetto di ponte metallico, il cui programma abbiamo pubblicato a pag. 128 dell'anno 1894, ed il cui infelice risultato appare dalla Relazione che pubblichiamo più sotto.

Dopo che la Giunta municipale aveva stabilito di chiedere al Consiglio Comunale l'approvazione definitiva di un progetto di ponte in pietra a tre arcate, di cui la centrale di m. 55 e le laterali di m. 25, compilato sulle basi caratteristiche del progetto dell'ing. Ferria, e lo stanziamento della relativa spesa di L. 1,900,000 ripartita su cinque esercizi, la Società Nazionale delle Officine di Savigliano presentava un progetto di ponte in acciaio, ad una sola arcata di 90 metri di corda, offrendosi di assumere la costruzione al prezzo fisso di L. 1,100,000.

E la Giunta comunicava al Consiglio nella seduta del 9 gennaio 1893, insieme alla sua proposta, quella nuova offerta senza entrare nel merito della medesima, mancandovi il tempo di esaminarla.

Il nuovo progetto, che offriva in 18 mesi ciò che col progetto approvato dalla Giunta non sarebbesi avuto in meno di tre anni, mirava ad appagare pure il desiderio di alcuni Consiglieri propensi all'idea di un ponte metallico ad una sola arcata, offriva un'economia nella spesa, ed esonerava l'Amministrazione dalla responsabilità di rischi maggiori. Chi poteva opporsi ad una proposta di sospensiva? L'assessore Riccio «accettava quindi, in nome della Giunta, il rinvio della discussione per studiare ponderatamente, e senza il menomo impegno, la nuova proposta della Società Nazionale delle Officine di Savigliano, pur dichiarando nello stesso tempo di non dividere per quel progetto gli entusiasmi

espressi da alcuni Consiglieri. Deplorava anzi il modo con cui l'offerta venne presentata, cioè all'ultimo momento, sebbene la Società avesse agio di farla pervenire assai prima, avendo essa preso parte spontaneamente ai concorsi volontari tenutisi nei tre ultimi anni. Dall'altra parte, soggiunse, l'idea di un ponte metallico ad una sola arcata non è nuova; un progetto simile era stato presentato ai concorsi, ma non fu accettato dalla Commisione perchè le imposte riescono troppo basse e verrebbero a trovarsi nell'acqua durante le piene. Doversi stare in guardia contro l'illusione di un dissegno trattato artisticamente. Egli pertanto, caldo fautore di un ponte monumentale di pietra, non poteva che accogliere con grande riserva l'idea rimessa a galla di un ponte metallico, anche per la grande spesa di manutenzione che diminuirà assai la differenza definitiva di costo».

A risolvere pertanto in modo più completo e soddisfacente per tutti la questione della possibilità e convenienza di un ponte metallico, il 4 luglio 1894 il Municipio di Torino bandiva apposito concorso, indicando nel programma le condizioni precise alle quali volevasi che il ponte soddisfacesse.

A questo concorso le Officine di Savigliano ripresentavano, non sappiamo se migliorato, il progetto che avevano già sottoposto al Consiglio comunale di Torino, e che fu causa della sospensione e dell'avvenuto concorso; ma in seguito a condizioni che erano in aperta contraddizione cogli articoli 6 e 13 del programma di concorso, la Commissione giudicatrice unanimemente dichiarava il progetto stesso fuori concorso.

Rimanevano pur tuttavia 17 concorrenti e 20 progetti, la più gran parte lodevolissimi per la ingegnosità dimostrata nel soddisfare ora a questa ed ora a quella delle gravi condizioni del tema. Ma la Commissione, che pur non mancava nè d'ingegno nè di buona volontà, si trovò nondimeno costretta a dare un verdetto essenzialmente negativo. « Nessuno dei progetti ammessi al concorso risponde pienamente, per ragioni estetiche, tecniche ed economiche alle condizioni poste dal programma, e può perciò considerarsi di valore assoluto ».

La Commissione stessa ritenne per altro meritevoli di ricompensa i due progetti da Lei giudicati migliori: il progetto n. 1 delle Costruzioni meccaniche di Saronno (fig. 4,
tav. VIII) con arcata parabolica tutta sottostante all'impalcatura stradale, di m. 90 di corda e m. 6 di freccia, ma
impostata a m. 1,90 al dissotto della massima piena; ed il
progetto A degli Ingegneri V. Lombroso ed E. Ovazza di Torino (fig. 6, tav. VIII), che è il progetto di un ponte sospeso, irrigidito, anch'esso con una luce centrale di 90 metri.

Noi siamo adunque in presenza di una Commissione di persone certamente competenti nella materia, la quale premette che « il tipo di ponte che doveva preferirsi per l'estetica era senza il minimo dubbio quello ad arcata tutta sottoposta al piano stradale » e poi conclude proponendo un premio di incoraggiamento ad un progetto in se stesso lodevolissimo di ponte sospeso irrigidito; di una Commissione la quale scrive che « per molti concorrenti fu, lodevolmente, condi-

⁽¹⁾ Vedi Ingegneria Civile, anno XVIII (1892), fasc. 12, e anno XIX (1893), fasc. 6 e 7.

zione imperiosa restare colla costruzione metallica fuori delle maggiori piene » e poi non trova di meglio che proporre un altro premio d'incoraggiamento ad un progetto in se stesso lodevolissimo che imposta l'arco metallico a

m. 1,90 al disotto delle massime piene.

Tutto questo significa che i due progetti meritevoli di lode e di premio per il modo ingegnoso e completo e corretto con cui sono stati studiati, non sono tuttavia riconosciuti adatti alla località nella quale si vuole il ponte. Od in altre parole, se vuolsi ad ogni costo una costruzione metallica, bisognerà rinunciare ad alcuna delle gravi condizioni difficili a conciliarsi fra loro, le quali, come giustamente asseriva la Commissione, « spiegano in parte perchè il concorso abbia avuto un esito inferiore all'aspettativa ».

Per la buona conservazione del materiale metallico, e più ancora per evitare danni pregiudizievoli e gravi alle armature degli archi dall'urto dei galleggianti trascinati dalle piene, non crediamo si possa rinunziare alla condizione dell'insommergibilità delle imposte. Piuttostochè ad una condizione di stabilità e di sicurezza in una costruzione di tanto valore, si dovrebbe rinunziare in parte alla vista dell'incantevole panorama del Po e della collina, adottando un ponte con struttura sovrastante al piano stradale.

Ma non possiamo persuaderci che la simpatia per una costruzione metallica possa arrivare fino a tale sacrifizio, quando è dimostrata la possibilità di adempiere a tutte le condizioni di sicurezza e di estetica con un ponte monumen-

tale di pietra.

Due sole obbiezioni sono state fatte alla costruzione in pietra: l'una che l'arcata centrale di 55 metri non fosse sufficiente a lasciare libere le visuali per le regate dei canottieri, l'altra, che un'arcata di 55 metri con soli 6 metri di saetta fosse da ritenersi costruzione arrischiata, e per la infinità delle precauzioni onde dev'essere accompagnata, eccessivamente costosa. Ma poichè in questi ultimi tempi, e sebbene il ponte sospeso attuale non intercettasse per certo le visuali, i canottieri limitarono il campo delle loro regate a valle del ponte medesimo, così anche l'unico motivo di fare un'arcata centrale di luce eccezionale sarebbe venuto meno e la soluzione veramente classica, e l'unica suggerita dalle condizioni stesse della località, di un ponte in pietra a tre arcate di dimensioni non troppo diverse tra loro, pare che dovrebbe incontrare l'approvazione generale. Ad ogni modo pubblichiamo, per debito di cronisti, la Relazione integrale della Commissione aggiudicatrice, e per comodità dei lettori l'abbiamo illustrata colle figure della tavola VIII. G.S.

RELAZIONE DELLA COMMISSIONE GIUDICATRICE.

La Commissione incaricata dal Municipio di Torino di giudicare il concorso per il progetto di un ponte in acciaio da costruirsi sul Po in sostituzione del ponte sospeso Maria Teresa, dopo avere adempiuto il delicato incarico affidatole, si onora di esporre colla presente relazione le sue impressioni, i suoi giudizi e le conclusioni alle quali è pervenuta.

Difficoltà inerenti al concorso. — Il concorso aperto dal Municipio di Torino, col programma del 4 luglio 1894, fra gl'ingegneri italiani e le ditte costruttrici di opere metalliche aventi officine di costruzioni in Italia, allo scopo di sostituire con un ponte in acciaio l'attuale ponte sospeso Maria Teresa, divenuto oramai inadatto all'importanza del sito e del movimento che vi si va sviluppando, era tale da stimolare alla gara l'amor proprio di eminenti ingegneri e delle più rinomate case, sia per la grandiosità dell'opera da progettarsi, sia per le difficoltà gravissime da superare.

Non poteva infatti riuscire facile impresa progettare un ponte in acciaio sul Po, nel punto più pittoresco di Torino, al quale fa capo il magnifico viale Vittorio Emanuele largo metri 47,50, lungo tre chilometri e mezzo, in quella località

dove si distende allo sguardo, da un lato la ridente collina seminata di ville, dall'altro lato la città, il giardino pubblico coi numerosi châlets dei canottieri, e in fondo sull'orizzonte la superba catena delle Alpi. Un ponte che, pur rispondendo alle esigenze tecniche proprie di una consimile costruzione, presentasse un aspetto geniale e grandioso colla proporzionalità delle sue parti, colla leggerezza del suo complesso, colla bellezza della sua forma; che avesse una larghezza non minore di 18 metri, che fosse a luce unica di 110 metri, ovvero a tre luci, la centrale non minore di metri 90 e due piccole luci laterali ricavate nelle spalle; mentre, si noti bene, la livelletta stradale nel centro del ponte non poteva trovarsi al disopra del livello delle massime piene che di qualche metro, neppure cinque, e coll'aggravante di un dislivello agli ingressi di circa m. 1,80. Un ponte infine che. pur soddisfacendo a tutti i caratteri di un'opera monumentale, non richiedesse una spesa maggiore di circa un milione di lire.

Queste gravi condizioni, alcune delle quali difficili a conciliarsi fra loro, spiegano in parte perchè il concorso abbia

avuto un esito inferiore all'aspettativa.

Ma ciò che sembra strano si è che, avendo il programma giustamente inculcato che il ponte, avanti tutto, dovesse riuscire un'opera eminentemente estetica e monumentale, sianvi stati dei progetti nei quali l'estetica non venne minimamente curata, oppure fu intesa in un modo affatto nuovo e certamente non bello. Per taluni, il solo problema fu quello di passare da una sponda all'altra colla minore spesa, come si presenterebbe il quesito per un ponte ferroviario in aperta campagna, lontano da ogni centro di abitazione. Molti han creduto, per rendere monumentale il ponte, di adornarne gl'ingressi con torri, obelischi, statue, le quali costruzioni non richieste dalla stabilità dell'opera, troppo costose per riuscire vere opere d'arte, servirebbero soltanto ad accrescer senza ragione la spesa, ad imbarazzare il transito, ad intercettare le visuali.

Il tipo di ponte che doveva preferirsi per la estetica, e che avrebbe meglio corrisposto alla condizione di non ingombrare la prospettiva del luogo, senza il minimo dubbio, era quello ad arcata, tutta sottoposta al piano stradale. Ed infatti, i più tentarono questa soluzione; ma quei che, lodevolmente, si fecero scrupolo d'impostare sott'acqua, s'imbatterono, a causa della piccola altezza disponibile, nella difficoltà di un ribassamento eccessivo delle centine, eccedente i limiti consigliati dalla più elementare prudenza, e sanciti dall'esperienza. Taluno, per girare la difficoltà, ricorse a ripieghi certamente ingegnosi, per quanto imperfetti; altri convalidò il suo progetto con falsi principii di statica, o con errati metodi di calcolo.

Parecchi scelsero il tipo di ponte a travata; ma quasi tutti con risultato infelicissimo; vi fu chi non esitò di porre l'impalcatura inferiormente, lasciando così tutta al disopra la travata ingombrante ed antiestetica; altri, ponendo la impalcatura a metà altezza, ed adottando più di due travi principali, creò condizioni infelicissime per la viabilità e per l'estetica; qualcuno pose, è vero, l'impalcatura superiormente,

ma progettò costruzioni tecnicamente sbagliate.

Altri s'attennero al tipo del ponte sospeso, rimanendo così senza fatica al disopra di qualsiasi piena; ma un ponte come questo, largo 18 metri, di cui 12 per la carreggiata, il quale riuscisse abbastanza solido e tanto rigido da non oscillare sensibilmente al transito di carichi accidentali pesantissimi, quali trovansi nell'interno di una città popolosa, doveva perdere irremissibilmente quella dote caratteristica che forma la bellezza di tanti ponti sospesi: la leggerezza.

Per effetto poi delle libertà lasciate nel programma di concorso, non tutti i concorrenti si presentarono al giudizio della Commissione in eguali condizioni. Per molti fu, lodevolmente, condizione imperiosa restare colla costruzione metallica fuori delle massime piene, altri invece impostarono sott'acqua senza alcuno scrupolo. Alcuni trovarono il terreno sodo a poca profondità, altri più in basso. Nei calcoli di stabilità, alcuni si limitarono a considerare carichi accidentali meschini, nè esaminarono esattamente le condizioni più sfavorevoli di carico; altri invece, per porsi al sicuro,

esagerarono oltre misura. Nel fissare lo sforzo unitario massimo a cui cimentare il metallo, taluno rimase al disotto dei limiti concessi da una giusta prudenza, altri invece li oltrepassò temerariamente.

Elenco dei progetti. — Ecco intanto una indicazione sommaria dei singoli progetti, disposti nell'ordine secondo cui vennero consegnati:

1. — Impresa Industriale Italiana di costruzioni metalliche di Castellamare (fig. 1, Tav. VIII).

Ponte metallico a tre luci, quella centrale di m. 90, e le due laterali di m. 14,50 ciascuna. La parte portante è costituita da otto travature reticolari continue a parete doppia, con montanti ed un semplice sistema di diagonali; il corrente superiore delle travature è rettilineo, l'inferiore forma tre archi corrispondenti alle tre luci.

Agli ingressi del ponte, il sostegno della carreggiata, per una lunghezza di m. 1,40, è fatto con lamiere ondulate, poggianti ad una estremità sulla travata metallica ed all'altra sulla muratura della spalla. Ciò allo scopo di lasciar liberi gli spostamenti prodotti da variazioni di temperatura, che sono considerevoli, e nello stesso tempo di proteggere gli

apparecchi inferiori d'appoggio.

Ogni travatura principale è formata di due metà simmetriche, riunite a cerniera al vertice della campata centrale. Ciascuna parte ha inoltre un appoggio semplice orizzontale su di una pila, ad un livello superiore a quello della massima piena, ed un appoggio verticale semplice contro una spalla, a m. 1,50 più basso dell'altro. Questo secondo appoggio, il quale è inferiore al livello della massima piena, avviene tuttavia in una camera difesa dalle piene.

L'altezza delle travature principali, in corrispondenza delle spalle, delle pile e del vertice dell'arcata centrale, è rispettivamente di m. 5,50; 3,63; 1,00, talchè il rapporto apparente della freccia alla corda della grande arcata è di

circa 1130.

2. — Ingegneri F. C. Paolo Boubée e G. Domenico Mayer (Napoli) (fig. 2, Tav. VIII).

Ponte metallico a tre luci, di cui la centrale di m. 90 e le due laterali di m. 9,50. La parte portante è costituita da 17 travi principali continue, tutte sottoposte al piano stradale; il corrente inferiore di ciascuna trave è foggiato ad arco simmetrico per la luce centrale e ad arco zoppo per le luci laterali. Queste travi principali trovano un appoggio semplice sulle pile e sono poi ancorate alle estremità sulle spalle. Tutta la costruzione metallica rimane al disopra del livello della massima piena. Le spalle formano una massa murale grave e pesante per la decorazione architettonica; questo effetto è reso anche più evidente dalle vicine pile, che, al confronto, figurano molto esili.

3. - Ing. C. Canovetti (Brescia) (fig. 3, Tav. VIII).

Ponte ad una grande arcata, formata con otto arconi a tre cerniere, di metri 110 di corda e m. 8,50 di freccia, tutti sottoposti al piano stradale; questi arconi impostano a m. 5,00 sotto la massima piena, e cioè a m. 0,65 sopra la magra. Sulle reni di essi ricevono un'imposta a cerniera, alla quota della massima piena, altri archi secondari di m. 18 di corda, i quali trovano poi l'altra imposta, pure a cerniera, sulle spalle del ponte, a 2 m. sotto il livello della massima piena. Sugli arconi principali e su questi altri di scarico appoggiano le travi longitudinali che portano direttamente il palco del ponte.

4. — Ing. Giovanni Siccardi (Porto Maurizio).

Ponte ad una sola arcata parabolica sottostante al piano stradale, della luce di m. 440 e di m. 5,47 di freccia, formata con 7 archi, i quali, verso le imposte, penetrano in camere praticate nelle spalle fino ad appoggiare su perni ad una quota inferiore di 5 metri a quella della massima piena verificatasi nel 4839. La freccia degli archi risulta così maggiore della freccia apparente dell'arcata e vale metri 7. Gli

appoggi di ciascun arco sono uno fisso, l'altro scorrevole orizzontalmente; la spinta di ogni arco è vinta da una coppia di gomene in fili d'acciaio, le quali si collegano a cerniera alle estremità dell'arco, ed, ancorate poi per mezzo di tiranti a grossi massi di calcestruzzo, attraversano il fiume rasentandone il letto.

5. - Costruzioni Meccaniche di Saronno.

Progetto 1. — Ponte ad arco, di cui si darà in seguito minuta descrizione (fig. 4, Tav. VIII).

Progetto 2. — È una variante del progetto primo, studiata allo scopo di diminuire il preventivo. Le travi principali sono ridotte a due arconi di grande freccia e però sporgenti al disopra del piano stradale; essi separano, per un considerevole tratto centrale del ponte, la carreggiata dai marciapiedi (fig. 5, tav. VIII).

6. — Ing. Gioachino Ferria (Torino).

Ponte sospeso rigido ad una sola luce di metri 117. La carreggiata del ponte è portata da cinque travi principali alte metri 2,50, collegate fra loro da traversi a distanza di m. 4,40. Delle dette travi principali, soltanto le frontali sono sorrette dalle gomene di sospensione; queste ultime risultano ciascuna di 9 funi di filo d'acciaio. I marciapiedi sono portati in falso, mediante mensole, dalle dette travi frontali e rimangono perciò, rispetto alla carreggiata, esterni ai piani di sospensione. A ciascuna testata del ponte, i piloni in muratura, che servono all'appoggio delle gomene, sono collegati da un arco pure in muratura; essi trovansi situati in corrispondenza degli ingressi del ponte, e riducono la larghezza della carreggiata da m. 12 a m. 6,50.

7. - Ing. G. Migliardi (Savona).

Progetto 1. — Ponte a travata, portato da travi principali doppiamente paraboliche od a pesce, ad una sola luce di m. 110, in numero di quattro, di cui le frontali a parete piena, sono decorate da rosoni e scomparti geometrici. Il piano della carreggiata si trova sull'asse delle travi principali, ed è perciò diviso in tre corsie dalle due travi più interne.

I marciapiedi seguono la curva parabolica dei correnti superiori delle travi frontali. Fra il livello infimo della costruzione metallica e quello della massima piena esiste un

franco di m. 0,32.

L'Autore indica anche una variante, con luce centrale di m. 90 e due luci laterali di m. 9,80.

Progetto 2. — È soltanto un abbozzo di ponte a travate rettilinee, a tre luci, di cui le laterali di m. 10 sono superate con travi a parete piena sottostanti al piano stradale, e la centrale di m. 90 è vinta con due grandi travi a traliccio fiancheggianti il ponte, alte m. 10,50, e portanti inferiormente il piano stradale. Queste grandi travi sono mascherate da decorazioni architettoniche.

8. — Ingegneri Vittorio Lombroso ed Elia Ovazza (Torino).

Progetto A. — Ponte sospeso rigido. Questo progetto verrà descritto più avanti (fig. 6, Tav. VIII).

Progetto B (fig. 7, Tav. VIII). — Ponte ad una sola luce di m. 440, portato da 9 travi principali reticolari a parete doppia, a contorno superiore rettilineo ed inferiore parabolico, tutte sottoposte al piano stradale. Queste travi principali, che figurano ad una sola campata, effettivamente trovano sulle spalle un primo appoggio e poi si protraggono al di là di questo, nell'interno delle spalle, per m. 41,85, e sono verticalmente ancorate alle estremità, di guisa che esse sono in realtà travi continue a tre campate, libere di dilatarsi, ed ancorate agli estremi. Queste campate laterali, che rimangono nascoste nella muratura delle spalle, hanno il corrente inferiore rettilineo e sono opportunamente caricate di contrappesi.

Gli appoggi delle travi sulle due spalle trovansi rispettivamente a m. 1 e m. 2,30 sotto il livello della massima

piena.

9. - Ing. G. Tango (Napoli).

Ponte con un'arcata centrale in acciaio di m. 90 di corda e di m. 2,65 di monta, e due arcate laterali in muratura di m. 10 di corda e m. 0,75 di freccia. L'arcata centrale è costituita da due soli arconi di sezione tubulare, larga m. 2,50, alta m. 2,10, posti sotto i marciapiedi e composti con 63 elementi, che fungono da conci, collegati fra loro con chiavarde. Il carico della carreggiata è trasmesso agli archi da 20 traversoni semplicemente appoggiati alle estremità.

Le imposte degli archi sono superiori al livello della mas-

sima piena.

10. - Ing. Giuseppe Cangia, Arch. Attilio Balducci (Bologna).

Ponte sospeso di 90 metri di luce, fiancheggiato da due arcate in muratura di m. 10 di corda. Servono alla sospensione, gomene multiple di fili d'acciaio, risultanti ciascuna di quattro funi composte, che gli Autori del progetto rinchiudono entro tubi d'acciaio fuso, collegati fra loro con traliccio, allo scopo di renderle indeformabili al passaggio del carico accidentale. Tutta la costruzione metallica rimane, naturalmente, superiore al livello della massima piena.

11. - Ing. Augusto Mura (Torino).

Ponte ad una sola arcata in acciaio di m. 110 di luce, portata da sei arconi impostati a cerniera; questi hanno una corda di m. 107,80 ed una monta di m. 4,90.

La quota delle cerniere d'imposta è inferiore di m. 1,08 a quella della massima piena. Alle spalle non è dato alcuno

sviluppo architettonico.

12. - Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

Questa Casa costruttrice si presenta al concorso con un progetto: ma sotto condizioni, espresse nella lettera d'accompagno, firmata dal Direttore della Società, che sono in aperta contraddizione cogli articoli 6 e 13 del programma di concorso. La Commissione, pertanto, unanimemente dichiarò questo progetto fuori concorso.

13. — Ing. Anselmo Ciappi (Roma) (fig. 8, Tav VIII).

Arcata centrale in acciaio di m. 90 di corda e m. 3,50 di freccia, e due piccole arcate laterali in muratura di m. 7 di corda e m. 1,40 di monta. L'arcata metallica è formata con 13 archi senza cerniere, il cui piano d'imposta si trova a m. 0,59 al disotto del livello della massima piena.

La costruzione murale che forma le testate del ponte è di una certa imponenza e si sopraeleva alquanto sul piano stradale. I timpani degli archi frontali sono mascherati da deco-

razioni in ghisa ad archetti e pilastri.

14. — Arch. Giacomo Misuraca, Ingegneri Benedetto Vivanti e Gualtiero Garvagni (Roma).

Progetto di massima di ponte sospeso, irrigidito da due archi frontali in acciaio a sezione di doppio T, alta in media m. 1,50, con imposte a cerniera ad una quota di 1 metro più bassa di quella della massima piena. Gli archi hanno una corda di m. 90 ed una monta di m. 4,40. Le due gomene sono formate ciascuna di 49 funi in fili d'acciaio.

Tutto il carico viene trasmesso agli archi frontali mediante traversi distanti m. 3, aventi il profilo superiore rettilineo e l'inferiore ad arco circolare. Nelle spalle sono ricavate due

arcate in muratura di m. 10 di corda.

In corrispondenza dei piloni di sostegno delle gomene, la larghezza dei marciapiedi resta ridotta di circa m. 2 per parte; però gli Autori accennano ad una variante, colla quale i detti piloni vengono portati completamente all'infuori dei marciapiedi.

15. — Ingegnerî Giovanni Sapegno ed Alessandro Parodi (Torino) (fig. 9, Tav. VIII).

Ponte con arcata centrale ellittica in acciaio, di m. 90 di corda e m. 5,90 di freccia, e due arcate laterali in muratura di m. 10 di corda e m. 4 di monta; le pile hanno m. 14,50 di spessore. L'architettura delle spalle e delle pile armonizza con quella dei murazzi. L'arcata metallica è formata da quattordici travature reticolari a tre cerniere, con contorno inferiore ellittico; le due frontali sono più propriamente arconi sormontati da timpani a traliccio. Allo scopo di tenere le imposte al disopra della massima piena, le pile si protendono con grandi blocchi di granito a guisa di mensoloni: col loro intradosso, lungo circa 2 metri, nasce la curva ellittica, con che il rapporto fra la monta e la corda dell'arcata metallica resta ridotto a poco meno di 4[20. L'altezza delle travature in chiave è di m. 0,70. I mensoloni che trovansi sulle fronti del ponte sono mascherati da grossi delfini.

16. — Ing. Francesco Marsich, Arch. Raffaele Marsich (Venezia).

Ponte a tre luci, una centrale di m. 90 e due laterali di m. 13,50 ciascuna. Nella luce centrale l'impalcatura è portata da 8 travi a traliccio quadruplo, di altezza costante uguale a m. 2,10. Anche le campate laterali sono portate da travi parallele a traliccio alte m. 0,80; queste, sulle fronti del ponte, sono nascoste da archi in muratura. Le travi principali della luce centrale sono in pendenza, l'appoggio più basso è a m. 1,80 sopra il livello della massima piena.

Le pile e le spalle sono sormontate da torri, e tra queste, al disopra delle luci laterali, si elevano dei muri a trafori, a

scopo di decorazione.

17. - Ing. Settimio Maggiorani (Roma).

Ponte a travata rettilinea, sottoposta al piano stradale, a tre luci, di cui la centrale di m. 90 e le laterali di m. 46. La travata è continua da una spalla all'altra del ponte, essa appoggia liberamente soltanto sulle due pile, ed è caricata alle estremità da contrappesi che rimangono nascosti nelle spalle. Serve di briglia superiore della travata, uno strato di lamiere largo quanto la larghezza del ponte; la briglia inferiore è costituita da cinque tubi di acciaio fuso, collegati alla briglia superiore ciascuno da una doppia lamiera verticale e da ferri di angolo. L'altezza della travata è da m. 2,50 a m. 2,78. Le pile sono sormontate da torri.

18. - Ing. Benedetto Cavallini (Ferrara).

Due piccole arcate laterali in muratura di m. 7 di corda, ed una luce centrale di m. 93 superata con due travi semiparaboliche, ad impalcatura inferiore, dell'altezza massima di m. 42, con pareti a traliccio triplo.

-*

Metodo seguito nel giudizio. — La Commissione poteva adunque fare la sua scelta fra 20 progetti, tra cui erano rappresentati i tipi principali di ponte; nove ponti ad arco, sette a travata e quattro sospesi rigidi. Le doti essenziali del nuovo ponte, imposte dal programma di concorso, si possono riassumere nelle tre: bellezza in grado eminente, solidità, economia. Queste tracciarono alla Commissione la via da seguire nell'adempimento del difficile incarico.

La Commissione ritenne, più che superfluo, inopportuno di estendere il suo esame minuto, e formulare un giudizio dettagliato anche su quei progetti che, mancando decisamente di alcuna delle precedenti prerogative, non potessero in alcun modo cadere in discussione per la scelta. Tale giudizio, seppur gradito ai rispettivi autori per i pregi, sia anche notevoli, che si fossero riscontrati nei loro progetti, non poteva d'altra parte riuscir loro piacevole per i difetti che ne avessero causata l'esclusione.

La Commissione pertanto decise di procedere per via di eliminazione, cominciando ad escludere quei progetti che non rispondevano alla prima e, nel caso attuale, essenzialis-

sima, condizione dell'estetica.

Caddero sotto questa prima eliminazione sei progetti, non ostante che alcuni di essi, dal lato tecnico, per quanto poteva giudicarsi a colpo d'occhio, non mancassero di pregi.

giudicarsi a colpo d'occhio, non mancassero di pregi.
Si passò poi ad una seconda eliminazione di dodici progetti, nei quali, in seguito ad accurato esame ed a scrupolosi calcoli, si riscontrarono, per la parte metallica, difetti costruttivi gravissimi; ovvero, metodi di calcolo insufficienti od errati, per cui il metallo sarebbe stato poi, all'atto pratico,

eccessivamente cimentato; oppure rilevante deficienza di rigidità, da dar luogo a deformazioni allarmanti e non prive di seri inconvenienti; od anche, condizioni gravi di sommergibilità, da compromettere la buona conservazione dell'opera; o finalmente seri inconvenienti per la viabilità.

Ad alcuni dei progetti caduti in questa seconda elimina-

zione è giusto tributare delle lodi.

Interessante dal lato estetico, per quanto riguarda la costruzione metallica, il progetto dell'Impresa Industriale Italiana (fig. 1), per la sua leggerezza ed arditezza, e pregevole per più motivi tecnici, tra cui principalmente il geniale artificio di impostare le estremità delle travature più in basso degli appoggi sulle pile, senza perdere il prezioso vantaggio dell'insommergibilità, ed aumentando con ciò la freccia reale della grande arcata.

Lodevole il progetto B (fig. 7) degli Ingegneri Lombroso e Ovazza, sia come soluzione dell'ardito problema della luce unica, sia per il modo completo con cui venne calcolata e pro-

gettata la costruzione metallica.

Una speciale lode si meritano anche i signori Cangia e Balducci col loro progetto di ponte sospeso rigido, rappresentato da ben 13 tavole, accuratamente disegnate e ricco di

minuti particolari.

Pregevoli dal lato artistico il progetto del Ciappi (fig. 8) e l'altro dei signori Misuraca, Vivanti e Garvagni, nel secondo dei quali lo sviluppo architettonico dato specialmente alla costruzione muraria incontrò molte simpatie.

Nè finalmente va privato di un giusto encomio il tentativo fatto dai signori Sapegno e Parodi colla loro arcata ellittica,

certamente seducente dal lato estetico (fig. 9).

Progetti migliori. — Dopo le due eliminazioni indicate, la scelta venne limitata ai due progetti che ora si passa a descrivere minutamente.

Progetto 1º delle Costruzioni Meccaniche di Saronno.

La fig. 4 (Tav. VIII) rappresenta la prospettiva del ponte ad arco, progettato dalle Officine di Saronno (Progetto 1º), quale apparirebbe a chi si trovasse sulla strada alzaia della sponda sinistra, a 100 metri a monte. Il ponte presenta una luce centrale di m. 90, che viene superata con un'arcata in acciaio, e due piccole luci laterali di m. 12 ciascuna, ottenute con arcate in muratura.

La larghezza del ponte fra i parapetti è di m. 18, di cui

12 per la carreggiata e 3 per ciascun marciapiede.

L'arcata metallica consta di 4 travature principali a reticolato semplice, sottoposte al piano stradale, distanti m. 4,40 da asse ad asse; i due correnti di ciascuna travatura presentano una sezione a cassetta, quello inferiore alto m. 0,67 è disposto secondo un arco di parabola di m. 6 di freccia, ed imposta a cerniera alle pile, alla quota 216,75, più bassa di m. 1,90 di quella della massima piena; il corrente superiore alto m. 0,41 segue l'andamento della livelletta stradale. In prossimità del vertice della travatura i due correnti si riuniscono: ivi l'altezza teorica della sezione non supera m. 0,60. Le aste di parete sono costituite da montanti e diagonali discendenti verso la mezzeria del ponte; esse risultano di 4

cantonali, collegati da una parete a traliccio.

A queste travature sono inchiodate i traversi, a distanza di m. 4,95, aventi una sezione a doppio T composta, alta m. 0,65. Ai traversi, fra ogni coppia di travature principali, s'inchiodano due longoni, i quali dividono la distanza libera in parti uguali; essi presentano una sezione a doppio T composta, dell'altezza di m. 0,42. Sui longoni appoggiano delle travi trasversali secondarie alla distanza di m. 0,99, costituite da travi a doppio T semplici, alte m. 0,176. Sulle travi trasversali secondarie appoggia, in corrispondenza della carreggiata, una serie di Zorès alti cm. 9, i quali, risultando paralleli all'asse longitudinale del ponte, permettono in qualunque tempo la posa in opera di tubi per condotte d'acqua, di gas, per trasmissioni elettriche in generale; come pure dei canali per tramvia a trazione elettrica.

Gli intervalli fra i Zorès vengono colmati con calcestruzzo; sopra di questo, uno strato di sabbia dello spessore medio

di cm. 6, e finalmente il pavimento con dadi di pietra alti

I marciapiedi poggiano in parte sul corrente superiore delle travature frontali, e pel rimanente sono portati in falso con mensole, a distanza di m. 4,95. Queste sono collegate alle estremità, in corrispondenza del parapetto, da una trave longitudinale a doppio T composta, alta m. 0,35; su questa e sul corrente superiore della trave principale frontale sono inchiodate delle travi trasversali a C, alte cm. 10,5, distanti m. 1, sulle quali si distende una lamiera ondulata che porta uno strato di calcestruzzo di cm. 5,5, e finalmente uno strato di cemento ovvero di asfalto commisto a sabbia dello spessore di cm. 2,5.

Servono alla controventatura due tralicci, uno nel piano orizzontale dei correnti superiori delle travature principali, l'altro sulla superficie d'intradosso dell'arcata, cioè in corrispondenza dei correnti inferiori delle travature anzidette.

Otre a ciò, le travature sono collegate da crociere, nei piani verticali dei montanti, di altezza variabile come questi altimi.

La montatura delle travature principali s'intende fatta in modo, da generare in esse una spinta orizzontale artificiale, capace di annullare gli sforzi prodotti dal peso proprio della costruzione nel corrente superiore e nelle aste diagonali. Si progetta per materiale ferroso il ferro omogeneo con una resistenza alla rottura per trazione di kg. 3800-4000 per cm², con un allungamento del 20-25 010.

Ciascuna pila è collegata alle spalle, come si è detto, da un'arcata in muratura di m. 12 di luce, la quale colla sua spinta equilibra in parte quella assai più rilevante dell'arcata centrale. Ad assicurare meglio tale equilibrio sono progettati, nell'arcata suddetta, ed in corrispondenza dei piani delle travature metalliche, costoloni di rinforzo. Le pile sono sormontate da obelischi decorati, e gl'ingressi del ponte sono ornati da sfingi.

Il piano stradale sulla mezzeria del ponte è rialzato dei 40 cm. concessi dal programma, ed ha ivi la quota 223,70; il dislivello degli ingressi è stato superato, variando opportunamente l'altezza dei montanti delle travature principali.

Il preventivo fatto su di un computo metrico, in verità non completamente particolareggiato, è in cifra rotonda di lire 1.000.000.

La Casa fa l'offerta della fornitura della parte metallica

del ponte, completamente finita e messa in opera.

Sotto l'aspetto estetico, questo progetto lascia poco a desiderare. L'arditezza e l'eleganza delle grandi centine metalliche, ottenuta quest'ultima con semplicità di mezzi, senza ricorrere a decorazioni posticcie, produrrebbero al certo un bellissimo effetto. Rimanendo la costruzione tutta al disotto del piano stradale, l'ingombro è ridotto al minimo possibile, e chi trovasi sul ponte non ha ostacoli che gl'impediscano di ammirare il bellissimo panorama. Questo scopo sarebbe ancor meglio raggiunto, e la costruzione guadagnerebbe forse ancora nell'estetica, se venissero soppressi gli obelischi, i quali non sono essenzialmente richiesti da ragioni di statica, ed hanno un carattere che poco s'addice alla natura del manufatto.

Le spalle del ponte, colle loro arcate in muratura, senza avere uno sviluppo eccessivo, presentano però una sufficiente robustezza di forme ed insieme una certa leggerezza che ben

s'accorda a quella della grande arcata metallica.

Tecnicamente il progetto, quantunque non sia così completo in tutte le sue parti da potersi riguardare come definitivo, e risenta un poco dei caratteri di un progetto di massima, pur tuttavia ha molti pregi; si scorge nell'Autore una persona provetta nel progettare costruzioni metalliche. Lodevole l'artificio di creare nelle centine, durante la montatura, una spinta artificiale capace di ricondurre sul corrente inferiore parabolico anche quella parte di sforzi prodotti dal peso proprio della costruzione, che, per esfetto delle desormazioni elastiche, verrebbero altrimenti sopportati dal corrente superiore e dalle aste diagonali; con che resta anche distrutto il cedimento della costruzione metallica prodotto dal peso permanente.

Per altro la costruzione in alcune sue parti è forse troppo

leggera ed ardita. Lo sforzo unitario massimo cui va cimentato il metallo, secondo l'Autore del progetto, non supera kg. 741 per cmq. per le travi d'impalcatura e kg. 1000 per le travature principali. Vuol essere però notato che per alcune travi d'impalcatura si fece affidamento completo sull'incastro, per quanto riguarda il peso proprio della costruzione, e che le condizioni di carico considerate non sono le più sfavorevoli che possano verificarsi. Rifatti i calcoli con maggior dose di prudenza, si trovarono sforzi unitari al-quanto maggiori, tanto che per alcune parti non sarebbe inopportuno qualche leggero rinforzo.

La leggerezza di tutta la costruzione metallica si manifesta anche dalle deformazioni, se si osserva che, allo scopo di far portare il peso proprio della costruzione esclusivamente dal corrente parabolico delle travature principali, occorre di rialzarne il vertice, mediante la spinta artificiale, non men di 36 cm. e che la freccia elastica, prodotta da un carico di folla esteso a tutto il ponte, non è inferiore a cm. 7. Una variazione di temperatura di ± 30° da quella di posa, produce

uno spostamento del vertice suddetto di cm. 9.

In conclusione, il progetto si presenta abbastanza bene dal lato estetico, ha molti pregi tecnici, e, con qualche lieve ritocco, non lascierebbe nulla a desiderare anche dal lato della stabilità, nè il preventivo sorpassa notevolmente il limite desiderato dal Municipio, quantunque dai computi presentati dalla Ditta non possa formarsi un giudizio esattissimo della spesa. Rimane però l'inconveniente della sommergibilità delle imposte in tempo di forti piene, come quelle del 1810, 1839, 1872, 1889, 1892. Rispetto alla piena massima del 1839, le imposte dell'arcata, come si è già notato, rimangono più basse di m. 1,90; esse restano al disopra della piena normale soltanto di cm. 84.

Progetto A degli ing. Lombroso ed Ovazza.

La fig. 6 rappresenta la prospettiva del ponte sospeso rigido progettato dai suddetti ingegneri (Progetto A), presa dallo stesso punto di vista tenuto per la prospettiva del ponte ad arco delle Officine di Saronno.

Il ponte presenta una luce centrale di m. 90 e due piccole

luci di m. 10,86 ciascuna, praticate nelle spalle. La larghezza del ponte fra i parapetti è di m. 18, di cui m. 12 per la carreggiata e m. 3 per ciascun marciapiede.

Le catene di sospensione sono due, poste sulle fronti del ponte; ciascuna di esse è costituita di anelli in forma di travi a cassetta, articolati fra loro e coi tiranti di sospensione, mediante articolazioni tipo Gerber. Esse appoggiano sopra i piloni mediante carrelli a bilanciere e rulli; a questi carrelli si collegano poi le catene di ormeggio, di eguale costituzione, le quali vengono ancorate contro saldi massi di muratura. Le travi chiamate irrigidenti, perchè impediscono alle catene di assumere posizioni diverse durante il passaggio del carico accidentale, sono qui costituite da due travi reticolari poste sulle fronti del ponte, le quali hanno i correnti a cassetta, mentre la parete verticale è formata con diagonali, controdiagonali e montanti; in corrispondenza di questi ultimi, ciascuna trave irrigidente viene sospesa a cerniera alla corrispondente catena mediante colonne verticali. Il profilo superiore delle travi irrigidenti è rettilineo, l'inferiore parabolico; esse alle loro estremità, in corrispondenza dei piloni, trovano appoggi capaci di reagire solo verticalmente, ma in ambi i sensi.

Le travi irrigidenti portano in corrispondenza dei loro montanti, qui funzionanti da membrature d'attacco, i traversi destinati a sostenere l'impalcatura. Queste travi, distanti fra loro m. 3,84, acquistano nel caso attuale una importanza straordinaria, sono anch'esse a doppia parete; il profilo inferiore è rettilineo, il superiore parabolico, ciò che permette di dar passo ad eventuali condutture di acqua, gas, ecc., sono lunghe quanto la larghezza del ponte, cioè m. 18, ed alte quanto le travi irrigidenti, cioè da un minimo di m. 1,80 ad un massimo di m. 3,50. La parete verticale è a reticolato, con montanti rigidi e diagonali piatte, con aggiunta per conseguenza di controdiagonali nei campi in cui occorrono. A questi traversi sono attaccati i longoni distanti m. 1,50.

L'impalcatura è costituita da lamiere centinate per la parte corrispondente alla carreggiata, sulle quali viene costrutto un pavimento in dadi di legno su calcestruzzo. Il pavimento dei marcipiedi è in cemento su calcestruzzo, sorretto da ferri Zorès.

La controventatura è costituita da due sistemi di crociere poste rispettivamente in corrispondenza dei correnti superiori ed inferiori delle travi irrigidenti. L'azione del vento contro la catena di sospensione è, per mezzo dei montanti di sospensione, riportata sulle travi irrigidenti.

Tutta la costruzione metallica rimane fuori della massima

piena conosciuta.

Gli ormeggi sono praticabili facilmente, mediante gallerie

progettate nelle spalle.

La parte metallica è decorata con aquile, rosoni e conchiglie in corrispondenza delle articolazioni e dei nodi delle travi irrigidenti; gruppi statuari e fontane adornano le spalle.

Il dislivello degli ingressi del ponte è stato superato, in parte appoggiando le travi irrigidenti a differente livello, in parte variando l'altezza delle travi stesse. Il piano stradale presenta, su tutta la lunghezza della grande campata, una

unica livelletta colla pendenza dell'1,36 010.

I carichi accidentali presi a base dei calcoli sono i seguenti: per le travi principali, kg. 600 per metro quadrato di carreggiata e kg. 450 per metro quadrato di marciapiedi; per le travi d'impalcatura, le pressioni prodotte dal passaggio del rullo compressore a vapore, di un carro pesante 20 ton-nellate e di quanti carri di 12 tonnellate entrano trasversalmente nella carreggiata, coll'aggiunta di quel sovraccarico di folla che può trovarvi posto.

Per essetto del peso proprio della costruzione e di questi carichi accidentali, come pure di una variazione di temperatura di ± 30° da quella di posa, lo sforzo unitario del metallo non supera in nessuna membratura il limite di chilo-

grammi 1000 per cmq

Nei calcoli relativi alle travi principali, dagli Autori si è supposto, e giustamente, che la montatura del ponte venga fatta in modo da far portare tutto il peso proprio della cotruzione dalle catene di sospensione, riservando così la resistenza delle travi irrigidenti esclusivamente per il carico accidentale.

Il calcolo di queste ultime venne eseguito col metodo delle

linee d'influenza.

Il materiale metallico, per la parte resistente, si suppose acciaio laminato dolce, perfettamente omogeneo, con una resistenza compresa fra t. 4,2 e t. 4,7 per cmq. ed un coeffi-

ciente di qualità, secondo Tetmajer, di 90.

I quantitativi di materiali, occorrenti per la costruzione, furono calcolati minutamente con apposito computo metrico, redatto a forma di perizia, a norma delle prescrizioni del concorso. L'importo totale dell'opera ammonta in cifra tonda a L. 1.431.000, delle quali L. 720.200 per la parte metallica, L. 620.800 per la parte muraria, pavimentazione compresa, e L. 90.000 pei gruppi ornamentali.

Gli Autori allegano al progetto un'offerta della Ditta Miani-Silvestri e C. di Milano, a prezzo fatto, per la somma di L. 1.270.000, esclusa la provvista dei gruppi statuari, ma inclusa la loro messa in opera. La stessa Ditta si offre anche di provvedere gli anzidetti gruppi per la somma di L. 90,000. In questa offerta sono escluse tutte le opere per le strade di accesso al ponte, nonchè le espropriazioni. Il tempo richiesto

all'esecuzione è di anni due.

Questo progetto si presenta molto completo, sia per quanto riguarda i calcoli, sia per il modo con cui è rappresentato; esso rivela in chi lo ha disegnato una conoscenza pratica delle costruzioni metalliche, ed in chi lo ha calcolato una padronanza dei metodi moderni, tanto più lodevole, avuto riguardo alle difficoltà proprie del tipo. Su di esso la Commissione procedette a minute verifiche dei calcoli di stabilità, dalle quali emerse che nel calcolo delle travi d'impalcatura si tenne conto nel dovuto modo del passaggio dei carri più pesanti, del rullo compressore e del carico rappresentato da una folla di persone, e non si fece alcun assegnamento sull'incastro di dette travi, neppure per il peso proprio della costruzione. Nel calcolo poi delle travature principali si esagerò addirittura nel carico accidentale sulla carreggiata, valutandolo a kg. 600 per mq. La Commissione volle anche rendersi conto delle deformazioni elastiche cui andrebbe soggetto questo ponte, ed a tale scopo calcolò la freccia massima che sarebbe prodotta da una folla compatta, come pure quella generata da una variazione di temperatura di + 30° dalla temperatura di posa, e trovò: per la prima cm. 5,3 e per la seconda cm. 7,5. Questi numeri non rappresentano valori straordinari, avuto riguardo all'ampiezza della luce, alla natura del materiale ed al tipo di ponte, anzi attestano una ri-

gidità notevole della costruzione.

Per altro, se dal lato tecnico questo progetto è degno di molto encomio, dal lato estetico esso non appagò completamente la Commissione. Le spalle sono d'un aspetto pesante, piuttosto che monumentale; le costruzioni murarie ed in ghisa, colle quali gli Autori vollero mascherare le catene di ormeggio, furono giudicate inopportune. Senza scendere ad un esame critico delle forme architettoniche adottate, non sembra bello il concetto in sè, e pare preferibile lasciare in evidenza quelle catene, la cui presenza spiega anche all'occhio profano la ragione dell'equilibrio del ponte e dei suoi piloni. Le decorazioni della costruzione metallica hanno troppo un carattere posticcio. Vuolsi ancora osservare che le ragguardevoli dimensioni, richieste dalla statica, per le catene e pei tiranti di sospensione, i quali assumono il carattere di colonne, finiscono per togliere quel distintivo di leggerezza che tanto piace nei ponti pensili; mentre poi queste membrature della sospensione, specialmente per un considerevole tratto centrale del ponte, intercettano notevolmente le visuali.

Finalmente, dal lato dell'economia, va osservato che il preventivo oltrepassa notevolmente il limite desiderato dal

Concludendo: il ponte presenta ampia garanzia di stabilità e di rigidezza, e possiede il pregio incontrastabile dell'insommergibilità; ma non appaga completamente dal lato estetico, nè da quello dell'economia.

Conclusione.

La Commissione, dopo aver passato in rassegna tutti i progetti ammessi al concorso, e dopo aver fermata la sua attenzione speciale sui progetti migliori, per i quali procedette ad un esame coscienzioso e minuto, si occupò in seguito della scelta e delle relative ricompense. Essa si pose innanzi tutto il quesito se vi fosse un progetto degno del primo premio, il quale progetto, come si esprime l'art. 12 del Programma, « fosse non soltanto il migliore fra i presentati al concorso, » ma di valore assoluto, sia sotto il rispetto tecnico, che sotto » quello estetico, tenendo anche conto della modicità relativa » della spesa occorrente ».

Per effetto delle due eliminazioni colle quali la Commissione procedette nel suo giudizio, la prima causata da riguardi estetici, la seconda da svariati motivi tecnici, i progetti, sui quali poteva cadere la scelta, si ridussero, come si è visto, soltanto a due, e su questi ancora la Commissione

trovò gravi mende.

Se il progetto 1° delle Officine di Saronno soddisfa abbastanza dal lato dell'estetica, specialmente per l'arditezza e per l'eleganza di forme della costruzione metallica, e per rimaner questa tutta al disotto del piano stradale; se la spesa non sorpasserebbe notevolmente il limite desiderato dal Municipio; d'altra parte esso non possiede tutti i requisiti di un progetto definitivo, e per meglio garantire la stabilità del manufatto sarebbe opportuno ancora qualche ritocco. Inoltre il ponte presenterebbe l'inconveniente della sommergibilità delle imposte in tempo di forti piene, come quelle che ultimamente si sono ripetute con intervallo di appena tre anni.

Il ponte sospeso rigido dei signori ingegneri Lombroso ed Ovazza presenta, è vero, una garanzia assoluta di stabilità, possiede il pregio notevolissimo dell'insommergibilità, ed il progetto è completo in ogni sua parte, ma non risponde abbastanza alle condizioni dell'estetica col suo aspetto pesante, coll'architettura delle spalle, col genere di decorazione della parte metallica e colle sue masse ingombranti, le quali im-

pedirebbero in parte la vista del bellissimo panorama; oltre a ciò, il preventivo oltrepassa notevolmente il limite deside-

rato dal Municipio.

La Commissione pertanto, a voti unanimi, non giudicò degno del primo premio alcuno dei progetti ammessi al concorso; ritenne però di grande valore e meritevoli di ricompensa'i due progetti di cui si è ultimamente parlato; per il che essa pronuncia il verdetto e fa le proposte che seguono:

Verdetto. - Nessuno dei progetti ammessi al concorso risponde pienamente, per ragioni estetiche, tecniche ed eco-nomiche, alle condizioni poste dal Programma, e può perciò considerarsi di valore assoluto.

Sono migliori e d'un valore relativamente grande i due progetti che qui si trascrivono nell'ordine di merito:

1º: Progetto 1º delle Costruzioni Meccaniche di Saronno; 2º: Progetto A degl'ingegneri Lombroso ed Ovazza.

Proposta. — La Commissione propone che sia assegnato un premio di L. 3000 (tre mila) al progetto 1º delle Costruzioni Meccaniche di Saronno, ed un premio di L. 2000 (due mila) al progetto A degli ingegneri Lombroso ed Ovazza.

Torino, marzo 1895.

C. CEPPI, Presidente.

Р. Сніссні.

G. B. BIADEGO.

A. PENNACHIO.

C. Guidi, Relatore.

GEOMETRIA PRATICA

SULLA TRASMISSIONE DELL'AZIMUT AI RILIEVI SOTTERRANEI.

(Continuazione e fine)

16. - Passiamo ora ad esaminare i metodi così detti ottici, nei quali non si fa uso nè di piombi nè di fili fissi, ma solo di visuali dirette entro il pozzo nel quale deve farsi il collegamento. Furono sollevati dei dubbi intorno a questi metodi, in vista dei fenomeni di rifrazione che possono alterare l'andamento rettilineo delle lunghe visuali (specialmente se oblique), per effetto delle cattive condizioni in cui trovasi l'aria dei lunghi pozzi di miniera. Ma codeste influenze ci sembrano affatto secondarie, in confronto di quelle che possono rendere inapplicabili i metodi prima descritti. Piuttosto crediamo che il difetto dei metodi ottici, che ora studieremo, consista nel richiedere l'uso di speciali strumenti di grande finezza, che non sempre possono aversi a disposizione; finchè si adoperano strumenti usuali non si può sperare da codesti metodi che una approssimazione assai limitata, specialmente a grandi profondità.

Consideriamo dapprima il caso in cui voglia adoperarsi un teodolite del genere di quelli che si usano nelle miniere, cioè munito di cannocchiale tanto eccentrico da permettere le puntate all'ingiù. Collocato lo strumento in stazione sulla bocca del pozzo e puntato il segnale lontano che stabilisce la direzione da trasmettere, si abbassi il cannocchiale in direzione verticale per puntare ad una mira di precisione collocata in fondo al pozzo; questa dovrà essere posta sopra una piattaforma a piccoli movimenti per poterle dare gli sposta-menti richiesti dalla puntata del cannocchiale.

L'errore di posizione che potrà rimanere nel centro della mira rispetto all'esatta proiezione del centro del cannocchiale dipenderà da due cause: verticalità più o meno precisa del-l'asse di collimazione del cannocchiale e finezza delle puntate. Supposto lo strumento in perfette condizioni di rettifica per quanto riguarda tutti i suoi assi, in guisa che l'asse di collimazione descriva esattamente un piano verticale, potra esservi l'errore inerente all'operazione del mettere a zero il cerchio verticale; ma questo errore produce evidentemente sulla mira uno spostamento nel senso stesso della direzione da trasmettere, e resta quindi senza influenza nella trasmissione dell'orientamento. Bisogna invece tener conto degli

spostamenti laterali, che saranno dovuti a difetto di orizzontalità dell'asse di rotazione del cannocchiale, ed a difetto di perpendicolarità di questo coll'asse di collimazione. Se lo strumento è ben proporzionato in tutte le sue parti, questi due errori dovranno essere all'incirca dello stesso ordine; e supponendo che per la sensibilità della livella colla quale si rende orizzontale l'asse di rotazione del cannocchiale, possa garantirsi in quest'asse l'errore medio di n", l'errore medio complessivo per questa causa e per la normalità dell'asse di collimazione potrà assumersi uguale ad $n'' \sqrt{2}$; quindi uno spostamento medio laterale nella mira dato da $\sqrt{2}\,n\,\mathrm{H\,sen}\,4''$ se H è la profondità a cui trovasi la mira. Per quanto poi dipende dalla finezza della puntata, avremo un altro errore medio laterale misurato da $\frac{\alpha}{I}$ H sen 1", secondo i principii esposti nel numero 4. In totale avremo dunque sul centro della mira un errore medio laterale:

H sen 1"
$$\sqrt{2 n^2 + \left(\frac{\alpha}{1}\right)^2}$$
.

Se ora si adoperano le visuali verticali in sostituzione dei due piombi, per applicare il metodo indicato nel N. 3, l'errore medio azimutale, per quanto dipende dalla posizione delle mire, sarà misurato da:

$$\theta_3 = \sqrt{2} \frac{H}{\Delta} \sqrt{2 n^2 + \left(\frac{\alpha}{I}\right)^2}$$

e questo sostituirà l'errore che nel caso dei piombi sarebbe dovuto alla mobilità di questi, rimanendo sempre gli altri errori θ_1 e θ_2 dovuti all'operazione esterna del collocamento a posto dello strumento sui due punti scelti nella bocca del pozzo, ed alla operazione sotterranea di prolungare la congiungente dei centri delle due mire.

Supponiamo che si tratti di un collegamento alla profondità H=100 m., in un pozzo nel quale debba farsi $\Delta=2$ m., e si disponga di un teodolite per il quale si possa assumere n=1", e che abbia l'ingrandimento l=25, ciò che suppone già uno strumento di una discreta finezza, superiore certo a quella di un ordinario teodolite da miniera. Ammettiamo anche che le mire offrano condizioni buone di finezza e d'illuminazione, per cui possa assumersi $\alpha=25$ ". In queste ipotesi, che sono già piuttosto favorevoli, la formola precedente ci dà:

$$\theta_{\rm s} = \sqrt{2} \frac{100}{2} \sqrt{2+1} = 100 \sqrt{\frac{3}{2}} = 122'' \text{ circa};$$

sarebbe questo un errore enorme, certamente superiore a quello che si avrebbe coll'uso dei piombi, anche in condizioni non troppo buone quanto a regolarità delle loro oscil-

Ammettiamo che possa adoperarsi uno strumento di grande finezza, per il quale si abbia $n = \frac{1}{2}$ secondo, I = 90; si avrà in questo caso:

$$\theta_3 = \sqrt{2} \frac{100}{2} \sqrt{2 \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{25}{90}\right)^2} = 54'' \text{ circa};$$

errore che sarebbe appena tollerabile in quei casi in cui assolutamente non potesse sperarsi di meglio coll'uso dei piombi. E notisi che le ipotesi $n = \frac{1}{2}$ secondo, I = 90

caratterizzano, tutt'altro che uno strumento di uso mine-rario, un universale geodetico di primo ordine.

Nè va trascurata un'altra ragione d'inferiorità del metodo ora esaminato, come di tutti quelli basati sull'uso di visuali verticali, che l'errore medio θ_3 va crescendo in proporzione alla profondità, per cui nell'ultimo esempio ora fatto, crescendo la profondità da 100 m. a 500 m., il valore di θ_3 aumenterebbe da 54" a 4" 30".

Vi ha anzi ragione a ritenere che l'aumento dell'errore debba essere più rapido di quello della profondità, sia perchè

le impurità dell'aria dei pozzi rendono sempre più incerte, a parità di I, le lunghe puntate, e quindi fanno aumentare il valore di α , sia perchè in questi casi possono diventare sempre più sensibili i fenomeni di rifrazione a cui già abbiamo accennato.

Invece coll'uso dei piombi, le esperienze dello Schmidt da noi riferite nel N. 11 dimostrano che l'errore temibile cresce in una ragione lentissima al crescere della profondità.

17. – Un ripiego per migliorare la verticalità dell'asse di collimazione, rendendola indipendente dalla sensibilità della livella e dalle condizioni di rettifica di quell'asse rispetto all'asse di rotazione del cannocchiale, è quello di ricorrere all'operazione nota negli Osservatori col nome di puntata nadirale. Collocato a pochi metri sotto l'obbiettivo un orizzonte artificiale, si corregge la verticalità del cannocchiale finchè si vedano in esso coincidere i fili del reticolo coll'immagine dei medesimi riflessa dall'orizzonte artificiale. L'esattezza dipende allora unicamente dalla potenza del cannocchiale; se h è l'altezza a cui viene a trovarsi l'immagine virtuale dei fili prodotta per riflessione, l'errore residuo di verticalità dopo fatta la puntata nadirale sarà costituito semplicemente dall'errore di puntata per la distanza h, cioè corrisponderà ad un errore medio laterale $\frac{\alpha}{1}$ h sen 1"; e questo, a profondità H crescerà nel rapporto $\frac{H}{h}$ diventando $\frac{\alpha}{1}$ H sen 1". Per tal modo, nella formula di θ_s il termine $2n^2$ viene sostituito da $\left(\frac{\alpha}{1}\right)^2$; e supponendo che lo strumento offra buone condizioni per poter eseguire la puntata nadirale, in guisa da realizzare $\alpha=10''$, coll'ingrandimento I=90, quella puntata equivarrebbe all'uso di una livella capace di dare $n=\frac{10''}{90\sqrt{2}}=\frac{1}{43}$ di secondo circa. La formula generale di θ_3 sarà in questo metodo:

$$\theta_{s} = \sqrt{2} \frac{H}{\Delta} \sqrt{\left(\frac{\alpha_{1}}{I}\right)^{2} + \left(\frac{\alpha_{2}}{I}\right)^{2}}$$

e ponendovi:

 $H = 100 \text{ m.}, \ \Delta = 2 \text{ m.}, \ \alpha_1 = 10'', \ \alpha_2 = 25'', \ I = 90,$ risulterebbe:

$$\theta_3 = \sqrt{2} \frac{100}{2} \frac{\sqrt{10^2 + 25^2}}{90} = 32'' \text{ circa.}$$

Come si vede, malgrado la potenza ora supposta dello strumento adoperato, si avrebbe appena la precisione corrispondente ad un errore medio azimutale di mezzo primo per ogni 100 m. di profondità; a 200 m., che è ancora una profondità assai frequente, si oltrepasserebbe il minuto primo, e a 500 m. si potrebbe incorrere in un errore medio di oltre due primi e mezzo; e ciò nell'ipotesi di adoperare uno strumento di grande potenza (I=90) e che si presti a fare la puntata nadirale.

18. — Risultati alquanto migliori potrebbero ottenersi se, adoperando un cannocchiale centrale invece di uno eccentrico, si potesse trar partito dal vantaggio delle osservazioni coniugate; oltre a ciò l'eccentricità del cannocchiale richiede apposite operazioni per collocare esattamente l'asse del can-nocchiale e non già il centro dello strumento nel piano verticale della direzione stabilita all'esterno.

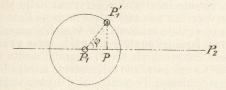
Il prof. Nagel di Dresda ha ideato uno strumento speciale per le puntate verticali (Fernrohrlothungs-Instrument), costruito dalla casa Hildebrand (già Lingke) di Freiberg. Esse consiste in un piccolo strumento portatile per passaggi, a piattaforma forata, e senza graduazione; oltre alla livella che serve a rendere verticale l'asse principale di rotazione dello strumento, vi ha un'altra livella sensibile fissata al cannocchiale per accertarsi della verticalità di questo nel suo piano di rotazione. Con questo strumento, se dopo aver puntato alla mira collocata in fondo al pozzo, si fa ruotare lo strumento di mezzo giro, l'asse del cannocchiale prenderà la po-

sizione simmetrica, e puntando nuovamente alla mira si troverà raddoppiato l'errore residuo di verticalità. Si sposterà dunque la mira finchè facendo ruotare comunque lo strumento sopra se stesso, si veda sempre centrata la mira.

Per renderci conto della precisione sperabile dell'apparecchio di Nagel, supponiamo per ora scevro da errore l'asse verticale di rotazione dello strumento, nonchè l'asse di collimazione. In questa ipotesi, facendo ruotare lo strumento sopra se stesso, la visuale passerà sempre nell'identico punto della mira; ma questo potrà non essere esattamente il centro di essa; a causa della limitata finezza della puntata, vi potrà essere uno spostamento medio:

$$r = \frac{\alpha}{1}$$
 H sen 1".

Questo errore di posizione del centro della mira non sarà però sempre in senso laterale alla direzione da trasmettere, e potrà invece avere un orientamento qualunque \(\phi \) (fig. 60)



intorno alla posizione vera del punto cercato, dando luogo in senso laterale ad un errore dato da $P_1'p = r \operatorname{sen} \varphi$. Per tener conto di tutte le possibili eventualità bisogna far variare ϕ da 0 a 2π e calcolare la media quadratica degli infiniti valori che può prendere $P_1'p$. Si avrà così:

$$r^2_m = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} r^2 \operatorname{sen}^2 \phi \, \mathrm{d}\phi = \frac{r^2}{2}$$

e quindi l'errore medio in senso laterale sarà:
$$r_m = rac{1}{\sqrt{2}} - rac{lpha}{1} ext{H sen 1"}.$$

Supponiamo in secondo luogo che l'asse di rotazione dello strumento sia ancora esattamente verticale, ma non lo sia l'asse di collimazione del cannocchiale. Facendo ruotare lo strumento sopra se stesso, la visuale descriverà una super-ficie conica ad asse verticale, la cui sezione al piano della mira darà un circoletto. L'operatore cesserà di apprezzare questo errore allorquando il diametro di questo circoletto sarà disceso al limite di finezza delle puntate; il raggio del circoletto di errore medio, per effetto dell'imperfetta coincidenza dell'asse di collimazione coll'asse dello strumento supposto verticale, sarà dunque:

$$s = \frac{1}{2} \frac{\alpha}{I} \text{ H sen 1"};$$

ma anche qui l'errore potrà avere un orientamento qualunque attorno al punto vero, per cui, come precedente-mente, dovrà considerarsi per questa seconda causa uno spo-stamento medio in senso laterale dato da:

$$s_m = \frac{s}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2\sqrt{2}} \frac{\alpha}{1}$$
 H sen 4".

Supponiamo infine che l'asse di rotazione dello strumento, invece che verticale, sia affetto da un errore di n", a causa del limite di sensibilità della livella all'uopo adoperata. Ne nascerà sul centro del circoletto dianzi considerato uno spo-

$$t = n \text{ H sen } 1''$$
:

e potendo anche questo avere un orientamento qualunque intorno al vero punto P, ne risultera per questa terza causa

$$t_m = \frac{t}{\sqrt{2}} = \frac{n}{\sqrt{2}}$$
 H sen 1".

Fasc. 8º - Fog. 2º

I tre spostamenti medi r_m , s_m , t_m essendo dovuti a cause indipendenti, dovranno sommarsi al quadrato, dando su ognuno dei punti P_1 , P_2 un errore medio laterale:

$$\sqrt{r^2_m + s^2_m + t^2_m};$$

sicchė sulla congiungente P1P2=A nascera un errore medio azimutale:

$$\theta_{3} = \sqrt{2} \frac{\sqrt{r^{2}_{m} + s^{2}_{m} + t^{2}_{m}}}{\Delta \operatorname{sen} 1''} =$$

$$= \sqrt{2} \frac{H}{\Delta} \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{\alpha}{I}\right)^{2} + \frac{1}{8} \left(\frac{\alpha}{I}\right)^{2} + \frac{n^{2}}{2}}.$$

Supponiamo, per fare un esempio in condizioni già abbastanza buone, che sia:

 $H = 100 \text{ m.}, \ \Delta = 2 \text{ m.}, \ \alpha = 30'', \ I = 90, \ n = 0'', 5;$

$$\theta_{3} = \sqrt{2} \frac{100}{2} \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{30}{90}\right)^{2} + \frac{1}{8} \left(\frac{30}{90}\right)^{2} + \frac{1}{2} (0.5)^{2}} = 31'' \text{ circa.}$$

Non sappiamo se attualmente gli strumenti del Nagel siano costruiti col grado di finezza e di potenza da noi supposto nell'esempio precedente; i primi costruiti erano di certo assai lontani da quelle condizioni. Ad ogni modo la formula da noi ottenuta dimostra quale delicatezza si richieda nell'apparecchio di Nagel, per raggiungere appena la precisione di mezzo primo per ogni 100 m. di profondità: precisione che sarebbe soddisfacente per altezze moderate, ma che cesserebbe di esserlo oltrepassando i 200 o 300 m. di profondità.

Per migliorare i risultati sperabili da questo metodo, potrebbe applicarsi la *puntata nadirale*. Ma neanche con ciò si potrà conseguire una grande precisione nei casi di grandi profondità; il solo errore dovuto alle incertezze di puntata basta a limitare la precisione dei risultati. Ammettiamo pure di poter avere uno strumento scevro affatto da ogni errore di verticalità dei suoi assi; e supponiamo di voler ottenere alla profondità di 400 m. e con una base di 2 m., l'errore medio θ_3 di mezzo minuto primo; per raggiungere questo scopo, e per la sola influenza delle incertezze di puntata, occorrerà nel cannocchiale un ingrandimento dato da:

$$30'' = \sqrt{2} \frac{400}{2} \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{30}{1}\right)^2}$$

da cui si ricava I=200; e lo stesso grado di precisione non potrebbe conseguirsi a 1000 m. di profondita (pozzo di Przibram) se non facendo I=500. Si richiederebbero in sostanza apparecchi di precisione e di potenza paragonabili a

quelle dei grandi strumenti astronomici. Il metodo di Nagel ha d'altra parte il difetto di richiedere due stazioni sulla bocca del pozzo; ed abbiamo già avuto occasione di vedere quanto difficile sia lo stabilire queste stazioni nell'esatta direzione che deve trasmettersi all'interno. Questa difficoltà sarebbe però qui felicemente superata ado-perando il ripiego accennato nel n. 6, proposto dal Salmoi-raghi, solo che si potessero usare i due cannocchiali a guisa di collimatori, puntando coll'uno il reticolo dell'altro op-portunamente illuminato. Abbiamo detto che la precisione di questa operazione andra perduta nel caso in cui sotto le piattaforme dei due strumenti devono appendersi due fili a piombo: giacchè gli errori di questa sospensione possono essere maggiori di quelli che vorrebbero evitarsi colle puntate reciproche dei due strumenti. Ma questa difficoltà non esiste nel caso in cui i fili a piombo si trovino sostituiti dalle visuali verticali degli stessi cannocchiali con cui vengono fatte le puntate reciproche.

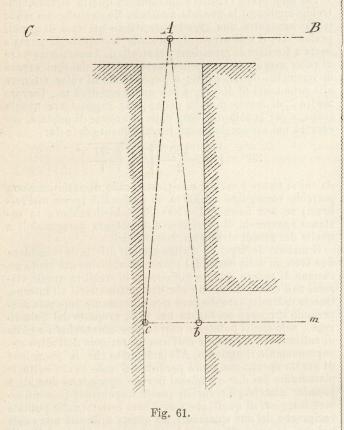
19. — Adoperando lo strumento di Nagel nel modo anzidetto, esso si può perfettamente paragonare ad uno stru-mento portatile di passaggi; e con uno strumento di questo genere, a piattaforma forata, si può effettuare la trasmissione dell'azimut più semplicemente e con maggior esattezza.

Rinunziando ad impiegare visuali obbligate sulla verticale, come nel metodo di Nagel, e servendosi invece di visuali obbligate in un piano verticale, basta una sola stazione sulla bocca del pozzo. Installato lo strumento di passaggi, e orientato il suo piano di collimazione col puntare al segnale lontano che individua la direzione da trasmettere, si abbasserà il cannocchiale per puntare prima all'una, poi all'altra delle due mire da collocarsi in fondo al pozzo. È questo il metodo usato per la prima volta dal Beanlands e che ha dato buoni risultati anche in condizioni non troppo favorevoli, usando,

s'intende, strumenti di notevole potenza.

Colle formule generali che danno l'errore azimutale di una puntata in funzione dell'angolo zenitale corrispondente, e degli errori residui dell'asse di rotazione del cannocchiale e del suo asse di collimazione, potrebbe calcolarsi l'errore di posizione che può nascere su ciascuna delle due mire poste in fondo al pozzo. E riunendovi l'errore dovuto ad incertezza di puntata, dipendentemente dalla potenza I del canocchiale, potrebbe ottenersi una formula generale dell'errore 03. Questa ricerca è però alquanto complicata, è preferiamo richiamare l'attenzione sopra un pregio, che sembra noi importantissimo, di questo metodo; quello cioè che la precisione dei risultati può rendersi indipendente dagli errori residui degli assi dello strumento; facendola dipendere solo dalla potenza del cannocchiale in quanto da essa risulta la finezza delle puntate.

Si riconosce facilmente che gli errori strumentali residui (imperfetta orizzontalità dell'asse di rotazione del cannocchiale, e imperfetta perpendicolarità di questo coll'asse di collimazione) producono un errore uguale e dello stesso segno sopra due visuali simmetriche alla verticale, cioè ugualmente inclinate all'orizzonte. Ciò premesso, supponiamo che, installato lo strumento in A (fig. 61) verso il centro



della sezione libera del pozzo, si dirigano all'esterno due visuali di uguale inclinazione, e si individuino sul terreno con due segnali B, B ugualmente elevati ed ugualmente distanti dallo strumento; la congiungente C B si assuma come direzione da trasmettere all'interno. Dirigendo poi il cannocchiale entro il pozzo, si collochino a posto le due mire e, b, distanti quanto è permesso dall'ampiezza libera del pozzo, e prossimamente simmetriche rispetto alla verticale di A. È evidente che, in queste condizioni, l'errore che si può commettere in B è identico a quello in C, e così pure saranno

eguali fra loro gli spostamenti laterali di cui potranno essere affetti i punti b, c, per effetto sia dell'errore di orizzontalità dell'asse di rotazione del cannocchiale, sia della mancanza di perpendicolarità di questo coll'asse di collimazione. Segue da ciò che la congiungente b c potrà non essere l'esatta proiezione della B C, ma sarà certamente parallela a questa proiezione, e quindi l'errore d'azimut θ_3 sarà solo quello dipendente dalla finezza delle puntate, cioè:

$$\theta_3 = \sqrt{2} \frac{H}{\Delta} \frac{\alpha}{I}$$
.

Come nel caso del metodo di Nagel, se si tratta di profondità molto grandi, non possono conseguirsi risultati di gran precisione se non adoperando strumenti di gran potenza. Ma si ha qui il vantaggio di una sola stazione sulla bocca del pozzo: ed operando come poc'anzi abbiamo detto, questa stazione non è neanche obbligata ad una direzione prestabilita, e ciò che è più, vengono a compensarsi naturalmente gli effetti delle piccole inevitabili scorrezioni dello strumento.

Il metodo descritto non richiede nemmeno l'uso di strumenti a cannocchiale centrato. Un teodolite eccentrico col quale possano farsi le puntate all'ingiù, serve ugualmente, purchè il suo cannocchiale sia di ingrandimento adeguato alla profondità a cui dovranno collocarsi le mire, ed al grado di precisione richiesto; l'eccentricità del cannocchiale non richiede alcuna operazione speciale per tenerne conto sulla posizione del centro dello strumento, rispetto alla direzione da trasmettere, purchè si determini questa colle due puntate opposte B C, salvo poi a collegare questa retta B C alla triangolazione esterna per determinarne l'azimut.

Supponiamo di avere a disposizione un teodolite eccentrico il cui cannocchiale abbia l'ingrandimento I, e proponiamoci di determinare a qual profondità potrà ottenersi l'approssimazione $\theta_3 = 30$ ", con una base, al solito, di 2 m. Avremo la relazione:

$$30'' = \sqrt{2} \frac{H}{2} \frac{30''}{I}$$

da cui:

$$H = \sqrt{2}I;$$

per I = 15 si avrebbe H = 21 m. circa: e per raggiungere la stessa precisione alla profondiià di 100 m. occorrerebbe un teodolite il cui cannocchiale avesse l'ingrandimento 70 circa. Il metodo è senza dubbio assai semplice e spedito, ma non si può applicare a profondità notevoli, quando si voglia una discreta approssimazione, se non ricorrendo a strumenti di grande potenza.

Notiamo infine che, procedendo nel modo da noi indicato, l'errore medio θ_3 viene a comprendere anche quello che prima indicavamo con θ_1 , giacchè viene risparmiata l'operazione esterna di collocare i due piombi o i due strumenti nella direzione prestabilita. Rimane però ancora da eseguire l'operazione sotterranea di dedurre dalla congiungente delle due mire la direzione del primo lato della poligonale interna: per cui l'errore medio complessivo sarà espresso in questo caso da:

$$\sqrt{\theta_3^2 + \theta_2^2}$$
.

20. — Anche quest'ultima operazione, che è sempre noiosa, può essere risparmiata od almeno semplificata con un ripiego usato dal Richardson nel tracciamento dei due attacchi della galleria sotto il fiume Severn. Invece di collocare nel pozzo le due mire b, c, si distenda nel pozzo e nella galleria da rilevare un filo metallico ben terso c m, di una lunghezza poco maggiore di quella che vuol darsi al primo lato della poligonale. Gli estremi del filo si fisseranno in c ed in m a due sostegni orizzontali sui quali essi possano spostarsi per successivi tentativi, finchè il cannocchiale stabilito sulla bocca del pozzo punti esattamente al filo su tutto il tratto di esso che rimane visibile. Ottenuto ciò, si trovano allo stesso tempo eseguite le due operazioni del proiettare la base d'appoggio lungo la canna del pozzo, e del prolungare questa base entro la galleria da rilevare. Per tal modo

l'errore medio complessivo di tutto il lavoro di trasmissione

dell'azimut si trova ridotto al solo θ_3 .

Naturalmente, perchè il metodo del Richardson sia applicabile è necessario non solo che il filo me sia bene illuminato, ma anche che la sua grossezza sia tale da poter essere visto nettamente dal cannocchiale che si adopera. Supponendo di usare un filo di 1 mm., l'ingrandimento che dovrà avere il cannocchiale per poterlo vedere a profondità H sarà dato da:

$$\frac{0,001}{H}$$
 206265" = $\frac{\alpha}{1}$;

in cui α , per le cose dette nel n. 4, dovrà assumersi uguale a $45^{\prime\prime}$; avremo dunque:

I = 0.218 H;

ccsi, con un cannocchiale di ingrandimento 15, il filo di 1 mm. potrà adoperarsi fino quasi alla profondità di 70 m.

Non polendo disporre di uno strumento che permetta di dirigere le visuali all'ingiù, ma che sia munito di prisma che permetta le puntate all'insù, il metodo del Richardson può essere ugualmente applicabile, collocando lo strumento entro il pozzo, al piano della galleria da rilevare, e distendendo il filo sulla bocca del pozzo. Si ha forse con ciò un vantaggio, stante la buona illuminazione del filo esterno, ma riesce in generale incomoda e faticosa la stazione da farsi entro la canna del pozzo. Usando un cannocchiale eccentrico, le puntate all'insù possono essere rese più facili servendosi invece che del prisma deviatore, di un orizzonte artificiale col quale le puntate verrebbero fatte all'ingiù sull'immagine riflessa del filo esterno.

21. — Passiamo finalmente all'esame dei mezzi coi qual¹ può ottenersi la trasmissione dell'azimut coll'uso di orientatori magnetici. Naturalmente non sarà il caso di ricorrere a questi mezzi nelle miniere in cui esistano minerali o roccie magnetiche, che darebbero luogo ad influenze locali di grande entità e che non potrebbero in alcun modo eliminarsi. Ma in assenza di queste cause perturbatrici inevitabili, il metodo può rendere preziosi servizi, specialmente in pozzi molto profondi o che si trovino in pessime condizioni per applicare vantaggiosamente gli altri metodi finora esaminati.

Anzitutto si dovrà stabilire sulla bocca del pozzo un punto di riferimento, collegato alla triangolazione esterna, e del quale si determinerà la proiezione lungo il pozzo per avere il punto corrispondente nel piano della galleria da rilevare. Questa operazione si farà, a seconda dei casi, con un filo a piombo, o con una puntata verticale, servendosi di un teo-dolite eccentrico o dello strumento di Nagel. L'errore medio attribuibile a questa operazione può facilmente valutarsi colle formule che abbiamo dato a suo luogo; giova però riflettere che in questo caso gli errori di posizione del punto ottenuto, non hanno alcuna influenza sulla trasmissione dell'azimut, ma producono solo uno spostamento parallelo che si trasmette inalterato in tutto il seguito del rilievo, per quanto esteso esso sia. Non solo non è il caso di affinare questa operazione alle piccole frazioni di millimetro (come quando la trasmissione dell'azimut è appoggiata alla direzione delle brevi basi costituita dai due piombi), ma possono tollerarsi vari centimetri di errore, senza paura di gravi conseguenze anche per un rilievo di qualche delicatezza. Nei casi di poca importanza può anche farsi a meno dell'operazione anzidetta, utilizzando come verticale di riferimento lo spigolo di una delle guide che si trovano lungo la canna del pozzo e in cui scorrono le gabbie di estrazione; in un buon impianto queste guide non devono troppo allontanarsi dall'esatta verticale.

Stabilito in fondo al pozzo un punto che rappresenti con sufficiente esattezza la proiezione del punto di riferimento all'esterno, si fara partire da esso il primo lato della poligonale sotterranea, del quale rimane a determinare l'orientamento rispetto al meridiano magnetico. Si capisce come questa operazione sarebbe assai poco delicata adoperando una bussola comune, la cui lettura non può farsi che al limite d'errore di 1 4 di grado, ossia coll'errore medio di circa 5'. Questo grado di incertezza sarebbe enorme per un rilievo

che dovesse continuarsi col teodolite, giacchè esso darebbe luogo ad un errore medio di spostamento di circa m. 0,15 per ogni 100 metri di distanza. Ma in un rilievo di poca importanza, da eseguirsi completamente colla bussola, quel risultato sarebbe ancora accettabile, tenuto conto che i suoi effetti non si trasmetterebbero a tutto il rilievo, e rimarrebbero localizzati al 1º lato della poligonale. Nei casi più delicati bisognerà ricorrere ad un teodolite munito di orientatore più sensibile. Si collocherà lo strumento nel primo vertice della poligonale sotterranea, lo si orienterà mediante il declinatore in guisa che il suo diametro 0º-180° si trovi nella direzione del meridiano magnetico, indi facendo ruotare l'alidada si punterà al segnale di collocamento stabilito nel pozzo, e si leggerà sul cerchio l'orientamento magnetico di questo primo lato.

Un declinatore assai semplice, da applicare ad un teodolite comune, è quello a cannocchialetto, costruito dalla casa Hildebrand (già Lingke) di Freiberg, e che somiglia a quello usato dal Salmoiraghi nei suoi strumenti di celerimensura. In questo, l'ago si trova sospeso entro un tubetto chiuso all'estremità posteriore con un diaframma semitrasparente, sul quale si proietta una lastrina orizzontale divisa in piccole parti simmetriche rispetto ad una riga mediana. Sul davanti il tubetto è chiuso da un oculare con cui può puntarsi l'estremità opposta dell'ago, che finisce in una sottile punta volta all'insù. La coincidenza dell'immagine di questa punta colla divisione mediana della lastrina, indica che lo stru-

mento trovasi orientato col Nord magnetico.

Nell'orientatore di Hildebrand ambe le estremità dell'ago sono munite di sottili punte volte all'insù, ed oltre all'oculare anteriore vi ha un'altra piccola lente interna disposta per modo che guardando nell'oculare si possono vedere entrambe le punte, una diritta e l'altra alquanto più in alto ma rovesciata. Lo strumento sarà orientato quando si vedranno corrispondere esattamente queste due immagini fra loro e colla divisione mediana della lastrina. La puntata differenziale fra le due punte raddoppia anzitutto la sensibilità dell'apparecchio; inoltre elimina l'eccentricità della sospensione. Le divisioni della lastrina sogliono essere in decimi di millimetri, la lunghezza dell'ago è di circa 11 cm., e l'ingrandimento del cannocchialetto è 10. Con questi elementi si può giudicare della finezza delle puntate per la coincidenza delle due immagini. Siccome le divisioni della lastrina sono viste colla grandezza apparente di 1 mm., potrà apprezzarsi con molta sicurezza la mezza divisione, anche quando si tenga conto delle dimensioni materiali delle due punte; ed essendo queste alla distanza di 11 cm. l'errore angolare che ne risulta sarà:

$$\frac{\frac{1}{2} \ 0{,}0001}{0{,}11} 206265'' = 93'' \sqrt[3]{4}$$

a cui corrisponderebbe l'errore medio di circa 31''. Calcolando un errore consimile per difetto di sensibilità dell'ago, giacchè un errore più grande diventerebbe sensibile facendo muovere l'ago ed osservando se ritorna alla stessa posizione di riposo, ed infine aggiungendovi ancora un errore dello stesso ordine per altre cause personali o strumentali, si arriverebbe ad un errore medio complessivo $31''\sqrt{3}=53''$ circa. Non è dunque irragionevole attribuire all'orientatore di Hildebrand una finezza corrispondente all'errore medio di 1'.

Questa precisione è già assai soddisfacente, e potrebbe essere ancora migliorata con un apparecchio dello stesso genere, aumentando la lunghezza dell'ago, la delicatezza della sospensione, l'ingrandimento del cannocchialetto. Meglio ancora ricorrendo al tipo di orientatore usato dal Porro nella costruzione dei primi Cleps, in cui il piccolo magnete era sospeso ad un filo senza torsione ed era munito di uno specchietto come nel magnetometro di Gauss.

Apparecchi di maggiore finezza furono introdotti dal Borchers e dallo Schmidt, i quali insieme al teodolite cui vanno annessi vengono a costituire dei veri magnetometri di Gauss. La collimazione allo specchietto del magnete viene fatta mediante il cannocchiale stesso del teodolite, coll'aggiunta di

una lente che permetta la puntata a brevissima distanza. Il magnetometro propriamente detto è fissato ad un sopporto a guisa di mensola che trovasi imperniato sullo stesso sopporto del teodolite, in guisa da poter ruotare fino a disporsi nella direzione prossima al meridiano. Si procede allora alla collimazione allo specchietto del magnete, e con opportune inversioni del teodolite e del magnete si eliminano gli errori strumentali. La media delle letture azimutali fatte sui due nonii del teodolite, dà l'orientamento del diametro 0°-180° col meridiano magnetico. Puntando allora al segnale di partenza del 1º lato della poligonale si avrà per differenza l'azimut magnetico di questo lato.

22. — Si capisce come con apparecchi di questo genere si possa limitare l'errore azimutale a pochi secondi; e se non vi fossero altre cause di errore all'infuori di quelle proprie dello strumento, la trasmissione dell'azimut potrebbe farsi in questo modo con precisione assai più grande che con tutti gli altri metodi che abbiamo passato in rassegna. Ma perchè questa precisione non rimanga illusoria occorre liberarsi dall'influenza delle continue perturbazioni che avvengono nella

direzione del meridiano magnetico.

Si ritiene da molti che per il solo fatto di queste continue variazioni, a cui è soggetta in uno stesso luogo la declinazione magnetica, non possa accordarsi che una mediocre fiducia ai rilievi eseguiti colla misura diretta degli azimut magnetici. In una nostra pubblicazione: Sulla precisione delle poligonali specialmente sotterranee (1), abbiamo studiato sotto tutti gli aspetti questa questione, mettendo in evidenza il pregio sostanziale del rilievo colla bussola in confronto a quello col teodolite; ed abbiamo mostrato in che modo possa trarsi il massimo vantaggio dall'uso del meridiano magnetico come linea di riferimento degli azimut, tenendo conto delle variazioni a cui è soggetta la sua direzione. Basta, infatti, conoscere quale era il valore della declinazione nel momento in cui fu osservato l'azimut magnetico di una data visuale per poter facilmente riferire l'orientamento di questa al meridiano vero, o ad una direzione qualunque invariabile convenzionalmente stabilita.

Il Borchers ha riconosciuto, con osservazioni fatte fino alla profondità di 1000 metri, che le variazioni di declinazione che si producono alla superficie concordano perfettamente con quelle che allo stesso tempo si osservano in profondità. Quindi è che coll'impianto di un piccolo osservatorio magnetico, quale fu fatto in varie grandi miniere, diventa facile correggere i rilievi sotterrranei fatti colla bussola, liberandoli completamente dalle continue variazioni cui va soggetta

la direzione del meridiano magnetico.

Più facile è ancora questa correzione nel caso di cui noi ci occupiamo, trattandosi dell'azimut di un solo lato. Basterà che, contemporaneamente all'osservazione sotterranea, si eseguisca alla superficie, con un apparecchio simile, la misura della declinazione magnetica rispetto al Nord vero o anche rispetto ad una direzione fissa collegata colla rete trigonometrica. Si avrà allora, colla semplice differenza delle due osservazioni contemporanee, l'orientamento assoluto della direzione sotterranea rispetto a quella direzione esterna invariabile. E l'errore medio di questo orientamento assoluto sarà dato da $\theta \sqrt{2}$, se θ è quello che può attribuirsi al tipo di declinatore che fu adoperato si per l'una che per l'altra delle due operazioni.

La contemporaneità delle due misure elimina ogni dubbio sia per le variazioni regolari che per quelle anormali. Ma quando non si abbia a disposizione che un solo strumento, bisogna rinunziare a questo vantaggio delle osservazioni simultanee. Si farà allora una misura di declinazione all'esterno immediatamente prima di quella sotterranea, ed un'altra immediatamente dopo. Se i due risultati mostrano una differenza ragionevole, e quale può provenire dalle ordinarie variazioni diurne, potrà farsi la media dei medesimi, colla certezza di non incorrere che in errori di second'or-

dine. Meglio ancora se si farà una serie di osservazioni al-(1) L'Ingegneria Civile, Vol. XX, anno 1894, pag. 145, 161, 181.

ternate alla superficie ed all'interno, tenendo conto delle ore corrispondenti; in questo modo potrà ricorrersi con vantaggio all'interpolazione dei risultati, ottenendone parecchi valori dell'orientamento cercato, la cui media darà un risultato più preciso, e dalle cui discordanze potrà ricavarsi una valutazione a posteriori dell'errore medio finale.

- Oltre alle variazioni proprie della declinazione, bisogna anche preoccuparsi delle influenze locali che possono alterare la direzione dell'ago calamitato. La più comune fra queste influenze è quella delle rotaie, di cui sono armate le gallerie; ed è perfettamente giustificato dall'importanza del lavoro che queste rotaie debbano venir rimosse almeno per

un tratto di galleria abbastanza lungo.

Potrebbero però esservi delle masse di ferro che non sia possibile rimuovere: tale è il caso delle grandi pompe di miniera, che si trovano quasi sempre nei pozzi e costituiscono una ingente massa, che può esercitare una grande influenza sull'ago anche a notevole distanza. Se la galleria da rilevare ha un andamento rettilineo che permetta di dare al primo lato della poligonale una lunghezza assai grande, potrà stabilirsi lo strumento a distanza tale da diventare insensibile quell'influenza. Del resto, non è proprio necessario che la determinazione dell'azimut si faccia sul primo lato della poligonale. Lo scopo sarà ugualmente raggiunto, eseguendo questa operazione in un lato qualunque del rilievo, anche a gran distanza dal pozzo, per andare in una regione in cui si abbia l'assoluta sicurezza di non avere influenze locali di sorta.

24. — Riassumendo, dall'esame che abbiamo fatto di tutti i metodi finora usati e proposti per la trasmissione dell'azimut

in un pozzo verticale, possiamo concludere:

1º Quando si abbiano a disposizione soltanto strumenti di ingrandimento piuttosto piccolo, il più conveniente fra tutti i metodi è quello basato sull'uso dei piombi. Esso può dare risultati assai soddisfacenti, anche a profondità molto grandi, quando si abbiano circostanze favorevoli per ottenere l'immobilità dei piombi, od almeno una certa regolarità nelle loro oscillazioni. Non si richiedono strumenti speciali, nè piattaforme di precisione, specialmente usando il collegamento a triangolo esaminato nel n. 13, e servendosi di semplici righe millimetrate per osservare le escursioni dei piombi, come si è detto nel n. 10.

Tanto questo metodo, come quello del n. 14, sono suscettibili di compensazione, approfittando degli elementi esuberanti che si misurano nel triangolo di collegamento;

2º I metodi ottici offrirebbero sempre, in confronto a quelli con fili a piombo, il vantaggio di una maggior semplicità e speditezza. Ma l'approssimazione che può sperarsene è soddisfacente solo quando si tratti di profondità assai piccole, finchè non si hanno a disposizione che strumenti comuni a mediocre ingrandimento. Per profondità di 100 o più metri, si richiedono già strumenti di grande potenza, paragonabili agli universali geodetici di primo ordine, se vuol raggiungersi un grado di esattezza simile a quello che può conseguirsi coll'uso dei piombi in buone condizioni. Per grandi profondità bisognerebbe ricorrere a veri strumenti astronomici, il cui uso non sarebbe giustificato che dalla assoluta impossibilità di adoperare altri metodi;

3º Il metodo basato sull'orientamento magnetico può rendere prezioso servizio nei casi più difficili, ed è capace di notevole precisione adoperando declinatori delicati, quali sono quelli derivati dal magnetometro di Gauss, ed usando tutte le cautele occorrenti per liberare i risultati dalle variazioni di declinazione e dalle influenze locali. Superiore a tutti gli altri metodi per semplicità e comodità, questo metodo ha il vantaggio di dare un'approssimazione ugualmente buona tanto alle piccole profondità, come a quelle grandissime. Osserviamo infine che un declinatore delicato quale è quello di Schmidt, da annettersi ad un comune teodolite, è uno strumento di poco costo, il cui uso dovrebbe essere continuo, almeno nelle miniere di una certa importanza, per fare ogni tanto osservazioni di declinazione che permettano di liberare i rilievi ordinari, che si eseguiscono colla bussola sospesa, dall'influenza

delle variazioni del meridiano magnetico;

4º Qualunque sia il metodo al quale voglia ricorrersi, non bisogna farsi delle dannose illusioni sulla precisione sperabile nella trasmissione dell'azimut per pozzi verticali. Il più delle volte si deve considerare come ottimo un collegamento, sul quale si abbiano indizi di aver raggiunto l'esattezza corrispondente ad un errore medio complessivo di 30"; il più spesso si sarà costretti ad appoggiare un rilievo ad un primo lato di poligonale, sul cui orientamento non possa sperarsi che la precisione di un primo. Sarà sempre bene che l'operazione venga eseguita almeno due volte (cambiando la base d'appoggio e mettendosi in condizioni diverse), sia per migliorare i risultati col farne la media, sia per giudicare a posteriori dell'errore medio conseguito; e dall'entità degli scarti fra i singoli risultati, potrà pur giudicarsi dell'assenza di errori grossolani, giacchè i medesimi non dovrebbero eccedere la corrispondente tolleranza, cioè il valore 3 1/2 θ, essendo θ l'errore medio che a priori può attribuirsi

ad ognuna delle operazioni ripetute;

5° Dovrà sempre ricorrersi ad ogni risorsa che permetta di controllare e perfezionare i risultati dei collegamenti. Così per esempio, nei rilievi minerari occorre di fare la trasmissione dell'azimut ai diversi livelli di uno stesso pozzo principale; e siccome tutti questi livelli comunicano poi fra loro mediante pozzetti interni, si può approfittare di queste comunicazioni per collegare da livello a livello le diverse poligonali partenti dal pozzo principale. La constatazione degli errori di chiusura delle poligonali fra loro, utile sempre come verifica di tutto il rilievo, può spesso giovare a scoprire l'esistenza di un errore fondamentale di orientamento su tutta la poligonale di un livello. Se, per esempio, in diversi collegamenti di uno stesso livello col superiore e coll'inferiore si trovano sempre delle differenze nello stesso senso, è ragionevole argomentarne l'esistenza di un errore che conviene correggere; e se per di più in codesti errori lineari di chiusura si riscontra una certa proporzionalità alla distanza del pozzo principale di partenza, si può molto verosimilmente concludere che in quella poligonale vi ha un errore iniziale di orientamento dovuto ad inesatta trasmissione dell'azimut. Le indagini di questo genere, fatte con sistema, sui risultati dei collegamenti, riusciranno sempre utili a perfezionare la bontà dei singoli rilievi, specialmente coll'interrompere la moltiplicazione degli errori che sarebbero dovuti ad erroneo orientamento dei lati di partenza dal pozzo.

25. — Vi ha un caso in cui il collegamento di un rilievo sotterraneo coll'esterno può farsi con grandissima precisione, e cioè quando la galleria da rilevare comunica all'esterno mediante due pozzi. Questo caso è frequente nelle grandi miniere, o per la vasta estensione dei lavori, o per il bisogno di separare i servizi di estrazione, esaurimento e ventilazione.

Calati due piombi, uno in ciascun pozzo, e collegatili esternamente colla triangolazione, sarà nota la loro posizione relativa per distanza e per azimut. Collegandoli poi internamente con una poligonale, si potrà desumere col calcolo l'orientamento di questa, mediante l'azimut conosciuto della congiungente dei due piombi. Siccome questa congiungente costituisce in sostanza una base d'appoggio assai lunga, le incertezze dovute alle oscillazioni dei piombi non produrranno che una tenuissima influenza sulla determinazione dell'orientamento. Aggiungasi che la distanza fra i due punti di riferimento, conosciuta dall'esterno con molta precisione, dà un mezzo assai efficace per la verifica, e se si vuole per la compensazione, della poligonale di collegamento.

26. — Abbiamo finora supposto che il pozzo o i pozzi di cui può approfittarsi per la trasmissione dell'azimut siano verticali, come è il caso generale. Tuttavia occorre talvolta di eseguire questa operazione in un pozzo inclinato. E lo stesso caso si presenta nei collegamenti interni da livello a livello, quando i pozzetti di comunicazione sono praticati secondo l'inclinazione del filone, per isolare in questo i massicci di coltivazione.

I collegamenti di questo genere possono farsi in generale cogli stessi mezzi usati per le poligonali sotterranee; se il pozzo è tutto in un tratto, basterà una stazione sulla bocca

di esso, ed una in fondo; se invece il pozzo presenta un forte cambiamento di direzione o di inclinazione, occorrerà qualche stazione intermedia, ed il collegamento viene fatto mediante due o più lati invece che con un lato solo, stabilendo uno o più vertici lungo il pozzo. Le stazioni di questo genere possono farsi facilmente con un teodolite di miniera il cui cannocchiale suol avere eccentricità sufficiente per permettere le puntate all'ingiù: e per fare comodamente le puntate all'insù servirà il prisma di spezzamento, ovvero un orizzonte artificiale sul quale si punterà l'immagine riflessa del segnale superiore. Come segnale per le puntate all'ingiù, conviene usare le mire di precisione collocate sugli stessi sopporti che possono ricevere lo strumento; ma per le puntate all'insù, se il pozzo è assai prossimo alla verticale, una parte della mira può trovarsi nascosta dal sopporto, e si sarà costretti a puntare ad un filo a piombo collocato sul vertice superiore del lato di collegamento. Le misure degli angoli azimutali dovranno sempre farsi con inversione del cannocchiale, sia per eliminare gli effetti dell'eccentricità, sia per attenuare l'influenza degli errori residuali degli assi dello strumento, che è assai forte nel caso in cui una delle visuali è molto elevata o molto depressa.

L'errore medio temibile in questi collegamenti risulta dalle seguenti parti: 1º errore medio di misura proprio dello strumento, dipendentemente dalla sua finezza e dal numero delle ripetizioni o reiterazioni eseguite; 2º errore medio di puntata per ognuno dei due segnali che individuano l'angolo da misurare, da calcolarsi colla formula data, in funzione dell'ingrandimento del cannocchiale e della distanza effettiva dei segnali della stazione; gli errori lineari che ne risultano saranno poi da convertire in errori angolari riferendoli alla proiezione orizzontale di ciascun lato; 3º errore medio di stazione per imperfetta coincidenza del centro di ogni segnale col punto in cui prima trovavasi o in cui dovrà collocarsi il centro dello strumento: ed anche questi errori lineari andranno riferiti alle proiezioni orizzontali dei lati. Colle regole date in questa e nell'altra nostra precedente Memoria sulla precisione delle poligonali, sarà facile calcolare tutti questi errori medi, che sommati al quadrato daranno il quadrato dell'errore medio complessivo della trasmissione dell'azimut. Si capisce che questo errore medio riuscirà abbastanza piccolo se il pozzo non è troppo vicino alla verticale: supponendolo per esempio inclinato di 70° all'orizzonte, per ogni 100 m. di altezza si avrà una proiezione orizzontale di circa 36 metri, e quindi supponendo anche un errore medio laterale di 2 mm. su ciascuno dei due vertici, ne risulterà un errore di stazione:

$$\frac{0,002}{36}\sqrt{2} \times 206265'' = 16'' \text{ circa}$$

ed ammettendo pure un errore medio di misura dello stesso ordine, l'errore complessivo rimarrà ancora limitato a:

$$16'' \sqrt{2} = 23'' \text{ circa.}$$

Crescendo la profondità del pozzo, questo errore non aumenterà in proporzione: l'errore di misura e quello di centramento dei segnali o della stazione, rimarranno pressochè costanti, e crescerà solo quella parte dell'errore dovuta alla finezza delle puntate. Ma allo stesso tempo, a parità di inclinazione del pozzo, crescerà in proporzione la lunghezza della proiezione orizzontale, e quindi diminuirà l'influenza di quell'errore. In conclusione questo metodo di collegamento può dare, anche cogli strumenti comuni una discreta precisione anche a grandi profondità, purchè il pozzo non sia tanto prossimo alla verticale da avere una proiezione orizzontale di pochi metri.

Nel caso che ora consideriamo il collegamento non è completo colla sola trasmissione dell'azimut, come quando si tratta di un pozzo verticale; in questo caso, calando un piombo nel pozzo si ha senz'altro la proiezione di un punto della superficie; qui occorre invece che oltre alla direzione sia pur determinata la lunghezza orizzontale del lato di collegamento per passare dalle coordinate della stazione sulla bocca del pozzo a quelle della stazione inferiore da cui si fa partire la poligonale sotterranea.

Nel metodo introdotto dal Borchers, il pozzo viene suddiviso in diversi tratti mediante stazioni intermedie, in guisa da poter misurare colle canne la distanza verticale fra due stazioni successive; misurando anche l'inclinazione di ciascuna visuale, si può dedurre dall'altezza misurata la lunghezza dell'altro cateto, che costituisce la proiezione orizzontale della congiungente delle due stazioni. Essendo queste stabilite tutte in uno stesso piano verticale, la somma di codeste proiezioni parziali darà la proiezione totale occorrente per il collegamento. Senza entrare nei dettagli di questo processo, per i quali rimandiamo all'opera già citata del Salmoiraghi, osserviamo che esso deve riuscire in pratica assai lungo e laborioso. Essendo esso basato sulla misura diretta colle canne dell'altezza da ogni stazione alla successiva, si capisce che si sarà costretti a suddividere il pozzo in molti piccoli tronchi, anche quando la regolarità del medesimo permetterebbe di eseguire il collegamento con un solo tratto: e da questa moltiplicazione delle stazioni dovrà derivarne, oltre che un aumento di lavoro, una grande diminuzione di esattezza sui risultati. Crediamo perciò preferibile il metodo da noiseguito in parecchi collegamenti interni, che è in sostanza identico a quello che si adopererebbe in una poligonale or-dinaria qualunque: cioè ridurre le stazioni al minimo possibile consentito dall'andamento più o meno regolare del pozzo, e per ogni visuale misurare la lunghezza effettiva, che si ridurrà all'orizzonte per mezzo della corrispondente misura zenitale, ottenuta colla media delle puntate fatte col cannocchiale a destra o a sinistra, per eliminare l'influenza dell'eccentricità.

La misura della lunghezza effettiva del lato di collegamento può farsi assai bene mediante un filo metallico che possa avvolgersi in un rocchetto fisso sulla bocca del pozzo, come si usa per la misura esatta delle profondità col metodo di Chausselle. Occorre soltanto che nelle due stazioni fra cui deve farsi la misura i sopporti siano fissati ben stabilmente in guisa che, agganciando in uno di essi l'estremità del filo possa esercitarsi in questo la voluta tensione per evitare una catenaria troppo pronunciata. Disteso così il filo basterà fare un segno su di esso in corrispondenza al centro dell'altro sopporto, indi se ne misurerà la lunghezza mentre si va avvolgendo nel rocchetto, come nell'accennato metodo di Chausselle, ovvero distendendolo nuovamente all'esterno.

Gli errori temibili in questa misura dipendono principalmente dagli allungamenti proprii del filo per il suo peso e dalla sua catenaria. Ma bisogna riflettere che questi errori si trovano assai ridotti sulla proiezione orizzontale. Così per esempio un errore di lunghezza di 10 centimetri, si ridurrebbe a 3 cm. 12 nel caso di un angolo all'orizzonte di 70°, ed a soli 1 cm. 12 circa per l'inclinazione di 80°. E questi errori non sembreranno di grande importanza quando si rifletta che essi rimangono allo stato di errori lineari costanti su tutta la poligonale successiva, non avendo influenza sull'orientamento di questa. Del resto il metodo da noi indicato sarebbe capace di tutta l'esattezza desiderabile, adoperando per la misura, invece di un semplice filo metallico ordinario, un nastro Jäderin campionato a tensione costante e graduato per tener conto e dell'allungamento e della catenaria che si produce con quella tensione. Già abbiamo detto in altra occasione quale prezioso servizio possa rendere questo mezzo di misura nelle poligonali sotterranee di precisione.

Anche ammettendo che il metodo del Borchers sia suscettibile di grande esattezza quanto alla determinazione dell'altezza e della proiezione orizzontale del pozzo inclinato, esso non può dare, secondo noi, che una precisione ben scarsa, per quanto riguarda il collegamento. Ogni stazione inter-media equivale alla misura di un angolo a lati brevissimi: fra ogni stazione e la verticale della stazione precedente vi sarà una distanza limitata a meno della larghezza del pozzo, e quindi quei lati risulteranno sempre tutt'al più di 2 o 3 m. Ora si capisce che in queste condizioni basteranno piccole incertezze di frazioni di millimetro nel centramento del teodolite e delle mire, per produrre errori angolari grandissimi in ognuna delle stazioni. E queste stazioni saranno poi assai numerose; coll'inclinazione di 70º dell'asse del pozzo, e con una larghezza libera di 2 metri, la lunghezza massima della

verticale che può liberamente calarsi nel pozzo sarà m. 2 💢 tg. 70° = m. 2×2 , 74 = m. 5,48; sicchè per un pozzo di soli 50 m. occorreranno 10 stazioni. Posto che in ciascuna di queste sia scevra da ogni errore strumentale l'operazione di riportare al segnale inferiore la direzione di quello superiore, rimarrà l'errore di centramento dei segnali rispetto allo strumento; e supponendo questo errore di 1/2 millimetro ne nascerà un errore medio azimutale:

$$\varepsilon = \frac{0,0005}{\sqrt{2}} \frac{\sqrt{2^2 + 2^2 + 4^2}}{2 \times 2} 20.6265'' = 90'' \text{ circa}$$

che diventerebbe $90''\sqrt{10} = 284'' = 4'^3/4$ circa sull'ultimo tratto del collegamento. Questo errore sarebbe enorme; e notisi che l'ipotesi di un errore di centramento di 1/2 millimetro in ogni stazione è tutt'altro che esagerato, tanto più se si adoperano, come vorrebbe il Borchers, le fiammelle

di speciali lampadine per eseguire le puntate.

Come mezzo di trasmissione dell'azimut, il metodo del Borchers è dunque assolutamente da proscriversi. Nè crediamo che vi sia vantaggio a ricorrere a questo metodo per la sola determinazione dell'altezza e della lunghezza della proiezione orizzontale. Il tenue vantaggio che si potrà avere nell'esattezza di queste misure è ottenuto a prezzo di un lavoro lungo e disagevole, e col bisogno di stabilire nel pozzo una quantità di ponti stabili, con lunga interruzione del servizio del pozzo, essendo ben raro che tutte le operazioni possano comodamente eseguirsi restando nel compartimento dedicato alle scale di passaggio.

Miniere di Montevecchio, aprile 1894.

Ing. F. Mossa.

CRONACA

Lo sgretolamento del Genio Civile e la creazione di minuscoli Corpi tecnici governativi per ogni servizio speciale. — Nel n. 151 del quotidiano Nuovo Giornale di Torino, sotto il titolo: « Il Genio Civile », ho pubblicato il seguente articolo:

« Sono pochi giorni che venne firmata la legge contenente le disposizioni relative ad un'ulteriore riduzione nel personale del Regio Corpo del Genio Civile, disposizioni che andranno in vigore fra due

« Questa legge passò quasi inosservata nel febbrile lavorìo dell'ultimo periodo legislativo, e si aggiunse a quelle altre precedenti che in pochi anni sono venute man mano ad assottigliare, sì da ridurlo ormai ai minimi termini, il più importante Corpo tecnico governativo.

« Per un giudizio superficiale, le ragioni di queste riduzioni sono

facili a rintracciarsi.

« In base alla legge del 1882, con cui si disciplinavano le attri-buzioni del Genio Civile, questo Corpo doveva principalmente occu-parsi della viabilità ordinaria, delle opere ferroviarie e delle opere idrauliche fluviali e marittime.

« Ora, colle trasformazioni dei servizi in materia di pubblici la-

vori, queste attribuzioni sono andate sempre più scemando.

« Col completarsi della nostra rete ferroviaria, le strade nazionali passarono man mano all'Amministrazione delle provincie, e così di strade nazionali più non rimangono in generale che quelle pochissime

di interesse essenzialmente strategico.

Le strade nuove da costruirsi col concorso del Governo, sono per la maggior parte ultimate, ed a quelle poche da costruirsi ancora sarà provveduto direttamente dalle Provincie.

« Circa le opere ferroviarie, le costruzioni in parte ultimate e per il resto ora assai rallentate, vennero quasi totalmente assunte direttamente, con speciali contratti, dalle Società esercenti le attuali reti; tutto quanto poi si riferisce ai vari rapporti di indole tecnica inter-cedenti fra Società e Governo, viene regolato dal Corpo appositamente creato: l'Ispettorato ferroviario.

« Al Genio Civile non rimangono pertanto, salvo altri piccoli in-significanti servizi, come Corpo tecnico consultivo, che le opere idrau-

liche fluviali e marittime.

« Niun dubbio che tale còmpito sarebbe più che sufficiente da solo ad occupare anche un numeroso Corpo tecnico. In materia di opere idrauliche, specialmente fluviali, e cioè per tutto quanto riguarda la sistemazione dei fiumi e torrenti, nonchè le opere di difesa di essi, vi è in Italia ancora larghissimo campo di lavoro e per studi e per costruzioni. Disgraziatamente per ora mancano i mezzi, ma è certo che non appena il nostro paese potrà respirare un po' più liberamente col cessare degli enormi impegni assunti per il completamento delle reti ferroviarie, dovrà dedicare le sue forze a quella parte così importante e vitale per l'economia generale di un paese, quale è la sistemazione del proprio regime fluviale, nel quale ramo l'Ingegneria italiana ha saputo acquistare un primato che ancora oggi difficilmente

le si può contendere.

Ma allo stato attuale delle cose, le opere idrauliche non richiedono il lavoro se non di un personale tecnico di numero limitato. E così stando le cose, parrebbe che nulla ci sarebbe a ridire sulla continua riduzione del Corpo del Genio Civile.

« Ma a questo punto sorge spontanea una domanda: il Genio Civile è il solo Corpo tecnico governativo? Tutti sanno che no. Lo sono pure l'Ispettorato ferroviario, il Corpo tecnico delle Finanze, il Corpo tecnico per la formazione del nuovo Catasto, senza accennare ad altri servizi secondari, in cui s'impiega un personale tecnico speciale, come sarebbero le costruzioni delle carceri, gli aiuti al Genio Militare per costruzioni militari, ecc. E ciò sempre nel campo delle costruzioni in genere, non essendo qui il caso di parlare di servizi specialissimi, quali quelli disimpegnati dai Corpi tecnici per le miniere, per le costruzioni navali, ecc.

« Ora, se riflettiamo (e sia detto col maggior rispetto per gli altri Corpi tecnici, che certo attendono con intelligenza e zelo alle loro mansioni) che il Genio Civile è stato sempre il corpo scelto, sia per il minor numero di posti disponibili, sia per le maggiori garanzie richieste per l'ammissione, consistenti in esami difficili e severissimi, dobbiamo pure domandarci se sia conveniente per il Governo di disperdere a poco a poco questo Corpo, che racchiudeva, e racchiude tuttora, tanti e sì buoni elementi, mentre, se è pur vero che i servizi speciali ad esso Corpo domandati hanno cessato in parte di esirestano pure ancora tante altre mansioni tecniche da compiere.

Ed a questo punto una considerazione di ordine più generale ci si affaccia, ed è questa. Perchè deve esistere questa così completa mancanza di coordinamento fra i vari servizi per le opere pubbliche, sì che i vari Corpi tecnici, che di essi si occupano, abbiano da essere separati da altrettante muraglie della China?

« Si comprende che col progredire continuo dei vari rami dell'in-gegneria, sia sentito fino ad un certo punto il bisogno di specializzare i servizi, ma, per altra parte, non trovo, a mo' d'esempio, una maggiore distanza fra un'operazione di triangolazione e lo studio di una ferrovia, di quella che vi sia fra lo stesso studio di ferrovia ed il progetto di un molo, o di una darsena. Eppure queste due ultime specie di lavori apparterrebbero entrambe alle attribuzioni del Genio Civile, mentre le prime due, assai meno disparate, sono ora disimpegnate da corpi tecnici diversi.

Perchè adunque il servizio tecnico generale dello Stato non deve essere coordinato per modo che, dovendosi procedere ad una riduzione di personale, la si possa operare sull'intero personale con più ampia libertà di scelta per eliminare i meno adatti, mentre invece tale cernita, per necessità di cose, viene ora a restringersi proprio sulla parte

migliore?

« E così accade che, mentre in certi servizi vi sarà forse ancora del personale straordinario che presta la sua opera, d'altro lato si mette fuori un personale regolarmente incorporato, il quale naturalmente, per gli obblighi che il Governo ha verso di esso, viene sempre a gravare sul bilancio delle pensioni.

« E ciò che oggi si discioglie, potrebbe con non grande sacrifizio

pur rendere importantissimi servigi.

« Noi ci domandiamo, per esempio, perchè, mentre per legge è devoluta al Genio Civile la viabilità ordinaria, ora che il Governo si è liberato quasi totalmente dalle strade nazionali, non volge le sue cure alla viabilità comunale, la quale pur troppo, malgrado gli enormi sacrifici fatti per l'esecuzione della legge sulla costruzione delle strade comunali obbligatorie, va ogni giorno più deperendo per l'abbandono in cui sono lasciate le strade affidate ai Comuni, sì che fra non molto quasi interamente andrà perduto il frutto dei denari impiegati nella loro costruzione?

« Ed il Governo ben conosce questo stato di cose, e la preoccupazione sua a questo riguardo, risulta evidente da numerosi documenti governativi; ma di pratico a questo importantissimo scopo nulla venne mai tentato, mentre anche il solo studio e la attivazione di una nuova organizzazione dell'amministrazione delle nostre strade comunali, che costituiscono la più vasta rete della viabilità ordinaria, avrebbero fornito un utilissimo campo di proficuo lavoro per il Genio civile a pro' dell'intera nazione ed a sollievo grandissimo dell'agricoltura che paga senza avvedersene un gravissimo tributo in maggiori spese di trasporto in causa delle deplorevoli condizioni delle strade di cui principalmente

« E notisi bene che qui si parla solo di studi e riorganizzazione del servizio delle strade comunali, non già di avocazione allo Stato delle strade stesse, cosa questa che sarebbe inopportuno propugnare.

Ho accennato a questo ramo importantissimo di lavoro, perchè è il primo che mi si para dinanzi per gli studi che su esso ho compiuti e per le proposte che appunto in tale senso io ebbi occasione di mettere avanti, ma credo che non difficilmente si sarebbe potuto trovare un utile campo d'attività al nostro Genio Civile o in servizi già esistenti

od in nuovi studi di cui pure è sentito vivamente il bisogno. E così non possiamo sottrarci ad un senso di tristezza nell'assistere al disorganizzarsi di questo importante corpo che vanta una tradizione delle più gloriose. Da esso, conviene ricordarlo, sono uscite le più fulgide figure di ingegneri costruttori, la cui opera apprezzatissima in Italia, ben di frequente venne richiesta dall'estero, tanto che il nome italiano suona ancora oggi con onore ed ovunque in tutti i rami dell'arte costruttoria.

Ed ancora oggi nomi celebrati nell'ingegneria figurano nei quadri del Genio Civile. Ma intanto questa parte che ancora rimane non può che sentirsi sfibrata e sfiduciata dal vedersi a poco a poco rimpicciolire e scemare quel còmpito che pure essa, e con onore, aveva sempre disim-

pegnato.

« La voce che facciamo sentire è forse tarda. Però qualche cosa si potrebbe ancor fare, ed in ogni caso, meglio tardi che mai »,

Trattandosi di giornale politico, non ho creduto opportuno entrare in maggiori particolari. Ma è bene che tutta l'attenzione delle persone tecniche sia richiamata sopra la importante questione, specialmente sul punto riguardante la necessità di un maggiore coordinamento dei vari servizi tecnici.

Presso il Governo, non solo non è sentito tale bisogno, ma la corrente attuale segna la singolare tendenza di creare presso quasi ogni Ministero dei minuscoli corpi tecnici per ogni servizio speciale.

E così recentemente, mentre da una parte il Ministro dei lavori pubblici presenta una legge in forza della quale ben 178 impiegati tecnici del Genio Civile vengono messi fuori servizio, poco tempo prima e cioè il 10 luglio scorso, il Ministro di agricoltura e commercio, d'accordo con altri colleghi, a proposito della legge sulla sorveglianza delle caldaie a vapore, propone addirittura la creazione d'un nuovo corpo tecnico, il R. Corpo degli Ingegneri delle Industrie con un completo organico di 46 Ingegneri divisi nientemeno che in 6 classi, mentre attualmente tale servizio era disimpegnato da tre soli ispettori delle industrie. Naturalmente le condizioni fatte a questo nuovo corpo sono delle più meschine, tali da escludere la possibilità di avere uomini di qualche valore; 17 ingegneri avranno appena L. 2000 annue, e nessun onere viene preso dal Governo per il trattamento di riposo, salvo una partecipazione ad una cassa di previdenza.

Ripeto, che per quanto si voglia far larga parte al concetto della specializzazione dei servizi, esso non può giustificare questo continuo

disorganizzare da una parte per creare a nuovo dall'altra.

Andando di questo passo ad ogni nuovo problema da risolvere si creerà un nuovo corpo di tecnici, mentre si andò ormai a poco a poco sgretolando, ed è quasi distrutto, il più importante corpo tecnico go-vernativo che senza dubbio era il più saldamente costituito.

Se persone più competenti ed autorevoli che non chi scrive, riconoscessero la giustezza di queste ragioni, farebbero opera utile e certamente proficua per il nostro paese facendosene eco e richiamando su

tale argomento l'attenzione dei corpi deliberanti.

Ing. MASSIMO TEDESCHI.

NOTIZIE

Le tramvie a gas di Dessau. — Dal 15 novembre dell'anno scorso trovasi in esercizio a Dessau la prima linea di tramvie a gas. Essa ha una lunghezza di Chm. 4,4 e si divide in due tronchi (Post-Friedhof: 2,5 Chm.; e Banhof Leopoldankstift: Chm. 1,9). La linea è eseguita con rotaie a gola tipo *Phoenix*, a scartamento normale, con forti curve, fra le quali una di 12 metri di raggio, e rampe a forti pendenza. forti pendenze, fra le quali una del 33 0100, lunga 140 metri.

Le vetture sistema Lührig (piccolo tipo) portano un motore a gas di 7 cavalli, avente due cilindri orizzontali, opposti, gli stantuffi dei quali agiscono sopra uno stesso albero; la distribuzione si opera per mezzo di cassettini. La vettura non differisce in nulla da quelle delle altre tramvie a cavalli od elettriche. Lo scappamento dei motori viene eseguito dalla parte inferiore dei cilindri. Il gas necessario all'esercizio (gas d'illuminazione ordinaria compresso) è contenuto in tre cilindri di ferro disposti nella vettura, dei quali il più grande si trova sotto il secondo sedile e gli altri due sotto il piano della vettura, l'uno avanti e l'altro dopo le ruote. I tre serbatoi hanno insieme una capacità totale di 800 litri. Al principio il gas è introdotto ad una pressione di 6 atmosfere.

Nella vettura di Dessau il serbatoio dell'acqua può contenere 300 litri circa. Le vetture, che pesano 6 T., possono trasportare ciascuna

28 viaggiatori, compreso il conduttore.

La velocità può variare fra grandi limiti; però il massimo per-messo dalle autorità è di 12 Chm. all'ora. Per regolare la velocità il conduttore dispone di una leva accompagnata da un'altra leva per la contromarcia. Le prove eseguite con queste vetture hanno mo-strato che si può manovrarle facilmente, e che, anche durante una velocità massima possono essere fermate quasi istantaneamente. In marcia normale il motore fa 250 giri; dopo le fermate è rimesso in movimento con la rotazione di un volano mosso a mano dal con-

In prossimità delle ultime stazioni si trovano le due stazioni di compressione del gas preso dalla condotta stradale. Una di queste stazioni è costituita da una casetta contenente una pompa a gas, direttamente accoppiata ad un motore a gas di 8 cavalli. All'esterno, setto una tettoia, si trovano due serbatoi in forma di caldaie per il gas compresso a 8 atmosfere, e due refrigeranti per il motore. Un condotto sotterraneo porta il gas da ciascuna stazione alla linea, dove uno speciale apparecchio permette di attingerlo. La stazione per la compressione del gas può comporsi di un pic-

colo locale, il servizio può essere fatto da un sol uomo, e la macchina non ha bisogno di funzionare durante tutta la giornata. A Dessau, per esempio, ciascuna di queste stazioni non funziona, durante tutto il giorno, che per sole 3 ore. Quando i motori di 8 cavalli di queste stazioni lavorano a pieno carico, essi assicurano il

servizio di 20 vetture motrici.

Il serbatoio del gas delle vetture è sufficiente per due corse di andata e ritorno, e per riempirlo basta una fermata di 3 minuti. Si profitta egualmente di questa fermata per rinnovare l'acqua re-

frigerante secondo i bisogni.

Dopo l'inaugurazione i risultati hanno superato le aspettative; si sono trasportate in una vettura fino a 50 e 60 persone, con una velocità di 15 Chm. all'ora, sorpassando per conseguenza quella prescritta. Una vettura motrice potè trascinarne un'altra, della quale il motore erasi fermato, e sormontare inoltre le rampe con due veicoli con passeggeri.

(Bollettino della Società degli Ingegneri in Roma).

Sull'azione dei prodotti della combustione mescolati all'aria nell'essiccamento dei cereali. - È noto (1) che quando nell'essiccamento dei cereali si impiega aria calda mescolata ai prodotti di combustione si ha una diminuzione nella facoltà germinativa superiore a quella che si ottiene impiegando aria calda semplicemente ed

operando, del resto, nelle stesse condizioni.

Il professore Angelo Menozzi, pensando che giustamente coll'utilizzazione dei prodotti della combustione si realizza un'economia nel combustibile; e che potendo conoscere la causa per la quale i prodotti della combustione pregiudicano la facoltà germinativa, e trovando il modo di combatterla, si deve riescire ad un vantaggio non trascurabile nella pratica dell'essiccamento dei cereali, instituì alcune prove col proposito di conoscere la causa dell'azione perniciosa dei prodotti della combustione.

1. — Per poter orientarsi nelle indagini cercò dapprima l'azione, che sopra i semi potevano avere alcune delle sostanze contenute eventualmente nei prodotti della combustione; e l'attenzione sua si fermò dapprima sui prodotti provenienti da una incompleta combustione, o da una parziale distillazione di combustibili; quali l'ossido di carbonio ed

alcuni idrocarburi.

Dispose perciò un esperimento nel quale del granturco umido si sottopose all'azione dell'aria mescolata con l'ossido di carbonio in determinato rapporto, e d'altra parte con aria calda senza ossido di car-

bonio, mantenendo la stessa temperatura nei due casi.

L'esperimento fu fatto in piccolo, naturalmente colle disposizioni volute per raggiungere le condizioni stabilite, e cioè si preparò dapprima una mescolanza di aria e di ossido di carbonio al 10 per cento; e la mescolanza ottenuta in un grande gazometro si fece passare lentamente per un apparecchio riscaldato a mezzo di una stufa contenente il seme di granturco umido.

Con termometri si poteva osservare la temperatura del seme e quella

della mescolanza gassosa che arriva sul seme medesimo.

In un primo esperimento si ebbero i seguenti risultati:

con granturco contenente 27 per cento di umidità, facoltà germinativa 93 per cento.

Essiccando alla temperatura di 45 gradi, la facoltà germinativa si

con aria calda semplicemente a 85 per cento; e con aria e ossido di carbonio a 69 per cento.

Per escludere ogni dubbio e confermare questo primo risultato l'esperimento fu ripetuto parecchie volte in identiche condizioni e si ebbero risultati analoghi.

Infatti con un secondo esperimento, lavorando sempre alla temperatura di 45 gradi e partendo da granturco con 25 per cento di umidità e con 91 per cento di facoltà germinativa, si ebbe:

dopo essiccamento con aria soltanto, facoltà germinativa 84 per

dopo essiccamento con aria e ossido di carbonio 69 per cento. Si ridusse la quantità di ossido di carbonio nella miscela dal 10 al 5 per cento e operando sempre alla temperatura di 45 gradi si ebbero questi risultati:

con granturco contenente 26 per cento di acqua e con 94 per cento di facoltà germinativa, essiccando con aria soltanto, la facoltà germinativa si ridusse a 87 per cento;

id. id., con aria e ossido di carbonio, a 76 per cento.

(1) V. Ingegneria Civile, vol. XIV, anno 1888, pag. 133.

Si ridusse maggiormente il contenuto in ossido di carbonio portandolo al 2 per cento; ed a questa proporzione si constatò che l'ossido di carbonio ha un'azione perniciosa sulla facoltà germinativa, come dimostrano i risultati di queste prove:

Con granturco contenente 25 per cento di umidità e con 95 per

cento di facoltà germinativa:

essiccando con aria, sempre a 45 gradi, la facoltà germinativa si ridusse a 86 per cento;

essiccando con aria e ossido di carbonio al 2 per cento la facoltà

germinativa si ridusse a 81 per cento.

Tutti questi risultati dimostrano in modo indubbio che l'ossido di carbonio mescolato all'aria agisce sul granturco umido nel senso di diminuire la facoltà germinativa.

2. — Constatato questo primo fatto, si presero in esame alcuni idrocarburi fra quelli che si trovano nei prodotti della distillazione di combustibili, quali il metano, l'etilene, l'acetilene, ecc.

Questi gas furono mescolati con aria in vario rapporto, e le miscele

impiegate nell'essiccazione, e si ottennero i risultati seguenti: Il granturco contenente 25 per cento di umidità e con 93 per cento di facoltà germinativa, dopo essiccamento con aria a 45 gradi, mostrò la facoltà germinativa di 86 per cento.

Dopo essiccamento con aria e metano, nel rapporto del 10 per cento,

mostrò una facoltà germinativa di 79 per cento.

Con una mescolanza di aria e metano, nel rapporto del 5 per cento, la facoltà germinativa si ridusse a 83 per cento.

Con una mescolanza di aria ed etilene, nel rapporto del 5 per cento,

la facoltà germinativa si ridusse a 78 per cento. Più pernicioso di tutti si mostrò l'acetilene, perchè con una mescolanza di aria e acetilene, nel rapporto del 5 per cento, la facoltà germinativa si ridusse a 69 per cento, e con una mescolanza di aria e acetilene al 2 per cento la facoltà germinativa si ridusse a 72 per cento.

L'acetilene dunque, anche in quantità relativamente piccola, ha un'azione assai manifesta sulla facoltà germinativa riducendola note-

I quali risultati sembrano sufficienti per dimostrare che il prodotto di una combustione incompleta quale è l'ossido di carbonio e i pro-dotti della distillazione di taluni combustibili, mescolati all'aria che si impiega per l'essiccamento del granturco, sono di grande pregiudizio

per la facoltà germinativa.

Epperò la diminuzione della facoltà germinativa rilevata in altri esperimenti col mescolare all'aria i prodotti della combustione, se può imputarsi in parte ad una mescolanza non omogenea, di guisa che il granturco venga a trovarsi in alcuni punti esposto ad una tempera-tura superiore a quella media dell'aria calda, d'altra parte si può im-putare anche all'azione nociva che esercitano alcune sostanze, le quali si trovano fra i prodotti di una combustione incompleta, o di una distillazione di combustibili.

Tali considerazioni portano poi a questa conseguenza pratica che quando si vogliono usare i prodotti della combustione unitamente all'aria calda, per l'essiccamento dei cereali umidi, volendo conservare il granturco con tutte le sue proprietà, si deve aver la massima cura nel regime del focolare affinchè avvenga una combustione completa e non si abbia a verificare distillazione, e ciò specialmente quando s'impieghi legna, od altro combustibile che col riscaldamento svolge idro-(Annali di Agricoltura). carburi.

BIBLIOGRAFIA

Rivista di topografia e catasto, pubblicata per cura di Nico DEMO JADANZA, professore di geodesia teoretica nella R. Università, e di geometria pratica nella R. Scuola degli Ingegneri in Torino. Prima e seconda dispensa (luglio-agosto). Op. in-8º gine 32. — Prezzo di associazione annua L. 12. grande di pa-

Il titolo del nuovo periodico mensile, di cui il chiarissimo professore Jadanza intraprende la pubblicazione, è quello stesso della Rivista che il Giornale dei Lavori Pubblici ha cessato di pubblicare

e di cui deve dirsi la continuazione.

Lo scopo che il Jadanza si propone di raggiungere « è quello di diffondere le buone norme di rilevamento e di portare alla conoscenza del pubblico tutto quanto si produce di nuovo in questa importantissima tra le scienze applicate ».

La Rivista di topografia e catasto, dice inoltre il programma, « seguiterà ad occuparsi di geodesia, topografia, stima dei fondi e del catasto nei rispetti giuridici, e conterrà articoli che riguardano l'insegnamento elementare della topografia. Essa sarà quindi utile non solo agli ingegneri e geometri privati, ma anche a quelli che sono addetti ai lavori catastali ed ai professori dei nostri istituti tecnici ».

Auguriamo alla nuova Rivista il concorso speciale di quanti sentono amore per codesta scienza, la quale non può mai andare disgiunta dai dettami dell'esperienza, e ci rallegriamo col valoroso professore Jadanza di essersi accinto volonteroso all'ardua impresa.

PAOLO MARIANO, Gerente.

L'Ingegneria Civile e le Arti Industriali

Anno XXI - Tav. VIII.

Fig. 4. — Progetto n. I delle Costruzioni meccaniche di Saronno. — Classificato primo per ordine di merito — Premio di L. 3000.

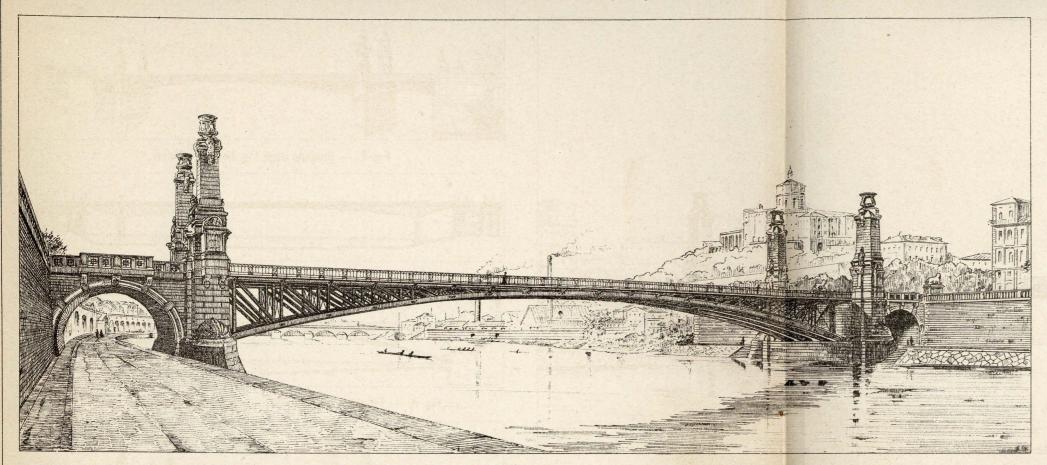


Fig. 6. — Progetto A degli Ing. V. Lombroso ed E. Ovazza di Torino. — Classificato secondo per ordine di merito — Premio di L. 2000.

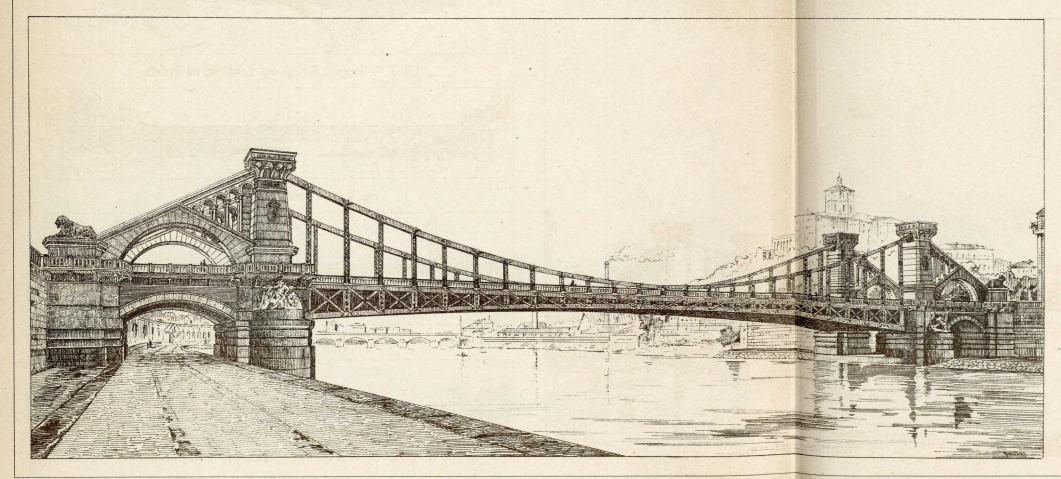


Fig. 1. — Progetto dell'Impresa di Costruzioni metalliche di Castellamare.

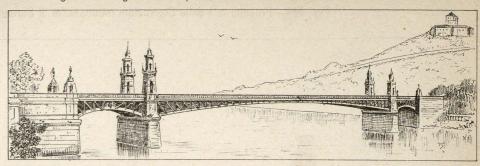


Fig. 2. — Progetto degli Ing. Boubée e Mayer.

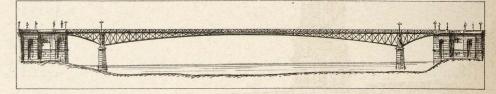


Fig. 3. — Progetto dell'Ing. C. Canovetti.

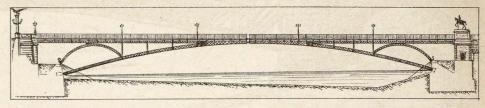


Fig. 5. — Progetto n. II delle Costruzioni meccaniche di Saronno.

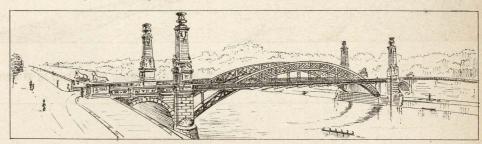


Fig. 7. — Progetto B degli Ing. Lombroso ed Ovazza.



Fig. 8. - Progetto dell'Ing. A. Ciappi.

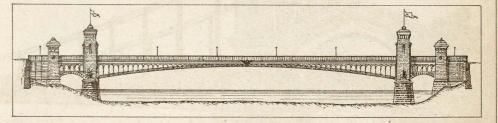
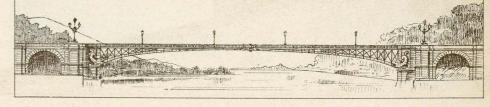


Fig. 9. — Progetto degli Ing. Sapegno e Parodi.



Tip-Lit Camilla e Bertolero, editori - Torino