

ATTI DELLA SOCIETÀ
DEGLI INGEGNERI E DEGLI INDUSTRIALI

DI TORINO



ANNO III — 1869

FASCICOLO I

TORINO
TIP. C. FAVALE E COMP.
1869.

ELENCO DEI SOCI

Onorarii.

1. BRIGHENTI Comm. Maurizio, Ispettore onorario del Genio Civile. — (*Rimini*).
2. LOMBARDINI Comm. Elia, Senatore del Regno. — (*Milano*).
3. PORRO Cav. Ignazio, Maggiore nel Genio Militare, Prof. di Celerimensura. — (*Milano*).
4. SCHIAVONI Cav. Federico, Prof. di Geodesia teoretica. — (*Napoli*).
5. TURAZZA Cav. Domenico, Membro di parecchi Istituti scientifici e Prof. nell'Università di *Padova*.

Effettivi residenti.

6. AGUDIO Cav. Ing. Tomaso.
7. ALBERT Cav. Ing. Alessandro.
8. ALLEMANNO Giuseppe, Meccanico.
9. AVENATI Ing. Zaverio.
10. BELLA Comm. Ing. Giuseppe, Senatore del Regno.
11. BERRUTI Cav. Ing. Giacinto.
12. BORELLA Comm. Ing. Candido.
13. BOLLATI Ing. Oreste.

14. CAVALLI Comm. Giovanni, Luogot. Gen. d'Artiglieria, Comandante della R. Accademia Militare, Membro dell'Accademia delle Scienze.
15. CAMUSSO Cav. Ing. Ernesto.
16. CAVALLERO Cav. Ing. Agostino, Prof. di macchine a vapore nella Scuola d'applicazione degli Ingegneri.
17. CAPUCCIO Ing. Gaetano.
18. CAGNASSI Cav. Giovanni, Industriale.
19. CARRERA Cav. Ing. Pietro.
20. CASANA Cav. Severino Ing.
21. CEPPI Conte Carlo, Architetto, Prof. nell'Acc. Militare.
22. CERIANA Cav. Carlo, Banchiere.
23. CHINAGLIA Marcello, Industriale.
24. CODAZZA Cav. Prof. Giovanni, Vice-Direttore del Museo Industriale.
25. CORNETTI Ing. Fortunato.
26. CORSI Cav. Ing. Carlo, Capitano nelle Guardie-fuoco.
27. CURIONI Cav. Ing. Giovanni, Prof. di Costruzioni alla Scuola d'applicazione degli Ingegneri.
28. DAVICINI Cav. Ing. Giovanni.
29. DEBERNARDI Ing. Antonio.
30. DELFINO Cav. Giovanni, Ing.
31. DORNA Cav. Ing. Alessandro, Prof. nella R. Accademia Militare e nell'Università, Direttore dell'Osservatorio Astronomico di Torino.
32. DOGLIOTTI Ing. Pietro, Capo-trazione alla Ferrovia dell'Alta Italia.
33. ELIA Cav. Ing. Michele, Capo-ufficio alla Ferrovia dell'Alta Italia.
34. ERBA Cav. Giuseppe, Prof. di Meccanica e Preside della Facoltà di Matematica nell'Università di Torino.
35. FERRATI Comm. Camillo, Ing., Prof. nell'Università di Torino.
36. FERRARI Cav. Ing. Vincenzo.
37. FERRANDO Ing. Giovanni.
38. FERRANTE Ing. Gio. Battista.

39. FENOGLIO Ing. Luigi.
40. FIORA Ing. Giovanni, Prof. nell'Accademia Militare.
41. FILIPPI Ing. Vincenzo, Sotto-Capo dell'Ufficio d'Arte della Città di Torino.
42. FOSCOLO Cav. Giorgio, Prof. nell'Accademia Militare.
43. GALVAGNO Comm. Filippo, Senatore del Regno.
44. GABETTI Cav. Carlo, Architetto edilizio della Città di Torino.
45. GALLI Ing. Luigi.
46. GIACOSA Cav. Ing. Cesare, Colonnello del Genio Militare.
47. GONELLA Cav. Ing. Gio. Battista.
48. GONELLA Ing. Andrea, Capitano d'Artiglieria.
49. GOVI Cav. Gilberto, Prof. di fisica nell'Univ. di Torino, Membro dell'Accademia delle Scienze.
50. GUASTALLA Cav. Israele, Banchiere.
51. HUGUET Luigi, Meccanico.
52. LUVINI Cav. Ing. Giovanni, Prof. di fisica nell'Accademia Militare.
53. MASSA Ing. Cav. Mattia.
54. MALVANO Ing. Alessandro.
55. MALVANO Alessandro, Banchiere.
56. MELLA Cav. Ing. Enrico, R. Commissario delle Ferrovie dell'Alta Italia.
57. MONDINO Cav. Ing. Achille.
58. MORIS Cav. Giuseppe, Commerciante.
59. NIGRA Giuseppe, Commerciante.
60. PANIZZA Cav. Pietro, Architetto.
61. PAUTRIER Fortunato, Ingegnere presso le Ferrovie dell'Alta Italia.
62. PECCO Cav. Ing. Edoardo, Capo dell'Ufficio d'Arte della Città di Torino.
63. PEYRON Cav. Ing. Amedeo.
64. PELLATI Cav. Nicolò, Ing. delle Miniere.
65. PETITI Ing. Enrico.
66. PETRINO Ing. Luigi.
67. POCCARDI Giuseppe, Fonditore in metalli.

68. REGIS Ing. Domenico, Prof. nell'Accademia Militare ed alla Scuola Superiore di Guerra.
69. RICHELMY Comm. Prospero, Prof. e Direttore della Scuola d'applicazione degl'Ingegneri, Membro dell'Accademia delle Scienze.
70. RICCARDI DI NETRO Cav. Ernesto.
71. ROSSET Cav. Giuseppe, Colonnello d'Artiglieria, Direttore della fonderia dell'Arsenale Militare di Torino.
72. ROCHETTE Giuseppe, Meccanico.
73. SACHERO Comm. Celestino, Magg. Generale Comandante la Scuola d'applicazione delle armi d'Artiglieria e Genio.
74. SOBRERO Barone Carlo, Luog. Generale d'Artiglieria in ritiro.
75. SOBRERO Comm. Ascanio, Prof. di chimica e Vice-Direttore della Scuola d'Applicazione degli Ingegneri, Membro dell'Accademia delle Scienze.
76. SOMMEILLER Comm. Ing. Germano.
77. SELLA Comm. Ing. Quintino, Membro dell'Accademia delle Scienze.
78. SUSINNO Ing. Gabriele.
79. SOLDATI Ing. Vincenzo.
80. SPURGAZZI Comm. Ing. Pietro.
81. SPEZIA Cav Ing. Antonio.
82. TASCA Comm. Gio. Batt., Presidente della Camera di Commercio.
83. TEALDI Domenico, Geometra.
84. THOVEZ Ing. Cesare, Professore nell'Istituto Tecnico Professionale.
85. VALVASSORI Comm. Angelo, Ingegnere, R. Commissario al Traforo delle Alpi.

Non residenti.

86. AGAZZI Ing. Zaverio — *Firenze.*
87. BESSO Ing. Beniamino — *Torino.*

88. BILLIA Ing. Adolfo — *Caserta*.
89. BOCCARDO Architetto Domenico — *Moncalieri*.
90. BUCCHIA Ing. Gustavo — *Torino*.
91. CAPORIONI Ing. Sante, Capo Sezione alle Ferrovie Meridionali — *Popoli*.
92. CONTI Cav. Pietro, Magg. del Genio — *Alessandria*.
93. COLLI Cav. Ing. Rocco — *Novara*.
94. CHIARAVIGLIO Ing. Giuseppe — *Pinerolo*.
95. DAINA Ing. Francesco — *Savona*.
96. DEBALEINE Ing. Emilio — *Torino*.
97. FASELLA Cav. Felice, Ing. navale — *Genova*.
98. GAVOSTO Prof. Ing. Tommaso — *Biella*.
99. LANINO Ing. Giuseppe, alle Ferrovie Merid. — *Ariano*.
100. PAIOLA Dott. Ing. Gio. Battista — *Torino*.
101. RAMPONE Prof. Ing. Francesco — *Mantova*.

Aggregati.

102. ANTONINO Ing. Vittorio.
 103. GRIBODO Ing. Giovanni.
 104. FUBINI Ing. Lazzaro.
 105. PULCIANO Ing. Melchiorre.
 106. REYCEND Ing. Gio. Angelo.
 107. SACHERI Ing. Giovanni.
 108. SPREAFICO Ing. Leonida.
 109. TONTA Ing. Giuseppe.
 110. ZUCCHETTI Ing. Ferdinando.
-

Adunanza 5 marzo 1869

ORDINE DEL GIORNO.

Comunicazioni del Comitato.

Proposte di nuovi Soci.

Resoconto dell'Esercizio finanziario 1868.

Letture di una memoria del prof. Sobrero sui Cementi magnesiaci.

Presidenza SPURGAZZI.

Presenti:

19 membri effettivi

5 » aggregati.

1. Letti ed approvati i verbali delle due ultime adunanze antecedenti, il Presidente annunciando alla Società la perdita del compianto Presidente onorario senatore Paleocapa, rammenta quanto abbia concorso ad iniziare la Società nostra essendone primo Presidente, la particolare benevolenza sempre dimostrata onorandone frequentemente di sua presenza le sedute e prendendo parte alle discussioni che in essa si facevano, ed infine, l'amore particolare che portava alla Città nostra, per cui la nostra Società professandogli speciale gratitudine risente per la sua perdita particolare rammarico.

2. In seguito il Presidente a nome del Comitato, ricordate le condizioni della Società allo spirare dello scorso anno, espone quanto fece per dare atto alle deliberazioni già prese da quest'adunanza onde rendere più agevole il concorso dei soci nelle sale della Società, ed accenna all'illuminazione a gaz introdotta nelle medesime, all'essersi destinate alcune sale ai ritrovi e conversazioni serali. Aggiunge essersi accresciuta la collezione dei giornali, essere imminente la pubblicazione del 4° fascicolo dell' *Atti della Società*,

e rammenta infine la lettura fatta dal prof. Porro del suo *Teodolite Cleps Cielo*.

3. Soggiunge che per le demissioni presentate dal Tesoriere della Società sig. Banchiere Malvano e dal Segretario Ingegnere Ferrante, essendo riuscite vane le sollecitazioni fatte affinché volessero continuare nel loro ufficio questi vennero surrogati nelle persone dei sig. Banchiere cav. Carlo Ceriana per Tesoriere, ed Ingegnere Pulciano per Segretario.

4. Il Segretario dà lettura dei doni pervenuti alla Società dopo l'ultima generale adunanza e delle proposte di 5 nuovi soci effettivi residenti.

5. Ha la parola il prof. Sobrero per la lettura della sua memoria sui *Cementi Magnesiaci*.

6. Si dà lettura della lettera con cui il socio Panizza offre alla Società la bandiera sotto la quale si riunirono nell'anno 1848 gli Ingegneri ed Architetti coi Geometri nelle dimostrazioni di esultanza pella largizione dello Statuto dal Re Carlo Alberto. In essa rammenta come, terminate le feste, la bandiera gli fosse lasciata in custodia nel pensiero di presentarla poi ad una Società che fin d'allora si progettava di costituire fra gli Ingegneri, Architetti ed Arti affini.

Che ora finalmente è lieto di affidare a questa Società la custodia di questo prezioso ricordo di quei giorni di esultanza.

Il Presidente a nome della Società ringrazia il socio Panizza del gentile pensiero di offerire alla Società questa preziosa memoria, e soggiunge che curerà che essa sia convenientemente collocata in una delle sale della Società.

7. Il socio Ingegnere Pecco a nome del Comitato dello scorso anno presenta il rendiconto della gestione finanziaria. Sull'osservazione di un Socio l'adunanza dà incarico al Presidente di procedere alla nomina dei Revisori. Questi aderendovi, ne fa invito ai signori Ingegneri Luvini, Massa e Debernardi.

8. Il socio generale Cavalli dà principio alla lettura di una sua memoria che ha per titolo: *Disamina sulla ma-*

niera di resistere dei solidi, dell'allungamento e raccorciamento loro stabile ed instabile, elastico e duttile, della rettificazione sulla tenacità, sul limite di elasticità ed apprezzamento nella resistenza alle impulsioni della velocità che sopportar possono con esempi vari del calcolo della resistenza viva.

L'ora essendo tarda si rimanda la lettura della seconda parte ad altra seduta, e l'adunanza si scioglie.

Il Vice-Presidente

A. PEYRON.

Il Segretario

PULCIANO.

DEI CEMENTI MAGNESIACI

Memoria letta nell'Adunanza 5 marzo 1869.

Debbo anzitutto dirigere ai miei colleghi una preghiera, perchè vogliano tenermi per iscusato, se dopo avere nell'anno scorso manifestato il desiderio di dar loro comunicazione di qualche risultamento da me conseguito da sperimenti sui cementi magnesiaci, ed avere da loro ottenuta benevola annuenza, io abbia fino a questo punto tardato a fare la promessa lettura. Sian certi i miei onorevoli colleghi che ciò fu per forza di circostanze, non per difetto di volontà.

Debbo ancora implorare indulgenza da questa Società di Ingegneri, perchè io venga a presentarle cosa che non ha più il merito di novità: infatti l'argomento su cui si aggireranno le mie parole, fu già da me trattato e svolto in due note che lessi alla Accademia delle Scienze, nel 1866 e nel 1867, e furono pubblicate negli Atti di quel corpo scientifico. Nè certamente io avrei osato di venire a discorrere dinanzi a voi di questo medesimo tema, se non fossi venuto in pensiero, che avrei trovato presso di voi buona accoglienza per questa considerazione, che un lavoro che tocca ad un tempo la scienza e l'arte, può successivamente presentarsi ad un Corpo scientifico quale è un'Accademia, e quindi ad una Società che per la sua istituzione più che ad altro intende a fecondare colla pratica e colle applicazioni i conquisti della scienza.

Per la qual cosa io verrò brevemente esponendovi i risultati delle mie esperienze quali si possono eseguire in un laboratorio, e quali già vennero presentate come frutto di scientifiche ricerche, colla speranza che da voi, miei colleghi, possano esse o direttamente od indirettamente essere tradotte in pratica, e così volte a vantaggio dell'arte che dal maggior numero di voi è professata, l'arte dell'edificare.

I lavori di Vicat sopra le calci, e la quotidiana esperienza hanno indotto nei costruttori la convinzione che le calci magnesiate sieno, come *calci aeree*, da considerarsi quali di poco valore, perchè in esse è il difetto della magrezza. Perciò già si considerano come di cattiva qualità le calci contenenti 10 % di magnesia, e si rigettano come troppo magre ed inservibili quelle che ne contengono 30 %. — Infatti queste calci, tuttochè nella idratazione presentino forte riscaldamento e svolgimento di vapore acquoso, lievitano tuttavia debolmente, danno poco grassello, e reggono poca sabbia, e danno perciò poca quantità di malta; di più la presa negli edifizi aerei è per esse men buona che colle calci grasse, e ciò perchè la magnesia è insolubile quasi assolutamente nell'acqua, e come base debole assai più che la calce, non esercita azione chimica sensibile sulla silice della sabbia, o dei materiali laterizii, onde è che essa resta nelle malte più che altro come un corpo inutile ed inefficace nel determinare la presa.

La scienza e la pratica pertanto hanno condannate alla proscrizione dalle costruzioni aeree le calci magnesiate, e non è a dirsi, che queste rappresentano una parte notevole delle rocce calcari, di quelle cioè che prendono il nome di dolomiti, o calcari dolomitici.

Queste medesime rocce calcari debbono essere grate al signor Saint-Clair Deville, ed al signor Calvert di Manchester che le hanno riabilitate e riposte in onore presso i costruttori, con questa condizione tuttavia che più non si considerino come calci aeree, sibbene come calci o cementi idraulici; e così mutate le parti che esse debbono sostenere,

in esse venga necessariamente a ravvisarsi un merito ed un valore in ciò che era difetto se si consideravano come calce aeree; che in una parola la presenza della magnesia diventi cagione della loro idraulicità, onde questa proprietà sia in esse tanto più svolta e pregevole quanto più abbonda la magnesia.

E che la cosa sia in tali termini risulterebbe da ciò che una calce dolomitica a questa condizione si converte in cemento idraulico, che la sua calcinazione si faccia a tale temperatura per cui solo si scomponga il carbonato di magnesia, e rimanga non scomposto il carbonato di calce; una dolomite grandemente magnesiaca, cotta con questa precauzione, quindi triturrata e setacciata in polvere tenuissima, come usasi fare coi cementi idraulici, si comporta come un vero cemento, prontissimo alla presa, e durevole nelle costruzioni sommerse.

La spiegazione di questo fatto venne data dal Deville colle sue osservazioni sulla idraulicità della magnesia pura che si estrae dal cloruro di magnesio contenuto nelle acque madri delle saline, e di quella che si ottiene scomponendo il nitrato di magnesia. Infatti la magnesia caustica anidra, così conseguita, polverizzata sottilmente, poi bagnata con acqua, dà una pasta che dopo qualche tempo si fa sott'acqua dura quanto una pietra.

La idraulicità della magnesia poco dopo le osservazioni di Deville riceveva sanzione maggiore pei fatti citati dal signor Calvert, il quale osservava come i migliori cementi idraulici d'Inghilterra si rappresentassero da minerali essenzialmente costituiti da carbonato di magnesia.

Il cemento Carigoract da lui tra altri citato, è costituito essenzialmente da carbonato di calce e di magnesia, i quali stanno tra loro nella relazione di 21,41: 61,15, relazione che rappresenta una dolomite della formola $\text{CaO}, \text{CO}^2 + 3 \text{MgO}$. La spiegazione di questo fatto venne data dal Deville, il quale ammette che la magnesia, tutto che amorfa quando è anidra, idratandosi prenda struttura cristallina, sicchè i

piccoli cristalli che essa forma vengono ad imbricarsi ed intricarsi fra loro come avviene nella presa del gesso.

In una roccia pertanto dolomitica, se abbonda il carbonato di magnesia, la cottura opportunamente condotta potrà sviluppare la idraulicità; tanto più se scarseggiando il carbonato di calce questo per sopramerco non sia scomposto, o lo sia soltanto parzialmente.

Questa breve esposizione dello stato presente della scienza per quanto riguarda i cementi magnesiaci, vi spiega, onorevoli colleghi come io mi volgevo a confermare e verificare i risultamenti sopracitati valendomi di un materiale che assai abbonda nel nostro Piemonte, la Giobertite.

Questa specie mineralogica, che fu come terra magnesiaca conosciuta per la prima volta dal chimico Giobert, abbonda nella regione di Baldissero, al Musinè, nella Valle di Torre di Luserna, e probabilmente se ne rinverranno altre giaciture nei terreni che stanno in vicinanza dei contrafforti serpentinosi che seguono la catena delle nostre Alpi.

Le analisi che ho stabilite sopra le Giobertite delle accennate regioni hanno dimostrato che esse contengono da 29 a 40 per 0/0 di magnesia quasi per intero allo stato carbonato e perciò da 60 a 80 0/0 incirca di carbonato di magnesia con piccola proporzione di carbonato di calce, il quale è di 21 0/0 incirca nella Giobertite di Baldissero, ma nelle altre non si scende che ad un massimo di 5,50 0/0.

Pertanto procuratami una sufficiente quantità di Giobertite di Baldissero, che è quella che più facilmente aver si può, la sottoposi alla calcinazione, quindi la feci ridurre in polvere finissima che adoprai nell'eseguire le ricerche che io mi avea proposte, le quali mi diedero risultamenti confermantissimi le previsioni, e che ora in parte pongo dinanzi agli occhi de' miei colleghi.

Ho potuto bagnando la polvere di Giobertite calcinata in poltiglia semiliquida, e colandola sopra una matrice di una medaglia ottenerne l'impronta in rilievo, allo stesso modo che si ottengono siffatte impronte col gesso o coi cementi

idraulici: debbo tuttavia rammentare che in tal genere di lavoro non si ottiene che imperfetto lo scopo, se la Giobertite cotta non è ridotta in polvere impalpabile, e che inoltre è difficile il riprodurre disegni minuti, poichè la materia da gittarsi entro la matrice non può ricevere tanta acqua da diventar liquida affatto; se così si facesse la presa non riuscirebbe che imperfettissima.

Perchè l'indurimento si produca nel massimo grado, è d'uopo che la Giobertite si bagni con poca acqua in modo da averne una pasta molle, della consistenza di una malta di calce: così fatta la pasta si abbandoni a sè per 24 ore incirca in luogo dove non si faccia evaporazione dell'acqua; essa così avrà presa una durezza notevolissima, e si potrà introdurre entro acqua, e lasciarvela indefinitamente, che non solo non si spapperà, ma più e più si farà dura, fino a prendere l'aspetto di una porcellana. Ho fatto così delle sfere, dei prismi rettangolari, che dopo 24 ore immersi nell'acqua, vi si indurirono perfettamente, e duri ed inalterati ancora al presente si conservano. Se per l'incontro l'immersione nell'acqua avesse avuto luogo più sollecitamente, la forma e la consistenza delle masse modellate ne avrebbero sofferto, perchè la presa non era ancora sufficiente, ed esse si sarebbero spappolate.

Le mie esperienze mi hanno dimostrato, ciò che d'altronde già era stato osservato dal Deville, che una calcinazione a temperatura troppo elevata rende la Giobertite incapace di far presa, che perciò conviene moderare la temperatura della cottura a quel tanto che è necessario per discacciare l'acido carbonico, al che basta abbondantemente il colore rosso scuro.

Gioverebbe senza fallo che la calcinazione si facesse in una corrente di vapore acquoso, od almeno in un forno in cui ai prodotti della combustione si trovasse misto vapore d'acqua. La presa della Giobertite è accompagnata da svolgimento di calore sensibile, quasi come quella del gesso.

Operando secondo le avvertenze che ho più sopra accennate

ho imitato in piccolo ciò che dovrebbesi fare in grande per costruzioni, quando si volesse impiegare il cemento di Giobertite. Ho preparato piccoli mattoni di argilla, cui feci cuocere, e quindi unì insieme con Giobertite ridotta in poltiglia semiliquida. La presa avvenuta mi permise di porre il prisma così preparato entro acqua, e tenervelo a permanenza senza che i mattoni si disgiungessero, che anzi essi si fecero sempre più solidarii l'uno dell'altro.

Ho cercato se fosse possibile il mescolare al cemento di Giobertite una certa quantità di sabbia. Ho trovato che la mescolanza di volumi eguali di sabbia e Giobertite dà una malta troppo magra: i grani di sabbia non riescono abbastanza involti da materia cementante e perciò restano sciolti e sconnessi. Meglio riesce una mescolanza di due volumi di Giobertite ed un volume di sabbia fina: e finalmente, come era da prevedersi, migliore risultamento si ottiene da tre volumi di Giobertite ed uno di sabbia.

Un'avvertenza credo necessaria nell'impiego dei cementi magnesiaci, e perciò della giobertite, che cioè i materiali laterizii non sieno a superficie troppo levigata; giovano le asprezze perchè meglio ai materiali aderisca il cemento, che ad esso si appiglia più per meccanica aderenza, che per chimica azione di combinazione.

Nell'acqua pura il cemento magnesiaco indurito non soffre alterazione. Se l'acqua abbonda di bicarbonati la cosa procede altrimenti, e ciò per la facilità colla quale la magnesia si unisce coll'acido carbonico. Una massa di Giobertite perfettamente indurita in contatto con acqua contenente bicarbonati, diventa grossolanamente granosa, cristallina, perde la sua coesione, e facilmente si sgrana col fregamento. Niun dubbio che una soluzione d'acido carbonico nell'acqua non produca il medesimo effetto: la magnesia forma facilmente un bicarbonato solubilissimo.

L'importanza dei cementi magnesiaci si mostra particolarmente quando si tratti di costruzioni marittime. Per queste un cemento idraulico che ripeta la sua efficacia dalla calce

(silicato ed alluminato di calce) non può far buona riuscita, per la reazione che sovr'esso esercita il cloruro di magnesio; il qual componente dell'acqua marina non ha azione sopra l'idrato di magnesia. Ciò risulta dalle osservazioni di Vicat, e dalla esperienza dei costruttori.

Potevasi prevedere che colla Giobertite la cosa procederebbe favorevolmente per la sua conservazione nell'acqua marina, ed è appunto ciò che si scorge nei due saggi che si presentano; i due prismi, uno immerso nell'acqua marina, l'altro in soluzione di cloruro di magnesio, si conservarono immuni da alterazione, ed è a credersi che in tale stato siano per conservarsi ancora in avvenire.

Tali sono i fatti da me osservati dei quali mi parve utile farvi partecipi: in un laboratorio chimico riuscirebbe difficile il fare sperimenti sopra scala più ampia, e ciò solo è permesso ai costruttori.

Niun dubbio che se possono impiegarsi come cemento le dolomiti, egualmente si potrà adoperare collo stesso scopo la Giobertite.

Le sperienze da me eseguite mi paiono aver qualche valore, quand'anche venissero solo a confermare l'idraulicità della magnesia, ed a mostrare una nuova applicazione di una produzione naturale del nostro suolo.

Accertata la possibilità della applicazione, converrebbe trattare la questione del tornaconto. Potrà essa la Giobertite sostenere la concorrenza coi cementi idraulici comuni per le costruzioni ordinarie sommerse? È lecito il dubitarne, poichè le giaciture di Giobertite sono, almeno per ora, limitate a regioni non molto estese, ed il materiale che da queste si ricava ha altra applicazione importante, la fabbricazione del solfato di magnesia. Tuttavia poichè non è impossibile che altri depositi di Giobertite si rinvergano, così può ancora avvenire che ciò che ora non è, divenga un fatto positivo, e la Giobertite prenda luogo tra i cementi idraulici comuni. Se non che già al presente parmi che la Giobertite potrebbe

ricevere applicazione come cemento da adoperarsi nelle costruzioni marittime, perciocchè le circostanze eccezionali nelle quali queste si trovano, fanno parer lieve un soprappiù di spesa, quando la durata dell'opera sia guarentita.

A. SOBRERO.

DISAMINA

Sulla maniera di resistere dei solidi, dell'allungamento e raccorciamento loro stabile e instabile, elastico e duttile, rettificazione sulla tenacità, sul limite di elasticità ed apprezzamento nella resistenza alle impulsioni della velocità che sopportar possono, con esempi vari del calcolo della loro resistenza viva.

(Memoria letta nell'adunanza 5 marzo 1869).

Il grande svolgimento dato nei nostri tempi alle costruzioni d'ogni genere, indusse a fare delle indagini con più ampi ed accurati esperimenti, sulla resistenza dei materiali e sulla diversa maniera loro di resistere alle forze sì permanenti che istantanee.

I risultati più estesi e compiuti che si conseguirono dagli sperimentatori dei vari paesi, palesarono il difetto delle teorie e delle formole precedentemente stabilite e tuttora in uso. Leggesi in proposito nel libro « *Recueil des rapports sur les progrès des lettres et des sciences en France*, par Combes Phillips et Collignon, Paris 1867, pag. 168. Les nouvelles expériences ont aussi mis en évidence certaines lacunes de la théorie, sans toutefois combler ces lacunes; ont montré la grande complication des problèmes, sans donner les moyens de triompher de cette complication ».

Senza troppo presumere di noi d'aver in Italia conseguito di riempiere in parte le ora dette lacune della teoria e sulla maniera di resistere dei solidi, permettetemi, onorevoli col-

leggi, che brevemente per quanto lo comporta il soggetto, v'intrattenga su sì importante materia.

§ 1°. Grande è la disparità dei risultati delle prove meccaniche state fatte anche sui materiali di uguale fabbricazione, e se ne attribuisce la causa alla poca omogeneità dei materiali istessi, mentrechè ella sta piuttosto nelle inavvertenze e nelle impulsioni più o meno direttamente date nell'operare, per lo più inevitabili col procedimento e maniere generalmente in uso di sperimentare. Così a cagion d'esempio la tenacità del bronzo da cannoni, uno dei metalli più sperimentati, venne trovata variabilissima e si riporta nel *Manovale degli Ingegneri civili* del Claudel, 7^a edizione 1867, pag. 321, pel bronzo nuovo essere di 16,^k64 al millimetro quadrato; per il bronzo rifuso di 21^k,09; pel bronzo tagliato da un cannone da 24 (*expérience faite au Conservatoire*) di 10^k,23; invece all'Arsenale di Vienna risultò di 25^k,15 (notizia dell'ingegnere Pellati, stampata nel 1862). All'Arsenale di Torino, misurata alla flessione con apposita macchina che traccia i risultati ingranditi delle prove, indipendentemente da ogni perturbazione, si trovò la tenacità del bronzo di 42^k. (Vedi *Mémoire sur la résistance statique et dynamique des solides*, 1863). All'Arsenale di Vienna ove questa tenacità del bronzo fu trovata più alta che altrove, risultò la tenacità della ghisa ordinaria da cannoni di 14^k, e la tenacità di quella migliore di 28^k, ed a pagina 357 del Claudel, infino di 32^k, siccome fu trovata anche da noi ed in altri paesi. Agli Stati Uniti d'America, tali tenacità si rinvennero nella ghisa dei cannoni, particolarmente in quelli gittati dal sig. Rodman coll'anima vuota e raffreddata da una corrente d'acqua, col qual metodo riesci a fare i migliori e più colossali cannoni di quanti siano mai stati fatti e si facciano altrove in diverse guise con enorme dispendio, ciò che in Italia pur si potrebbe fare, colla spesa di un decimo circa, intieramente di ferraccio nostrano.

Risulterebbe dal confronto delle dette tenacità misurate nella maniera ordinaria, che quella del bronzo variabile da

10 a 25, è inferiore alla tenacità della buona ghisa da cannoni che è perfino di 32^k per millimetro quadrato: e che pertanto contrariamente a ciò che l'universale e più che secolare esperienza dimostrò, sono i cannoni di bronzo che avrebbero dovuto più comunemente scoppiare e non quelli di ghisa! E però il fatto che sono invece i cannoni di ghisa che scoppiarono più comunemente e non quelli di bronzo, prova la grande erroneità delle fatte misure tanto più della tenacità presa direttamente come suolsi fare, del che fra gli altri ingegneri scrittori ne conviene il sig. Love a pag. 77 del suo libro (*Des diverses résistances, et autres propriétés de la fonte, du fer et de l'acier*. Paris 1859), ove dice: « Cependant je dois dire que des expériences, faites par ef-
« fort transversal sur des barreaux obtenus de la même
« fonte, ont donné des résultats beaucoup plus constants,
« ce qui porterait à attribuer les écarts qui viennent d'être
« signalés dans la résistance à la traction, à certaines cir-
« constances défavorables de l'expérimentation ».

Queste circostanze sono le impulsioni inevitabili operando senza apposita macchina ben intesa nelle singole sue funzioni, non che l'allungamento ineguale che prende il saggio nella prova longitudinale, la sua rottura che avviene in maniera successiva ed inegualmente e non contemporaneamente tutto intorno del saggio istesso, e infine come meglio si dimostrerà nel seguito, la dipendenza del tempo diverso che sta caricato il saggio per arrivare alla rottura.

§ 2°. Dalle due maniere di prova dei saggi longitudinale e trasversale, giusto per la grande diversità dei risultati forniti ordinariamente, invalse in Inghilterra ed agli Stati Uniti d'America la distinzione della tenacità longitudinale da quella trasversale. Ad esempio ancora della grande diversità di esattezza dei risultati ottenuti in dette due maniere di prova, notasi nei riassunti dei molteplici esperimenti fatti e riferiti nel libro *Report of experiments on the strengt and other proprieties of metals for cannons*, Philadelphie 1856, pag. 268, che la serie delle tenacità trasversali mentre se-

gue la progressione crescente colle densità, nella serie delle tenacità longitudinali l'ultima la più forte risultò decrescente: e ciò perchè evidentemente la rottura dei saggi più densi e duri avvenne successivamente da un lato a quello opposto e non assieme da tutti i lati. La distinzione poi introdotta dai pratici delle oradette due specie di tenacità, proviene dal fatto che per molti corpi come la ghisa se si desumono dalle formole in uso risultano tra loro assai differenti a cagione della erronea ipotesi ammessa in teoria che sia la resistenza all'allungamento uguale alla resistenza opposta al raccorciamento dei prismi, ciò che torna a dire che nella flessione lo strato delle fibre neutre od inalterabili, sempre stia in mezzo della grossezza loro. Se la resistenza all'allungamento può verificarsi essere uguale a quella del raccorciamento in alcuna sorta di ferri ed altri materiali, così non avviene comunemente, nemmeno per le piccolissime cariche, e pertanto in genere occorre ammettere nella teoria la disuguaglianza delle resistenze all'allungamento ed al raccorciamento dei prismi, e rettificarne conseguentemente le formole come si fece al § 3° della precitata memoria.

In quella memoria si prescelse la forma dei solidi prismatici a base rettangolare siccome la più semplice e confacente per fare le prove meccaniche, ad oggetto di dedurne i coefficienti costanti della resistenza della materia, mediante la flessione normale dei prismi infissi da un capo e caricati dall'altro; non che colla compressione longitudinale di più piccoli prismi, tolti dallo stesso pezzo di materia; i di cui risultati bastano a dedurre la resistenza alla trazione longitudinale, trovata che sia direttamente questa resistenza alla compressione. E perciò l'introduzione delle due diverse resistenze all'estensione ed alla compressione si rese generale nell'equazione dei momenti d'inerzia della sezione del solido, appunto riferendosi all'asse che divide la parte stirata da quella compressa (1).

(1) Basterà di qui rapportare le formole così ottenute per i prismi

§ 3. Modificata così senza variare sostanzialmente la teoria in uso, rettificandone solo la posizione delle fibre invariabili nei prismi inflessi, ben altre questioni occorre risolvere tra le quali la più importante concerneva il così detto limite di elasticità. Se ne legge la definizione antica in molti libri e nel più recente manovale del Claudel già citato, pag. 310, che il limite di elasticità è il più grande allungamento (o raccorcimento) che un prisma stirato (o compresso) longitudinalmente può subire senza cessare di riprendere intieramente o quasi intieramente la lunghezza primitiva quando si toglie la carica: limite che non bisogna giammai sorpassare nè raggiungere nelle pratiche applicazioni; ma le più accurate esperienze moderne non confermarono siffatte condizioni, svelarono l'insussistenza di un limite alla vera elasticità dei solidi.

a base rettangolare, ove è

P La resistenza all'estensione dell'unità superficiale della sezione Q La resistenza alla compressione ed R la maggior delle due	}	prese al limite di stabilità o di rottura.
---	---	--

ρ Il rapporto della maggiore coll'altra minore, $\rho = \frac{Q}{P}$ ritenuto $Q > P$ o viceversa secondochè la rottura nella sezione avviene dal lato della trazione o da quello della compressione.

N Distanza del punto della sezione, il più discosto, dalla linea delle fibre invariabili; questa linea delle fibre invariabili passa pel centro di gravità della sezione quando $P = Q$; e nel caso di P e Q diseguali la sua posizione è data dalla condizione, che sono eguali rispetto alla stessa linea i momenti delle due forze risultanti dal prodotto per P e per Q delle aree rispettive delle due parti, in cui la sezione è da essa divisa.

I Momento d'inerzia della sezione infissa.

E Modulo o coefficiente di elasticità.

F La carica in funzione della flessione x , F_1 ed x_1 quelle della massima resistenza P .

T e T_1 Il lavoro corrispettivo alle flessioni oradette x ed x_1 .

A La superficie della sezione del prisma lungo L di cui b sia la lunghezza ed h l'altezza della sezione.

Leggesi nella introduzione del prelodato autore Love al già citato suo libro, che « le résultat le plus saillant de ces « essais fut un démenti donné à la limite d'élasticité. » M. Hodgkinson dimostrò infatti che non esiste per la ghisa alcun punto fisso dove l'elasticità cominciasse ad alterarsi, che tale alterazione incomincia sotto le più piccole cariche per il ferro come per la ghisa, ecc.: ed infine conchiudesi che « les formules tirées de la théorie en vigueur ne peuvent être appliquées avec quelque sécurité qu'après avoir subi des transformations importantes. »

§ 4° A rischiarare compiutamente siffatta quistione occor-

Nel caso della flessione trasversale si ha

$$N = \frac{\sqrt{\rho}}{1 + \sqrt{\rho}} h \quad I = \frac{\rho}{3(1 + \sqrt{\rho})^2} bh^3 \quad \rho = \frac{Q}{P} \quad Q > P$$

$$F = \frac{\rho}{(1 + \sqrt{\rho})^2} \frac{Ebh^2}{L^3} x, \quad F_1 = \frac{\sqrt{\rho}}{3(1 + \sqrt{\rho})} \frac{Pbh^2}{L}$$

$$x_1 = \frac{1 + \sqrt{\rho}}{3\sqrt{\rho}} \frac{PL^2}{Eh}$$

$$T = \frac{1}{2} Fx \quad T_r = \frac{1}{18} \frac{P^2}{E} bhL.$$

Nel caso della compressione longitudinale si ha

$$F = E \frac{A}{L} x \quad F_1 = QA \quad x_1 = \frac{Q}{E} L$$

$$T = \frac{1}{2} Fx \quad T_r = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{E} AL$$

Così trovato colla prova alla compressione $Q = \frac{F_1}{A}$ si deduce dalla espressione della F_1 alla flessione, eliminandone il rapporto ρ l'espressione di P .

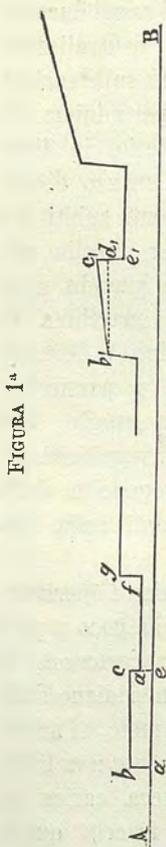
$$P = \frac{Q}{\left(\sqrt{\frac{1}{4} + \frac{bh^2 Q}{3LE_1} - \frac{1}{2}}\right)^2}$$

Le prefate formole si riducono a quelle in uso ivi facendo $\rho = 1$.

reva anzitutto conseguire dei risultati dalle prove meccaniche le più regolari con una serie di cariche progredienti dalla minore alla maggiore, operando di seguito senza interruzioni e in guisa a scansare assolutamente le perturbazioni, inevitabili nell'operare come suolsi direttamente sui saggi durante l'azione della prova, avvertendo soprattutto di neutralizzare l'influenza dell'azione acceleratrice della gravità sulle cariche in movimento pendente la flessione, la quale per minima che fosse cangierebbe la natura dei risultati da statici in dinamici. A tale scopo era necessario operare col mezzo di apposita macchina, che tracciasse tutti i movimenti subiti dal prisma o saggio in prova, ingranditi per poter meglio misurarne i risultati con precisione e così pure quando si avesse ad operare su piccoli prismi. Una tale macchina fu eseguita fin dal 1846 per l'Arsenale di Torino e fornisce tracciati su di una lunga lista di carta tutti i particolari anche dianzi inavveduti della prova di ciascun saggio, con tanta regolarità che restò provato doversi la irregolarità dei risultati altrimenti conseguiti, non alla inomogeneità della materia, ma sibbene alle perturbazioni inevitabili colla maniera di prova in uso.

Affrancato il prisma a sito nella detta macchina l'operatore non ha che a girare un manubrio per caricare a poco a poco il prisma ed all'istante istesso che comincia a caricarsi, la matita, colla quale si è innanzi tracciato un meridiano sulla detta lista di carta avvolta ad un cilindro in moto, si scosta dal meridiano medesimo tracciando continuamente una linea: si scosta finchè il prisma abbia ricevuta l'intera carica incominciando da quella minore della serie, e traccia quindi per queste cariche un tratto parallelo al detto meridiano, ed appena incominciato il movimento di scarico ritorna la traccia della matita verso il meridiano e l'esperienza dimostra che non lo raggiunge più, nemmeno colle minori cariche; quindi la traccia subito terminato lo scarico, si volge percorrendo altro tratto parallelo al meridiano per tutto il tempo che rimane libero il prisma; nel qual tempo s'accresce la carica

e si prosegue di poi a ripetere per ogni carica la stessa operazione, così successivamente fino a quella maggiore carica che produce la rottura del prisma od una piegatura equivalente.



Sia (fig. 1) AB il meridiano anzidetto, la traccia del movimento del capo libero del prisma, all'istante che per essersi dato il moto alla macchina comincia a caricarsi, parte dal punto a e giunge in b tosto ricevuta l'intera carica: d'onde sopportando il prisma stabilmente la ricevuta carica, tracciasi il tratto bc parallelamente al meridiano; e cominciato lo scarico, rivolgesi la traccia verso il punto e senza mai raggiungerlo, siccome l'esperienza ha dimostrato essere così in due divisa la flessione ad nelle due parti cd e de ; distanza questa de invariabile per il tratto df , tracciato nel tempo che il prisma rimane scaricato, nel qual tempo si fa l'aggiunta dei pesi per compiere la seconda carica, per poi ricominciare dal punto f un consimile tracciato, e così fino alla fine della prova.

Delle due parti della flessione intera, ingrandita in un rapporto prefisso $ce = c\delta + \delta e$, vedesi essere la cd la parte ritornante e de la restante: e siccome nella facoltà di ritornare sta propriamente la definizione della elasticità ugualmente che nella deficienza di tale facoltà sta la definizione

della duttilità, qualità queste di cui vanno forniti più o meno tutti i corpi solidi; così è ben razionale di prendere per misura della elasticità la sola parte ritornante della flessione, e l'altra parte restante per la misura della duttilità.

Che sia la parte restante della flessione dovuta propriamente alla duttilità, lo conferma l'esperienza che ove si ri-

petà la prova dello stesso prisma colla stessa carica più non si riproduce la parte duttile della flessione dianzi trovata, siccome si conferma colla riproduzione della intera sola parte ritornante che questa è dovuta alla elasticità, allora come se il prisma fosse divenuto perfettamente elastico: sempre quando per la soverchia fatica non sorvenga la lassitudine nel prisma istesso, siccome avviene ai muscoli degli animali di perdere d'energia, che poi riacquistano anche i solidi col riposo.

Invero l'esperienza conferma essere la parte elastica della flessione proporzionale alla carica fino alla rottura; mentre che la parte duttile cresce in una incognita ragione molto maggiore; ma, come si disse, una volta tanto avvenuta la parte duttile della flessione, più non si riproduce di sua natura, la duttilità essendo consuntiva.

§ 5° Proseguendo la prova colle successive crescenti cariche si giunge al segno da dove il tratto bc della linea tracciata dalla matita pendente che rimane carico il prisma stesso, cessando di poter sostenere stabilmente la ricevuta carica, cessa quel tratto d'essere parallelo al meridiano AB : e da quel segno sempre più ne diverge, divergenza che cresce evidentemente col crescere della velocità con cui continua a cedere il prisma sotto l'azione della carica che sempre più non reggerà stabilmente; per cui ove si lasciasse agire anche quella stessa carica che incominciò a più non reggere stabilmente, e tanto più sotto le successive cariche maggiori, dopo un tempo sufficiente sempre più breve col crescere delle cariche, la rottura ognora avverrà, per essersi oltrepassato il limite di stabilità e sotto qualsiasi carica eccedente quella di detto limite. Questa carica sotto la quale avviene la rottura nelle ordinarie prove longitudinali all'allungamento dei prismi, presa sull'unità superficiale della loro sezione, chiamasi comunemente tenacità: mentre che non avvi in uso una sola parola colla quale esprimere la resistenza alla compressione, quando invece il prisma è compresso, e che per la limitata sua lunghezza rispetto alla grossezza non

possa inflettersi. Vedesi adunque, che la tenacità siccome la resistenza alla rottura per compressione ossia allo schiacciamento, sono quantità di loro natura variabili col tempo stato impiegato nella prova; ed è questa un'altra grandissima cagione della grande variabilità dei risultati ottenuti, e la cagione per cui non si può prendere sicura norma dalle tenacità state sperimentalmente così conseguite senza tener conto del tempo.

E come tener conto del tempo? il tracciato dei risultati dalla prefata macchina fornisce appunto colla misura della divergenza del tratto *b c*, seguito durante che resta intieramente carico il prisma, il mezzo di dedurre il tempo decorso nel prodursi la flessione *c d* successiva a quella *d e*, che sola prenderebbe ove non continuasse a cedere, col di cui rapporto al tempo stesso si ha la velocità media presa dalla carica pendente detta flessione. Abbisognerebbe pertanto stabilire in base comune, che la misura delle tenacità comparabili, si facesse al segno che fosse per tutte uguale la detta velocità o per essa l'angolo della suddetta divergenza; ma alla pratica raramente occorrerà di valersi di una rigorosa misura della tenacità quando a questa si sostituisca la ben più importante misura della resistenza al limite di stabilità, limite fin dove e pel quale i risultati sono indipendenti dal tempo; limite che ben scorgesi essere quello solo razionale da sostituirsi al limite anzidetto di elasticità, mentrechè dimostra l'esperienza non avere l'elasticità dei solidi limite alcuno, posto che sono le flessioni elastiche sempre proporzionali alle cariche ben oltre al limite di stabilità; motivo per cui non occorre perciò modificare le formole in uso, semprechè si ritengano le sole flessioni elastiche, che son quelle più importanti nelle pratiche applicazioni.

Si può eziandio tener conto della parte duttile delle flessioni per il limite di stabilità e fino ad un determinabile segno anche di quello di rottura, quantunque non si conosca la legge che desse seguono: poichè col tracciato dei risultati delle prove eseguite, siccome si disse, si ha graficamente

la curva risultante dalle cariche prese per ascisse, dagli spazii da esse percorsi, ossia dalle flessioni duttili prese per ordinate, quindi si può misurare la superficie compresa tra l'asse delle ascisse e la curva delle dette ordinate, superficie che rappresenta il lavoro del prisma, e dedurne per ambi i detti limiti di stabilità e di rottura le ordinate della superficie equivalente a quelle che si avrebbero ove le dette curve ipoteticamente divenissero rette (Vedi la *Memoria* predetta).

§ 6° Oltre alla rettificazione delle formole in uso, ora detta al N° 3, rettificazione occorrente, allorchè non si può ritenere tra loro uguali le due resistenze all'allungamento ed al raccorcimento, più non avvi bisogno di farne delle altre per valersene fin'anco al limite di rottura. Senonchè bisogna valersi dei nuovi sistemi dei coefficienti meccanici, appropriati ai detti limiti di stabilità e rottura, distintamente per la sola resistenza elastica, od unitamente a quella duttile.

Ma un'altra cagione della erroneità delle formole in uso avviene quando si adoperano anche nei casi ove sono in gioco delle forze vive, ossia moventisi per un determinato tempo (1), nei quali casi non sono più applicabili direttamente quali sono, nè sono medesimamente sufficienti le note formole per la misurazione degli effetti prodotti dalle forze vive in generale, che per la misura della resistenza viva dei

(1) Ecco come in proposito si ragiona nel libro *Reports of experiments on the proprieties of metals for cannons*, stampato a Boston, 1861; Rapporto degli sperimenti fatti all'arsenale di Alleyhauy, del capitano Rodman del Dipartimento dell'artiglieria degli Stati Uniti, dall'anno 1837 al 1838, a pag. 270, Della differenza degli effetti dovuta alla differenza nei tempi di azione di una data forza: « Si è già riferito « più di una volta di questo soggetto; ma non in modo da porci quel « grado d'importanza, il quale si crede meriti. È ben conosciuto e « capito in architettura e meccanica pratica, che una trave di legno, « o una barra di ferro, sosterrà per un tempo limitato un peso, il « quale in ultimo la romperebbe di certo; e in termini generali, che « la forza rompente è una funzione scemante del tempo richiesto per « produrre la rottura. È creduto tuttavia, che non abbiano fin qui

solidi occorre riferirsi, anzichè all'espressione del lavoro, a quella della quantità di movimento che ricever possono al limite di stabilità o di rottura da una data impulsione, motivo per cui abbisogna anzitutto introdurre la velocità d'impulsione che la materia dei solidi può sopportare.

A definire tale velocità occorre ricordare, che l'effetto di una forza F in movimento è nullo, se nullo è il tempo della sua azione, ed invece applicata ad una massa M durante un tempo t_1 la metterà in movimento colla velocità ricevuta V , per cui si ha:

$$(1) \quad Ft_1 = MV$$

equazione dell'impulsione colla quantità di movimento.

Ove questa massa M sia quella d'un prisma fisso da un capo che siavi stata dall'altro capo applicata la forza F diretta secondo l'asse pel tempo t_1 , allora per la ricevuta impulsione avrà appunto il prisma acquisita la quantità di movimento MV , producendo l'allungamento od il raccorciamento di cui, per quello corrispondente al limite di stabilità o di rottura, sarà la velocità V naturalmente quella d'impulsione che ai detti limiti la materia del prisma può sopportare. Chiamando con dx un elemento dello spazio percorso durante l'elemento dt corrispondente del tempo t e con $v = \frac{dx}{dt}$ la velocità in detto istante, dalla predetta equa-

« apprezzato debitamente l'effetto del tempo sulla resistenza, che un
 « corpo può offrire, dove l'assoluta differenza nei tempi di azione è
 « piccola; ma dove il *ratio* (rapporto) del massimo al minimo tempo
 « di azione è molto grande; per esempio, il tempo richiesto a rompere
 « un tensile modello di ferro fuso sulla macchina di prova, è detto
 « 5 minuti. Questo è un piccolo assoluto spazio di tempo, e la diffe-
 « renza tra questo e un più piccolo spazio deve essere ancora minore;
 « ma come comparata colla lunghezza di tempo durante il quale la
 « massima pressione è esercitata entro l'anima di un cannone ad una
 « sola scarica, egli diviene molto grande, probabilmente tanto grande
 « quanto il rapporto del tempo di resistenza di ogni conosciuta co-
 « struzione od edificio di legno o ferro, al quale si richiede di pro-
 « vare la forza di un sol modello di qualunque materiale ».....

zione $Ft = Mv$ differenziandola e dopo d'averne eliminato il dt reintegrando deducesi la nota uguaglianza $Fx = \frac{1}{2} Mv^2$ del lavoro colla metà della forza viva, dove ponendo per x l'allungamento x_1 corrispondente alla velocità V si ha:

$$(2) \quad F_1 x_1 = \frac{1}{2} MV^2 \quad (3) \quad t_1 = \frac{2x_1}{V}$$

nei due più semplici casi, quelli della prova longitudinale e trasversale dei prismi, essendo nel primo caso $F_1 = RA$ $x_1 = \frac{R}{E} L$ e nel secondo caso per i prismi a sezione rettangolare $F_1 = \frac{Rbh^2}{6E}$ $x_1 = \frac{RL^2}{Eh}$, sostituendo nella prefata equazione si deduce in detti casi la stessa espressione della predefinita velocità d'impulsione V , che possono reggere longitudinalmente i prismi ai predetti limiti stessi del coefficiente della resistenza R , essendo ivi $gM = ALD$, $A = bh$, per cui si ha,

$$(5) \quad V = \sqrt{\frac{R^2 g}{ED}} = \sqrt{gi \frac{R}{D}} \quad i = \frac{Q}{E}.$$

Questo importante risultato si deduce nella maniera la più generale dall'equazione differenziale del movimento sì longitudinale che trasversale di flessione dei prismi (Vedi il § IV della *Memoria* stessa già citata), e se ne deducono inoltre le rispettive espressioni di tale velocità direttamente in funzione dei dati e risultati della prova dei prismi longitudinale e trasversale.

$$(6) \quad V = \sqrt{\frac{Fxg}{ALD}} \quad (7) \quad V = 3 \sqrt{\frac{Fxg}{bhLD}}.$$

Notisi per il caso della flessione che la espressione della ve-

loctà V d'impulsione che il prisma regge è indipendente dalla posizione delle fibre invariabili, mentre non lo sono le espressioni della carica e della flessione, quando in altri termini la resistenza P all'estensione è diversa dalla resistenza Q alla compressione, ambedue rappresentate da R nella espressione della velocità V in funzione degli altri coefficienti meccanici.

Introducendo questa velocità V d'impulsione longitudinale che possono reggere i solidi ai prefati limiti di stabilità o di rottura, nelle formole date dal celebre Poncelet sulla resistenza viva dei prismi, pag. 292 del suo libro *Introduction à la Mécanique industrielle*, 2^e édition, diverrebbero :

$$T = \frac{1}{2} M (V^2 - v^2)$$

$$(8) \quad T_r = \frac{1}{2} M V^2, \quad v^2 = V^2 - \frac{Fx}{M}$$

ivi essendo v la velocità corrispondente alla flessione x ed alla forza F corrispettiva : essendo poi nel caso della flessione trasversale :

$$v^2 = U^2 - 2 \frac{Fx}{M} \quad T = \frac{1}{2} M (U^2 - v^2)$$

$$(9) \quad T_r = \frac{1}{4} M U^2 = \frac{1}{18} M V^2 \quad (10) \quad U = \frac{\sqrt{2}}{3} V$$

vedesi essere il lavoro che i prismi possono reggere trasversalmente $\frac{1}{9}$ di quello che reggono longitudinalmente quando sia la loro sezione rettangolare; rapporto che riducesi ad $\frac{1}{12}$ per i prismi a sezione circolare per i quali :

$$(11) \quad U = \frac{11}{\sqrt{6}} V;$$

mentre che per i prismi a sezione rettangolare ritagliati secondo la curva di uguale resistenza, doppia essendo la flessione che possono allora prendere, duplicato ne risulta il lavoro.

Risulta dalle predette espressioni, essere il lavoro che possono fornire i solidi prismatici proporzionale alla loro massa ed al loro volume. Però così non è per tutti i solidi, chè non sempre, a cagione delle diverse loro forme, può tutta la loro massa M essere utilmente ed interieramente usufruita (1).

(1) Abbiassi, per esempio, un solido tronco conico, che riceva un'impulsione secondo il suo asse, di cui siano a e b i raggi delle due basi parallele e ne sia L la lunghezza: suppongasi diviso in tanti strati elementari paralleli alle basi, sia la loro grossezza dz ed y il raggio loro variabile, chiamando ognora con F la forza applicata, con x l'allungamento od il raccorciamento ed E il modulo di elasticità, sarà:

$$y = az + b \quad \sigma = \frac{a-b}{L} \quad x = \int \frac{Fdz}{E\pi y^2} \quad x = \frac{FL}{EA} \quad A = \pi ab$$

cioè che il solido cono tronco si allunga o si raccorcia siccome il cilindro equivalente di uguale lunghezza, la di cui base è la media geometrica tra le due del tronco conico.

Dall'equazione differenziale del suo movimento si deduce quindi essendo:

$$\frac{1}{2} Mdv^2 = -Fdx \quad v^2 = U^2 - \frac{Fx}{M} \quad gM = \frac{\pi}{3} L (a^2 + b^2 + ab) D$$

$$R = \frac{F}{\pi ab} \quad Fx = \frac{R^2}{E} \pi abL$$

e per $v = 0$ si ha infine:

$$(12) \quad U = V \sqrt{\frac{3 ab}{a^2 + b^2 + ab}},$$

dalla quale espressione scorgesi che più si fa grande la differenza tra a e b , tra la grandezza delle due basi, maggiormente riducesi la velocità U , che reggere può il solido tronco conico ove facendoli in-

§ 7° — Or ritornando all'esame del tempo t N° 6 della durata dell'impulsione, ossia della azione della forza movente F ove abbia luogo nel tempo istesso il lavoro prodotto $F e$ su di una massa M da determinarsi, il valore di questa massa si potrà ugualmente dedurre dalle prefate

vece uguali diviene $U = V$, poichè il tronco conico diviene cilindrico. Ove una delle basi fosse un punto nullo in superficie, nulla diverrebbe la velocità W ossia la resistenza del vertice del cono.

Il caso inverso può accadere, che sia per la diversa forma dei corpi solidi accresciuta la loro resistenza viva, come nel caso dei prismi di uguale resistenza essendo sottoposti alla flessione trasversale ed ugualmente infissi e ritagliati nel verso della loro grossezza h ; essendo la curva determinata da un'equazione, che parte dalla estremità libera del prisma ove riducesi a zero la grossezza l variabile, e ad L alla sezione infissa (*Claudel*, pag. 360, N° 338, del 1867) si ha:

$$h = \sqrt{\frac{(1 + \sqrt{\rho})^2 Fl}{\rho}} \quad F = \frac{\rho}{2(1 + \sqrt{\rho})} \frac{Ebh^3}{L^3} x$$

$$x_1 = \frac{2}{3} \frac{1 + \sqrt{\rho}}{\sqrt{\rho}} \frac{RL^2}{Eh} \quad gM = bhLD$$

$$T = \frac{1}{2} Fx = \frac{\rho}{4(1 + \sqrt{\rho})^2} \frac{Ebh^3}{L^3} x^2 \quad E_1 = \frac{1}{3} \frac{\sqrt{\rho}}{1 + \sqrt{\rho}} \frac{Rbh^2}{L}$$

$$T_r = \frac{1}{9} \frac{R^2}{E} bhL = \frac{1}{9} MV^2.$$

Cioè che i prismi di uguale resistenza ritagliati nel verso dell'altezza della loro sezione, giusto appunto perchè possono prendere una doppia flessione, acquistano eziandio una doppia resistenza viva proporzionale al volume che avevano prima d'essere ritagliati. Così dimostra la teoria il vantaggio che la pratica ritrae col dare tale forma alle molle dei carri ove la flessione si accresce ancora componendole di più foglie. Riferendo al volume reale del prisma ritagliato la sua resistenza viva risulta più che doppia 3.674 maggiore. Ove si chiami con s la superficie della sua faccia curvilinea, essendo $s = \int h dl$

equazioni, sia da quella della quantità di movimento, che dall'altra della quantità di lavoro, essendo:

$$t = \frac{2x}{V} \quad M = \frac{Ft}{V} = \frac{2Fx}{V^2}$$

integrando fra i limiti estremi $l = 0$ ed $l = L$ risulta:

$$s = \frac{2}{3} \frac{1 + \sqrt{\rho}}{\sqrt{\rho}} \sqrt{\frac{E}{Rb}},$$

quindi il volume

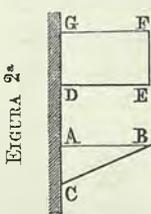
$$bs = bhL \sqrt{\frac{4}{27} \frac{1 + \sqrt{\rho}}{\sqrt{\rho}}}$$

ed il lavoro

$$Tr = \frac{1}{18} \frac{R^2}{E} bs \sqrt{27 \frac{\sqrt{\rho}}{1 + \sqrt{\rho}}} = \frac{1}{18} m V^2 \sqrt{27 \frac{\sqrt{\rho}}{1 + \sqrt{\rho}}}$$

$$m = \frac{bsD}{g};$$

e per $\rho = 1$ il minor valore possibile si ha appunto quello suddetto.



Può ancora accadere che il prisma riceva l'impulsione secondo uno spigolo FE al vertice libero della sua sezione triangolare ABC essendo infisso al lato AC (fig. 2) essendo questo pure un prisma di uguale resistenza appunto per essere stato ritagliato della metà ove è $FE = h AB = L$ e $BC = b$. S'intenda questa sua grossezza b divisa in tanti strati elementari con piani paralleli alla faccia verti-

cale $DEFG$, e siano $\frac{F}{n} = F_1$ le parti eguali della carica ripartita per gli n elementi ed applicate tutte alla stessa distanza L sarà

$$F_1 = c \frac{Rbh^2}{nL}, \quad \text{ove è } c = \frac{\sqrt{\rho}}{3(1 + \sqrt{\rho})};$$

e siano $L_i, L_{ii}, L_{iii}, \dots$ i bracci di leva ai quali riducesi L per i singoli elementi, siano $X_i, X_{ii}, X_{iii}, \dots$ le cariche corrispettive ai prefati

Ove invece fosse il tempo della durata della impulsione diverso da quello trascorso nell'attuazione del conseguente lavoro, allora non sarebbe più indifferente il dedurre il valore ricercato della massa M dall'una o dall'altra delle dette equazioni. Prendasi ad esempio quell'istesso preso dal Pon-

bracci di leva; siano x , x_{II} , x_{III} , ... le flessioni alle estremità di detti bracci di leva.

$$\text{Sarà} \quad L_I = L \quad X_I = F_I = F \quad x = e \frac{RL_I^2}{Eh} = e \frac{RL^2}{Eh}$$

$$\text{ove è} \quad e = \frac{1 + \sqrt{\frac{\rho}{\rho}}}{3} \quad \text{ed} \quad ec = \frac{1}{g}$$

$$L_{II} = L - \frac{1}{n} L = \frac{n-1}{n} L \quad X_{II} = \frac{L_I}{L_{II}} \frac{F}{n} = \frac{12}{n-1} F_I$$

$$x_{II} = e \frac{RL_{II}^2}{Eh} = e \frac{n-1}{n} \frac{RL^2}{Eh}$$

$$L_{III} = L - \frac{2}{n} L = \frac{n-2}{n} L \quad X_{III} = \frac{L_I}{L_{III}} \frac{F}{n} = \frac{n}{n-2} F_I$$

$$x_{III} = e \frac{RL_{III}^2}{Eh} = e \frac{n-2}{n} \frac{RL^2}{Eh}$$

per cui si avrà colla somma dei lavori parziali il totale

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} Fx &= \frac{1}{2} X_I x_I + \frac{1}{2} X_{II} x_{II} + \frac{1}{2} X_{III} x_{III} \\ &= \frac{1}{18} \frac{R^2}{E} bhL = \frac{1}{g} MV^2 \quad x = \frac{1 + \sqrt{\frac{\rho}{\rho}}}{3} \frac{RL^2}{Eh} \end{aligned}$$

$$\text{essendochè è la massa} \quad M = \frac{1}{2} \frac{bhLD}{g},$$

mentre il lavoro del prisma triangolare trovasi duplicato rispetto al suo volume, la flessione si mantiene la stessa del prisma intero avente la stessa sezione infissa. In questo caso la velocità U d'impulsione trasversale del prisma suddetto, porre dovendosi nell'equazione differenziale del suo movimento $\frac{1}{3} M$ a vece di M_1 per essere il momento

$$g M_1 L = g M \frac{1}{3} L_1 \text{ risulta } U = \sqrt{\frac{2}{3}} V.$$

celet (al N° 248 della sua *Introduzione alla meccanica industriale*, 2ª edizione, Metz 1841) di un'impulsione data ad un prisma secondo il suo asse verticale per mezzo di un peso p infilato nel prisma e caduto dall'altezza h , ad oggetto di dimostrare l'utilità che può esservi per le arti delle costruzioni nella considerazione della quantità di lavoro delle resistenze vive di cui ne diede le espressioni analitiche.

Nel prefato esempio sarebbe F la forza resistente all'allungamento del prisma ed essendo le due masse unite in fondo del prisma al cominciare dell'urto ossia del movimento impulso in virtù della quantità di movimento acquisita dal peso p nella precedente sua caduta dall'altezza h , questo movimento sarebbe compreso anche nell'equazione generale del movimento longitudinale dei prismi data al N° 6, ove solo occorre moltiplicare la massa M del prisma per ω volte, tante quante dessa sta nella somma delle due del prisma e del peso p . Se queste due masse fossero ambedue libere, la

velocità comune che avrebbero dopo l'urto sarebbe $\frac{V}{\sqrt{\omega}}$ ed

appunto nell'esempio prefato, essendo il prisma fisso da un capo e ricevendo l'urto dal capo opposto libero, subisce un allungamento in virtù della velocità d'impulsione V ripartita sulle masse unite da bel principio per produrre l'allungamento anzidetto, della quale velocità se ne deduce l'espressione

$V_1 = \frac{V}{\sqrt{\omega}}$ facendo coll'equazione di detto movimento d'al-

lungamento d'un prisma $v = 0$ per quando resta esaurita l'impulsione.

Il tempo t_1 occorrente all'allungamento del prisma e quello t_2 precedentemente decorso nella caduta del peso p essendo rispettivamente

$$(35) \quad t_1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\omega M L}{EA}} \text{ e } t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

vedesi che affinché la caduta e l'allungamento succedessero

contemporaneamente, occorrerebbe fosse $h = 0$, cioè che fosse la caduta del grave ridotta a quella sola dell'allungamento del prisma.

In questo come in ogni altro esempio simile ove avviene un urto, conseguenza dell'urto istesso è che la quantità di movimento ch'era posseduta dal corpo urtante passa ed è uguale alla quantità di movimento delle due masse se rimangono unite; quindi è che sussistendo questa uguaglianza delle masse per le rispettive velocità, non può più sussistere generalmente l'uguaglianza delle forze vive delle masse istesse.

Potendo adunque il tempo della durata del lavoro essere ben diverso da quello della impulsione, in tale stato di cose a quale delle due eguaglianze, quella delle quantità di movimento, oppure quella delle quantità di lavoro debbesi ricorrere, per determinare la massa del prisma o le altre sue forme e dimensioni?

§ 8° — Quivi conviene riprodurre le parole istesse dell'esimio Autore precitato ove dice del lavoro (ph): « que si ce der-
« nier produit excède celui qui représente la résistance
« vive d'élasticité [$T_e = \frac{1}{2} M (V^2 - v^2)$] la verge pris-
« matique aura subi une déformation, une altération mo-
« léculaire qu'il est souvent nécessaire d'éviter dans l'éta-
« blissement des constructions; que s'il est égal ou supé-
« rieur à celui qui représente la résistance vive de rupture
« ($T_r = \frac{1}{2} MV^2$), la verge prismatique pourra se rompre... »

quindi havvi luogo a riflettere su ciò che al suddetto proposito esso dice in seguito a pag. 194. « Nous venons de
« supposer que lorsqu'un corps animé d'une certaine vitesse
« vient à choquer un prisme solide dans le sens de son axe,
« *il pourrait* y avoir rupture ou simplement altération de
« l'élasticité, si la force vive dont il est animé se trouvait
« être à peu près égale au double de sa résistance vive de
« rupture ou d'élasticité; mais il est évident que diverses
« autres causes s'opposent à ce que ce principe puisse être

« admis en toute rigueur dans les applications. Car, indé-
 « pendamment... de l'action du choc, il est certain que nous
 « ne connaissons pas suffisamment le rôle joué par le calo-
 « rique et le temps, lors des changements brusques de forme
 « subis par les solides, pour pouvoir affirmer *a priori* que
 « les résultats du calcul *seront exactement vérifiés* par ceux
 « de l'expérience. » Queste riserve dimostrano come il Pon-
 celet stesso non ammettesse assolutamente l'eguaglianza del
 lavoro della caduta di un grave con la metà della resistenza
 viva di un altro solido. Quindi non pare si debba neanche ri-
 tenere per assoluta tra diversi solidi la proposizione sua emessa
 in fin del N° 165: « Il est bon de remarquer d'ailleurs que
 « les mêmes géomètres qui mesurent les effets du choc par
 « des sommes de pressions (*Ft*) nomment ces sommes des
 « forces de percussion, et les considèrent comme égales aux
 « quantités de mouvement qui ont été imprimées ou détruites
 « dans l'acte du choc; tandis que d'après l'autre manière
 « de voir, qui est aussi simple et d'ailleurs *parfaitement*
 « *d'accord avec les résultats de l'expérience*, nous sommes
 « conduits naturellement à mesurer ces mêmes effets du choc
 « par la force vive directement employée à les produire. »
 Se devesi da un canto ritenere per assoluta la proposizione
 anzidetta quanto alla misurazione degli effetti prodotti, d'altra
 parte è tanto più da ritenersi che non si possa stabilire
 l'uguaglianza tra loro dei lavori prodotti anche in tempi di-
 versi per dedurre le appropriate condizioni dei diversi so-
 lidi occorrenti a ben sostenere i lavori stessi; giusto perchè
 dianzi molto giustamente insiste l'autore istesso sulla distin-
 zione a farsi tra le pressioni semplici e immobili, con le
 pressioni in movimento succedentisi, sebbene soggiunga: « Or
 « cette succession n'est pas une pression simple et unique:
 « on ne peut pas non plus la mesurer en kilogrammes par
 « une somme de pressions, *puisque cette somme est infinie*,
 « même pour un très-petit temps de l'action des forces et pour
 « un mouvement extrêmement lent, mais, comme il y a à
 « la fois pression ou effort et chemin décrit dans chaque in-

« stant très-petit, il y aura aussi un petit travail développé
 « dans cet instant; et c'est la somme finie de ces travaux
 « partiels qui, dans tous le cas, donne la mesure de l'effet
 « produit. » Poichè questo istesso ragionamento è applica-
 bile a vece che al lavoro anche alle piccole quantità di mo-
 vimento, egualmente svolte, la di cui somma serve pure alla
 misura della quantità totale, senza della quale quantità di
 movimento non si produrrebbe alcun lavoro.

§ 9° — Che l'eguaglianza debbasi stabilire tra le quantità
 di movimento delle masse messe in moto e non tra le somme
 dei lavori a loro dovute, fa a proposito un altro esempio che
 l'autore istesso ci porge a pag. 177, N. 175, sulla misura
 totale del lavoro svolto dalla polvere da guerra accesa tra il
 fondo del cannone e la palla, ove dice: « Pour calculer di-
 « rectement ce travail, il faudrait connaître, d'après l'expé-
 « rience, la loi ou la courbe qui lie les pressions (F) aux
 « chemins correspondants décrits par le boulet dans l'âme
 « de la pièce, ce qui n'est pas jusqu'à présent. » (Sicura-
 mente non ancora nel 1841 che stampò il suo libro, ma di-
 poi l'esperienza fornì la detta curva che si trova nella mia
 memoria del 1867). « Mais, comme nous savons que cette
 « quantité de travail est la moitié de la force vive impri-
 « mée, nous pouvons l'obtenir au moyen des vitesses (V , V_1)
 « acquises effectivement par la pièce et le boulet. » Quindi
 essendo $M V^2$ la forza viva della palla e $M_1 V_1^2$ la forza
 viva del cannone avuta dall'esplosione della polvere, ne de-
 duce colla somma il lavoro totale dalla medesima svolto.

$$\frac{1}{2} M V^2 + \frac{1}{2} M_1 V_1^2.$$

Successivamente poi, nell'esempio che adduce, si serve
 appunto della uguaglianza delle rispettive quantità di movi-
 mento della palla con quella del cannone per dedurre la
 velocità V_1 impulsata al cannone stesso dicendo: *puisque on a*
 $P V = P_1 V_1$, essendo $P = g M$ e $P_1 = g M_1$, i rispettivi

pesi delle palle e del cannone. Quindi anche nell'esempio di un prisma che riceve l'urto longitudinalmente da un grave caduto da una data altezza, mentre si ha bensì nel prodotto del suo peso per la caduta la misura del lavoro, si può solo desumere quale relazione tra questi dati debba sussistere, dall'uguaglianza della quantità di movimento acquisita al grave istesso con quella che può sopportare la massa del prisma; dalla quale equazione risulta che la massa del prisma deve stare a quella del grave, come le rispettive velocità, mentrechè risulterebbe dalla eguaglianza delle quantità di lavoro o delle forze vive che le masse istesse dovrebbero stare come i quadrati di dette velocità.

Il sommo matematico Poisson, nel suo stampato « *Formules relatives aux effets du tir sur les différentes parties de l'affût*, 2^e édition, Paris 1838 » senza ambagi scrisse a pag. 1 che « pour éclairer la pratique sur les efforts auxquels les parties du système doivent être capables de résister, il suffit de déterminer la somme totale des pressions que chaque partie éprouve pendant toute la durée de l'action de la poudre. Or cette somme est une quantité finie de mouvement, qui ne dépend que de celle que le boulet a reçue à la sortie de la pièce, et que l'on peut calculer eu faisant abstraction de la flexibilité du système. En général, une percussion n'est autre chose qu'une pareille somme de pressions successives qu'on produit, dans un intervalle de temps très-court, une quantité de mouvement indépendante de la durée de leur action. » Così il Poisson dedusse le formole delle quantità di movimento in funzione da quella del proietto ripartita sulle varie parti del sistema cannone ed affusto, messe in movimento assieme dallo sparo, quantità di movimento che occorre conseguentemente uguagliare a quelle che le parti istesse del sistema possono sopportare affine di dedurne le condizioni della loro stabilità.

II PARTE

SOLUZIONE

Di quesiti di meccanica pratica ad esempio dell'applicazione delle rettificazioni precedentemente esposte delle maniere di calcolo in uso.

(Letta nell'adunanza 30 aprile 1869).

§ 10. — Il confronto dei risultati di particolari esperienze ben constatate con alcuni esempi d'applicazione ai casi pratici varrà meglio a completare le esposte rettificazioni alle formole in uso pei casi statici, ed alla maniera di calcolare la resistenza viva dei solidi, od al loro modo di resistere alle forze nello stato di movimento, stato ch'è il solo esatto ed il più importante in natura, essendo meno frequenti i casi dello stato statico, se ben si ponderano.

Il principio generalmente ammesso che gli effetti siano in ragione delle forze vive, non viene punto confermato dalle moltissime e costosissime sperienze, che furono fatte in questi tempi sulla percussione dei proietti d'artiglieria contro varie sorta di ripari, soprattutto in Inghilterra; delle quali esperienze, incominciate fin dal 1862 sotto la direzione di una speciale Commissione, leggesi in un rapporto del capitano Noble segretario della medesima: « La Commissione delle piastre di ferro ha proposto una serie di esperienze allo scopo di

« ricercare se la penetrazione dei proietti nel ferro è pro-
 « porzionale alla loro forza viva ». Di poi conchiude: « che
 « le esperienze fin qui fatte in Inghilterra su dei bersagli
 « massicci figurativi dei bordi delle navi corazzate di diversi
 « tipi, sono state ognora dirette in uno scopo così essenzial-
 « mente pratico ch'egli è difficile di tirare dai loro risultati
 « qualche deduzione teorica ». (Vedi *Supplemento alla teoria
 dell'urto dei proietti d'artiglieria Cavalli*, serie II, tomo XXV
 dell'Accademia Reale delle Scienze di Torino).

Tale principio che l'effetto nel corpo urtato fosse propor-
 zionale alla forza viva del corpo urtante, non poté risultare
 dimostrato dalle sperienze di quella Commissione Inglese,
 e fu, dalle esperienze dei tiri eseguiti dall'Artiglieria Italiana
 con proietti uguali sparati con cariche quasi l'una doppia
 dell'altra sia a piccole che a grandissime distanze, dimostrato
 affatto insussistente.

Risulta pure tale principio essere erroneo in un singolare
 esperimento fatto dal signor Montdisir sul lavoro svolto e
 l'effetto ottenuto con un particolare ventilatore che caccia
 l'aria entro la bocca di un tubo conduttore, tutto in giro
 aperta e fatta ad imbuto (vedi pag. 299 della 94^a dispensa
 della *Revue Maritime et Coloniale*) basato, dicesi, tale sistema
 sulla corrente che dichiarasi all'interno degli alberi in lamiera
 delle navi, operanti siccome un camino di richiamo dell'aria;
 ivi l'autore conchiude: « La force vive de cet air, en effet
 « ne se conserve pas; c'est sa quantité de mouvement $m V$
 « qui se retrouve toute entière en $M v$ au débouché dans
 « la salle... Le rapport des forces vives $\frac{m V^2}{M v^2}$ est donc égale
 « à $\frac{V}{v}$ et, par suite, la perte de travail est proportionnelle à
 « la vitesse de sortie du ventilateur ». *Seguono vari quesiti.*

§ 11. — Sia una spranga prismatica infissa verticalmente dal
 capo superiore e riceva dal capo inferiore libero di allun-
 garsi l'urto d'un corpo ad essa infilato cadente da una data
 altezza, come nell'esempio predetto del Poncelet, che per avere

un orlo o ritegno ivi restavano le due masse unite. Ne sia:

A la superficie della sezione retta del prisma;

L la lunghezza del medesimo;

p il peso del prisma;

D il peso dell'unità cubica della materia dello stesso prisma;

g la gravità;

P il peso del corpo caduto;

h l'altezza della caduta ivi compreso l'allungamento subito dal prisma;

i l'allungamento proporzionale del prisma;

R la resistenza all'allungamento sull'unità superficiale della materia del prisma stesso.

Ritenuto sia trascurabile l'allungamento del prisma preesistente all'urto e seguendo l'insegnamento scolastico, si avrebbe l'equazione del problema coll'uguaglianza del lavoro Ph del corpo caduto con il prodotto della resistenza media $\frac{1}{2}(RA - p)$ opposta all'allungamento del prisma per l'allungamento istesso iL

$$Ph = \frac{1}{2} (RA - p) iL$$

Dove sostituendo ad $L = \frac{p}{AD}$ si estrae l'espressione:

$$h = \frac{i}{2} \frac{R}{D} \frac{p}{P} \left(1 - \frac{p}{RA} \right) = \frac{i}{2} \frac{R}{D} \frac{p}{P} \left(1 - L \frac{D}{R} \right).$$

Cosicchè risulterebbe decrescere l'altezza h della caduta del corpo P al cui urto può reggere la spranga, col crescere della lunghezza L della spranga medesima: mentrechè invece non varia la resistenza viva dei prismi colla lunghezza loro, essendo ognora proporzionale al loro volume (N° 6).

Ove si consideri che il solido P caduto dall'altezza h ha urtato il prisma p restando unite le due masse, e che in

detto urto la quantità di movimento del solido P passa nelle masse unite, si ha invece della prefata equazione, quest'altra:

$$P\sqrt{2gh} = (P + p)\frac{V}{\omega} \quad (\text{N. } 7) \quad \omega = 1 + \frac{P}{p}$$

dalla quale equazione si estraе la giusta espressione della cercata altezza

$$h = \frac{V^2}{2g} \frac{p(p+P)}{P^2} = \frac{i}{2} \frac{R}{D} \frac{p}{P} \left(1 + \frac{ALD}{P} \right)$$

da dove appunto risulta, dalla differenza del solo fattore binomio di questa a quello della precedente formola, che cresce l'altezza h col crescere della lunghezza L del prisma, supposto di peso costante.

§ 12. — Siano da determinarsi le migliori condizioni attendibili nello affondamento delle palafitte a consolidamento del suolo o per qualsiasi oggetto. Convenendo di affondare le palafitte fino al rifiuto, siccome dicono i pratici, conviene notare che questo rifiuto, a parte la resistenza del suolo, è sempre relativo alla potenza dei colpi di maglio nonchè alla resistenza viva delle palafitte istesse. La carica permanente ripartita per palafitta bisogna al più ragguagliare alla compressione che reggere può il legno della palafitta al limite di stabilità, ritenuto che comunque sia conficcata nel suolo o collegata con altre non possa inflettersi. Sia Q la detta resistenza sull'unità superficiale, dividendo la carica totale per questa resistenza si avranno i metri superficiali di sezione delle palafitte cilindriche o, se coniche, di quelle cilindriche equivalenti e quindi si potrà determinare per reggere un dato peso, l'occorrente numero di palafitte di forma naturale troncoconica, la di cui sezione media è quella del cilindro equivalente, come si è dimostrato alla nota (2) del N° 6. Sia ognora V la velocità elastica d'impulsione che può reggere il legname delle palafitte alla compressione al limite di stabilità ed u la velocità d'impulsione che solo può reggere il palo tronco-

conico del peso q : occorrerà uguagliare la quantità di movimento $\frac{q}{g} u$ che il palo può ricevere a quella $\frac{p}{g} \sqrt{2gh}$ acquisita dal maglio del peso p caduto dall'altezza h necessaria per giugnere al rifiuto ossia al punto della massima resistenza viva del palo istesso, cosicchè si ha:

$$\frac{q}{g} u = \frac{p}{g} \sqrt{2gh}, \quad h = \frac{u^2}{2g} \frac{q^2}{p^2},$$

$$\sqrt{2gh} = \sqrt{\frac{\pi LD \left\{ \frac{ab}{3} (a^2 + b^2 + ab) \right\}^{\frac{1}{2}}}{p}}$$

Da dove scorgesi che il peso della palafitta di forma cilindrica deve stare a quello del maglio in ragione inversa delle rispettive velocità, cioè come la velocità acquisita al maglio sta alla velocità d'impulsione alla compressione che può sopportare la palafitta, ed ove la sua forma non fosse cilindrica, detta velocità sarebbe quella stessa che può sopportare la sua materia ridotta della frazione

$$\sqrt{\frac{3ab}{a^2 + b^2 + ab}}.$$

Se invece di stabilire l'eguaglianza tra le quantità di movimento, la si stabilisse tra le forze vive od i lavori dovuti a dette quantità di movimento, chiamando in questa ipotesi con K la caduta occorrente, si avrebbe:

$$\frac{q}{g} u^2 = \frac{p}{g} 2gK, \quad K = \frac{u^2}{2g} \frac{q}{p}, \quad 2gK = V^2 \frac{\pi ab LD}{p}.$$

Allora risulterebbe che i pesi del maglio e della palafitta starebbero come i quadrati di dette velocità, e per le palafitte cilindriche essendo $u = V$, si avrebbe per il rapporto di questi pesi, rispettivamente alle prefate eguaglianze, $\frac{V}{2g}$ oppure $\frac{V^2}{2g}$, per cui ritenuta la velocità d'impulsione che può

reggere il legname delle palafitte di quercia di

$$V = 4\,000\,000 \sqrt{\frac{9,81}{1200\,000\,000,857}} = 12^m,354.$$

si avrebbe per detti rapporti 1,26 contro 15,55, da dove mentre appare plausibile il primo, che il peso massimo del maglio debba essere 1,26 volte quello della palafitta, appare inammissibile che debba invece essere 15,55 volte. E non è che sia esagerata la dedotta velocità d'impulsione che può reggere alla compressione la quercia, giacchè si prese per la sua resistenza alla compressione 400 chilogrammi per centimetro superficiale, valore intermedio a quelli dati dagli esperimenti tra 385 e 462 (vedi Claudel pag. 329, N° 245) per lo schiacciamento di un cilindro non maggiore in altezza di 7 a 8 volte il diametro: valore che si deve ben prendere allo schiacciamento che produce infatti la percussione del maglio sulla testa della palafitta e che questa può sostenere per la sua elasticità, per essere la testa cerchiata, e per essere istantanea la durata di ogni percussione.

§ 13. — Sull'effetto della caduta delle bombe sulle blinde composte semplicemente con travi, si fecero pure moltissime esperienze e se ne conoscono i risultati con sufficiente precisione per fare il confronto dei due metodi di calcolo. Notisi che qualunque sia la distanza ove cade la bomba dai due punti di appoggio della trave la sua resistenza viva è sempre la stessa. (Vedi N° 44 della *Mémoire sur la théorie de la résistance statique et dynamique des solides*, 1863).

Sia adunque da calcolarsi la resistenza occorrente ad una blinda per ripararsi dalla caduta delle bombe e sia dessa composta di un solo strato di travi di quercia di 0^m,30 di quadratura con una tratta di 4^m,90, siccome a pag. 495 del manovale d'artiglieria francese Pl. 30. Quantunque non sia questa blinda del N° 1 la più resistente, postochè ivi una sola trave riceve l'impulsione della bomba che vi cade sopra, egli è perciò tale caso il più semplice ed opportuno allo scopo

nostro di dimostrare quale maniera di calcolo sia più conforme al vero, certi essendo i risultati forniti dalla più lunga e compiuta esperienza. Così leggesi in detto manovale: « Le « blindage N° 1 formé d'un seul lit de poutres de chêne « jointives de 30 centimètres d'équarissage et de 5^m,5 de « longueur résiste à la chute des bombes de 22^c, est forte- « ment endommagé par celles de 27^c et ne résiste pas à celles « de 32^c ». A pag. 909 si trovano i pesi in chilogrammi di dette bombe cariche, rispettivamente di 23^k, 50^k,6 e 75^k nonchè le velocità massime dovute alla caduta nell'aria dal più alto punto a cui ascessero, cioè di 131^m,2; 154^m,8; 160^m,5 le di cui componenti verticali prossimamente si hanno moltiplicandole pel $\cos 30^\circ = 0,8660$. L'espressione di queste velocità essendo $\sqrt{2gh}$, si avranno per le equazioni delle quantità di movimento e dei lavori rispettivamente

$$\frac{P}{g} \sqrt{2gh} = \frac{ALD}{2g} V \sqrt{\frac{5\theta}{18\omega}}; \quad pk = \frac{1}{9} \frac{ALD}{2g} V \frac{25\theta}{18\omega}$$

Questo è il caso di un prisma orizzontalmente posato su due punti d'appoggio ed uniformemente caricato, essendochè è la massa propria del prisma che riceve l'urto della bomba, per cui la metà soltanto si può ritenere come fosse concentrata al punto di caduta, dove la espressione della velocità d'impulsione elastica e duttile che può sopportare è $V \sqrt{\frac{5\theta}{18\omega}}$ (vedi N° 17 della predetta memoria) essendo qui $\omega = 1$ e θ uguale ad 1 o 2 o 3 volte la flessione elastica, quando si vuol tener conto anche di quella duttile che può al limite di rottura essere 1 o 2 o 3 volte quella elastica.

Ritenuto pel confronto $h = k$ la stessa altezza per la caduta della bomba, per il primo prefato caso della bomba più leggera essendo $p = 23$ chilogrammi, si ha:

$$\sqrt{2gh} = 131^m,2 \cos 30^\circ = 113^m,6, \quad ALD = 422^k \text{ con } D = 857$$

si deduce dalla prima delle prefate equazioni per

$$\begin{aligned} \theta = 1 \quad V = 51^m.2; \quad \theta = 2. \quad V = 39^m.9 \\ \theta = 3 \quad V = 30^m.1; \quad \theta = 4. \quad V = 26^m.1 \end{aligned}$$

dalla seconda delle prefate equazioni $V = 159,9, 112,5, 91,9, 79,9$. Al confronto con queste si cerchi la velocità d'impulsione, che pel fatto caso si desume direttamente dai coefficienti del legno colla formola (5) $V = R \sqrt{\frac{g}{ED}}$, ove si ha $E = 1200,000,000^k$, valore che riducesi sempre più a meno oltre il limite di stabilità, dal qual limite crescono i valori della resistenza R da 2 a 6 ad 8 milioni di chilogrammi sull'unità superficiale (Claudel pag. 311, 313): ottiensì rispettivamente ai prefati coefficienti le velocità d'impulsione di metri 6; 18,5 e 22; valori che per le travi da blinde, tanto più verdi o poco stagionate, sarebbero appunto inferiori come sono ai veri valori, per quelli soprattutto che più si scostano dal limite di stabilità quando ne fosse minore il valore del modulo di elasticità da quello presupposto.

Quindi evidentemente sono verosimili i soli valori dedotti dall'eguaglianza delle quantità di movimento con quelli forniti dalle prove meccaniche dirette, ed invece risultano inammissibili in pratica come in teoria, quelli tirati dall'eguaglianza delle quantità di lavoro.

Ove si volesse tener conto del peso p della bomba che si aggiugne al peso della metà della trave concentrato nel suo punto di mezzo, allora sarebbe:

$$\omega = 1 + \frac{2p}{ALD} = 1,109$$

per cui i prefati valori di V per ambe le due maniere di calcolo volendo essere moltiplicati per $\sqrt{\omega} = 1,053$ vedesi che varierebbero di poco.

§ 14. — Quale sia la resistenza viva di una sala per carri,

e ad ugual peso in che rapporto stiano le resistenze stesse delle sale di ferro, d'acciaio, o di legno d'olmo.

Quando la carica di un carro gravitante su di una sala cade da una determinabile altezza, siccome avviene quando dopo di aver le ruote sormontato una prominenzza del suolo, ne precipitano, riceve la sala un'impulsione, una quantità di movimento pari a quella dalla carica suddetta acquisita nella caduta.

I punti d'appoggio della sala sulle ruote sono naturalmente quelli sulle verticali innalzate sul piano del suolo supposto orizzontale dai punti d'appoggio delle ruote istesse sul suolo medesimo, e prossimamente nel calcolo si può ritenere le estremità della detta parte della sala siano conformi a quelle del corpo di sala, quantunque siavi compresa una parte dei fusi della medesima, tanto più che perciò non si eccederebbe nel desumerne la resistenza viva, poichè così ritagliate s'accostano alla forma dei cosidetti prisma di uguale resistenza, per cui ne rimane duplicata la resistenza viva, quando appunto vengono le grossezze ridotte secondo la forma di ugual resistenza (N° 6).

Ritengasi la forma del corpo di sala prismatica a base rettangolare, come comunemente si usa, ove sia A la sezione retta del corpo di sala prismatico, L la sua lunghezza suddefinita e D il peso dell'unità cubica della materia con cui è fatta. Ove si traduca il problema in equazione coll'eguaglianza dei lavori si avrebbe

$$Pk = (F_1 - P) x_1 = \frac{1}{9} \frac{R^2}{E} AL \left(1 - \frac{3}{2} \frac{P}{RA} \frac{L}{h} \right)$$

$$(59) \quad K = \frac{V^2}{9 \cdot g} \frac{ALD}{P} \left(1 - \frac{3}{2} \frac{P}{RA} \frac{L}{h} \right).$$

Notasi qui pure come al N° 11, l'assurdità che nel fattore binomio crescendo la lunghezza L sminuirebbe la resistenza viva.

Ricorrendo invece all'equazione delle quantità di movimento

della carica caduta dall'altezza K con quella che può reggere la sala si avrà per l'altezza da cui possono piombare le ruote sul suolo, supposto le ruote ed il suolo per nulla cedevoli

$$(59) \quad K = \frac{V^2}{9g} \frac{(ALD)^2}{(ALD + P)^2} P^2$$

Ad uguale carica e peso loro proprio fra due diverse sale (distinguendone le prefate lettere k e v con una o due virgole) si deduce

$$\frac{K,}{K,,} = \left(\frac{V,}{V,,} \right)^2,$$

che le altezze della caduta alle quali possono reggere le due diverse sale sono semplicemente proporzionali al quadrato delle velocità d'impulsione longitudinale della materia colla quale sono fatte.

Ritenuto che le velocità d'impulsione, per la sola parte elastica e non la duttile, siano al limite di stabilità di 9 m. pel ferro, di 18 m. per l'acciaio e di 9 per il legno d'olmo, e siano dette velocità quadruple al limite della rottura, ne conseguirebbe avere uguale resistenza viva le sale di ferro e di olmo, e le loro sezioni essendo allora in ragione inversa della densità, dovrà essere la sezione delle sale di detto legno 10 volte quella della sala in ferro, prossimamente essendo la densità del ferro 10 volte quella del legno medesimo.

Essendo la detta velocità d'impulsione dell'acciaio doppia di quella del ferro e la densità a poco presso uguale, ad ugual peso ne sarebbe la resistenza viva quadrupla per la sala d'acciaio.

A cagion d'esempio sia per una sala in ferro

$$A = 0^{m^3}, 01, L = 1^m, 5, D = 7800 \text{ e } P = 4000^k.$$

si troverebbe soltanto, per

$$V = 9^m, k = 0^m, 0000223 \text{ e per } V = 36^m, k = 0,00357$$

da dove vedesi il perchè facilmente le sale possono piegarsi o rompersi quando le ruote dei carri carichi piombano dalle benchè minime altezze, solo però quando, come si disse, nulla cedesse, nè le ruote nè il suolo, chè per poco siano le ruote flessibili e cedevole il suolo, ne rimane assai scemata l'impulsione sopportata dalla sala.

Ad accrescere la resistenza del corpo di sala in ferro s'usa rinforzarlo con un guscio di legno, ma si può ugualmente rinforzare con lamine pari a quelle delle molle di sospensione dei carri. Allora abbisogna rendere il capo di sala cedevole facendolo in due pezzi congiunti per sovrapposizione longitudinalmente, gradatamente assottigliandoli e unendoli con un piuolo. Quindi dalla parte o da ambe le parti assottigliate, ove da ambe le parti potesse ricevere il corpo di sala delle impulsioni, vi si applicherebbero delle foglie simili a quelle delle mollette sicchè essendo queste tenute con fascie congiunte al corpo di sala ne avrebbero a sopportare unicamente le impulsioni. Ove dunque si aggiunga tante lamine, per una grossezza pari a quella che aveva il corpo di sala di una sol massa, ritagliate come i prismi di uguale resistenza, la resistenza viva della sala così fatta diverrà più che doppia di quella che avrebbe ove fosse il suo corpo della stessa stoffa di ferro ed acciaio, con cui si fanno le molle.

§ 15.— Trovare con quale velocità una locomotiva può partire senza rompere il legame d'unione col traino.

La locomotiva per passare dallo stato di riposo a quello di movimento onde trainare un convoglio, deve anzitutto vincere la propria inerzia, e perciò le occorre sviluppare una forza F che la spinga durante un determinabile tempo t per impellersi una quantità di movimento $\frac{P}{g} v$. Essendo P il suo peso e v la velocità iniziale nell'atto della sua partenza, per cui si ha $Ft = \frac{R}{g} v$.

Adunque la locomotiva parte ognora con una definita velocità iniziale più o meno grande a seconda dell'energia della sua forza motrice, che conviene saper come limitare.

Supponiamo il caso più sfavorevole, che i vincoli d'unione tra i diversi carri del traino siano già in tensione, sicchè la resistenza opposta al movimento del traino sia quale sarebbe se costituisse una sol massa. Suppongasi prismatica la spranga di unione della locomotiva col traino; dessa nell'atto di partenza subirà una impulsione, la di cui quantità di movimento che può sopportare, pareggiare si dovrà a quella acquisita nell'urto alla massa del traino; di questo sia Q il peso ed u la velocità di partenza: conoscendo l'espressione di questa velocità e posto sia p il peso della spranga d'unione e di forma prismatica, e sia V la velocità d'impulsione che può reggere il ferro col quale è fatta, si avrà pertanto l'equazione tra la quantità di movimento virtuale propria e quella della massa della locomotiva animata dalla differenza $v - u$ delle anzidette velocità, nonchè l'espressione del peso p occorrente alla spranga d'unione o della velocità v iniziale del movimento.

$$pV = P(v - u), \quad u = \frac{Pv}{P + Q}, \quad p = \frac{PQ}{P + Q} \frac{v}{V},$$

$$v = \frac{p(P + Q)}{PQ} V,$$

facendo $p = mP$ e $Q = nP$ sarebbe $v = m \left(\frac{1 + n}{n} \right) V$

da dove vedesi che nel caso fosse n molto grande rispetto all'unità diverrebbe $v = mV$, cioè che la velocità iniziale nella partenza della locomotiva sarebbe una frazione della velocità d'impulsione che può reggere longitudinalmente il ferro della spranga d'unione, frazione data dal peso della spranga istessa divisa pel peso della locomotiva.

Suppongasi il peso della spranga di 25^k e quello della locomotiva 25000^k, la velocità iniziale che la romperebbe, ritenuta quella d'impulsione del ferro di 50^m, risulterebbe di 0^m,05, limite che non si dovrebbe raggiungere, tanto più quando di moltissimi vagoni si componesse il traino.

La prefata relazione tra la forza motrice F e la velocità v iniziale di partenza della locomotiva sussiste ugualmente tra la forza istessa e la velocità iniziale di partenza del traino: quindi data la forza motrice F per dedurne la velocità di partenza è d'uopo ricercare l'espressione del tempo t , necessario a mettere in movimento tutta la massa del traino, ossia a trasmetterle il movimento dal capo alla coda. Ove a questa massa del traino si sostituisca quella di un prisma omogeneo di ferro di uguale lunghezza e peso, e per tener conto della resistenza d'attrito fQ se ne moltiplichi la massa istessa per $1+f$ si avrà, a vece della prefata, la relazione simile

$$Ft = (1+f) \frac{Q}{g} v.$$

Ora l'espressione del tempo t , occorrente alla trasmissione del movimento longitudinale o normale in un prisma si deduce dalle equazioni del movimento d'allungamento e raccorciamento longitudinale o da quelle del movimento di flessione normale già date al N° 6, alla velocità variabile v sostituendo $v = \frac{dx}{dt}$ ed ivi chiamando con Σ il coefficiente di quantità costanti moltiplicatore dello spazio x , se ne deduce per ambi i fatti casi l'espressione del tempo t corrispondente ad x

$$t = \int \frac{dx}{\sqrt{V^2 - \Sigma x^2}} = \Sigma^{-\frac{1}{2}} \text{arc} (\text{sen} = \frac{x}{V} \Sigma^{\frac{1}{2}}).$$

Dove sia esaurita l'impulsione ricevuta dal prisma, essendo allora $v = 0$ l'arco divenendo $\frac{\pi}{2}$ (quello del seno = all'unità) per essere $x = x_1 = \frac{V}{\Sigma^{\frac{1}{2}}}$, ottiensì pel tempo t designato con t_1

$$t_1 = \frac{\pi}{2\sqrt{\Sigma}} = \frac{\pi x}{2V}.$$

In generale vedesi, dalla seconda conseguita espressione, essere il tempo della durata dell'impulsione in ragione diretta dell'allungamento o raccorciamento subito dal prisma, o della sua flessione, ed inversa della velocità dell'impulsione stessa ricevuta; ma dalla prima di dette espressioni risulta essere tale tempo indipendente dalla medesima impulsione e dall'allungamento prodotto, qualunque esso sia, e per i prismi a sezione rettangolare che ricevono l'impulsione longitudinalmente essendo $\Sigma = \frac{Eg}{DL^2}$ risulta il tempo predetto

$$t_1 = \frac{\pi}{2} L \sqrt{\frac{D}{gE}},$$

in quanto alle dimensioni, semplicemente proporzionale alla lunghezza del prisma; e per i prismi che ricevono normalmente l'impulsione è il tempo stesso

$$t_1 = \frac{\pi}{2} \frac{L^2}{h} \frac{1 + \sqrt{\rho}}{\sqrt{2\rho}} \sqrt{\frac{D}{gE}}$$

in ragione diretta del quadrato della lunghezza ed inversa dell'altezza della sezione.

Così ottenuta l'espressione del tempo necessario a smovere il prisma suddetto ed a far partire il traino, tempo sempre lo stesso qualunque sia la impulsione data, si avrà per l'espressione della forza movente F occorrente a farlo partire con una velocità iniziale v , voluta, notando ch'è

$$x_1 = \frac{R}{E} L, \quad E = \frac{R^2 g}{V^2 D},$$

$$F = \frac{(1+f) Q}{g} \frac{2v_1}{\pi L} \sqrt{\frac{gE}{D}} = \frac{2(1+f)}{\pi} \frac{R}{LD} \frac{v_1}{V} Q$$

Da quest'altra espressione della equazione stessa

$$\frac{1}{2} Fx = \frac{(1+f) Q}{g} \frac{v_1 V}{\pi}$$

scorgesi che la metà del lavoro della forza motrice F nell'allungare d' x , il prisma rappresentante il traino, allungamento corrispondente alla velocità d'impulsione V ricevuta, è uguale alla forza viva acquisita alla massa del prisma con una velocità di

$$V \sqrt{\frac{v_1 V}{\pi}}$$

media proporzionale tra la velocità v di partenza e la velocità d'impulsione data alla massa divisa per la radice quadrata del rapporto della circonferenza al diametro del circolo.

§ 16. — Abbiassi da calcolare, nello stato dinamico nel quale si trovano, la resistenza delle travate di un ponte, soprattutto per vie ferrate, durante il passaggio d'un traino che le cuopra interamente; e sia così il caso della carica uniformemente ripartita, ivi compreso tanto la parte dovuta alla travata propria resistente, quanto quella parte occorrente per gli accessori della detta parte resistente e per dare maggiore inerzia o stabilità al ponte stesso, ove a ciò non basti la massa resistente; essendo tale condizione da prescigliersi, siccome quella che più aggrava il ponte ed ognuna delle sue travate; siano queste composte di più travi cave o di una sola, dapprima supposte appoggiate semplicemente alle loro estremità.

Attenendoci per modo d'esempio del calcolo nello stato dinamico, alla trave cava di sezione rettangolare semplicemente appoggiata alle sue estremità sia

L la lunghezza della trave a sezione rettangolare.

b e b_1 le larghezze esterna ed interna.

h ed h_1 le altezze corrispondenti.

R la resistenza del ferro sull'unità superficiale ritenuta uguale sì nella estensione che nella compressione.

D il peso dell'unità cubica del ferro della trave.

V la velocità d'impulsione corrispondente.

E il modulo di elasticità.

I il momento d'inerzia della sezione della trave.

N la distanza dell'asse neutro al lato esterno della sezione ove è minore la resistenza.

p la carica totale per metro corrente.

$F = \frac{1}{2} pL$ il momento inflettente (1).

$\frac{RI}{N}$ il momento di resistenza.

q il peso per metro corrente del traino che passa.

v la velocità del traino.

x , la flessione corrispondente alla resistenza R .

x la flessione corrispondente alla velocità u .

u la velocità acquisita in fin della flessione x .

U la velocità d'impulsione trasversale che può reggere la trave inflessa d' x .

e il rapporto $\frac{p}{q}$ ossia coefficiente di stabilità del ponte.

ω il rapporto $\frac{p}{AD}$ della carica totale al peso del ponte.

Dalle formole dello stato statico si possono ognora dedurre quelle confacenti allo stato dinamico, e si ha pertanto

(1) Il momento inflettente della forza di resistenza F alla flessione applicata per metà al punto di mezzo di ciascuna delle due mezze parti della distanza L , si come fossero all'estremità loro incastrate, essendo uguale alla somma dei momenti degli elementi presi a tutti i punti intermedii, chiamando con y la distanza ad un punto qualunque si ha appunto:

$$\frac{F}{2} \frac{L}{2} = \int_{y=0}^{y=\frac{1}{2}L} p y dy = \frac{1}{2} p \left(\frac{L}{2} \right)^2 \quad F = \frac{1}{2} pL.$$

(come nel manovale del Claudel, 1867, pag. 351, n. 253)
 pel suddetto caso

$$(1) \quad \frac{pL^2}{8} = \frac{RI}{N} \quad (2) \quad x = \frac{5pL^4}{384 EI}$$

Ove essendo $\frac{1}{2} pL$ il momento inflettente, chiamando con F_1 la forza resistente F che deducesi dalla (2), quando diviene $x = x_1$, sostituendola nella (1) si ottengono le seguenti:

$$(3) \quad F = \frac{192}{5} \frac{EI}{L^3} x \quad (4) \quad F_1 = 4 \frac{RI}{LN}$$

$$(5) \quad x_1 = \frac{5}{48} \frac{RL^2}{EN}$$

La massa inflettente concentrata nel mezzo della trave essendo $\frac{1}{2} \frac{pL}{g}$, trascurando la flessione preesistente dovuta al proprio peso $p - q$ essendo scarica, e ritenuto che la velocità u acquisita nella caduta x verticale, avviene come se la carica q a vece di scorrere da una estremità alla metà della trave, vi piombasse verticalmente, si avrà per l'equazione differenziale del movimento d'inflessione:

$$(6) \quad \frac{1}{2} \frac{pL}{2g} du^2 = - F dx.$$

Integrando fra $x = x_1$ ed $x = 0$ ivi notando essere allora $u = U$ la velocità d'impulsione che può reggere la trave istessa perpendicolarmente sul mezzo, come in qualunque punto della sua lunghezza, si deduce, notando inoltre che per $x = x_1$ diviene $u = 0$,

$$u^2 = U^2 - \frac{384}{5} \frac{EIg}{pL^4} x^2 \quad U^2 = \frac{5}{6} V^2 \frac{DI}{pN^2}.$$

Nel prefato problema essendo dati N ed I , si deduce sostituendo:

$$p = cq, \quad N = \frac{1}{2} h, \quad I = \frac{bh^3 - b_1 h_1^3}{12}$$

$$(7) \quad U^2 = \frac{5}{18} \frac{D}{cq} bh \left(1 - \frac{b_1}{b} \frac{h_1^3}{h^3} \right) V^2.$$

Dove occorre sostituire in detta espressione di U^2 a

$$cq = p = \omega D (bh - b_1 h_1),$$

affine di paragonarne la velocità d'impulsione che regger può la trave cava con quella piena, allora il fattore in funzione delle dimensioni della sezione avendo il denominatore $1 - \frac{b_1}{b} \frac{h_1^3}{h^3}$, vedesi che questo denominatore avendo sempre un minore valore del numeratore, la velocità U è maggiore per la trave cava che non per la piena, e tanto più che è minore la frazione $\left(\frac{h_1}{h}\right)^3$.

Conformemente alle dimostrazioni precedentemente esposte si avrà ad uguagliare la quantità di movimento, che è capace di reggere la trave alla somma di quelle che deve sopportare; prima la quantità di movimento della sua massa stessa $\frac{pL}{2g}$ cadente dall'altezza x , ossia della prefissa flessione massima; seconda quella dovuta alla massa $\frac{q}{2g}$ del traino supposta cadere inoltre da una determinata altezza K dovuta all'oscillazione verticale delle molle del carreggio, nonchè ai sussulti inevitabili per le irregolarità del movimento del traino; terza quella parte della quantità di movimento del traino stesso che si accumula nella discesa, causa la inflessione della prima metà, che si esaurisce nella risalita dell'altra metà della lunghezza del ponte; per semplicità del calcolo supporremo ambe rettilinee le due dette parti uguali

della lunghezza L della trave siccome si fosse piegata ad angolo in mezzo. Allora ritenute le due metà del traino stato supposto concentrato nel mezzo della trave, concentrate invece ciascuna nel mezzo della rispettiva metà della trave, sia ivi la forza colla quale muovesi il traino pari ciascuna alla quantità di movimento $\frac{qL}{4g} v$ decomposta in ambi i siti nelle due componenti orizzontali e verticali, mentre le componenti orizzontali si distruggono, quelle verticali si sommano e ne risulterà la predetta terza parte

$$\frac{qLvx_1}{2g \sqrt{\frac{1}{4} L^2 + x_1^2}}$$

quindi l'equazione predetta della quantità di movimento sarà:

$$(8) \quad \frac{PL}{2g} U = \frac{pL}{2g} \sqrt{2gx_1} + \frac{qL}{2g} \sqrt{2gk} + \frac{qLvx_1}{2g \sqrt{\frac{1}{4} L^2 + x_1^2}}$$

Allorchè sono note le quantità del problema e vogliasi determinare le dimensioni interne della trave, ossia le sue grossezze, oppure siano pur date queste grossezze, e si cerchi invece il valore conseguente del coefficiente c di stabilità (1)

(1) A definire questo coefficiente di stabilità occorre distinguere il peso della parte viva, ossia resistente, delle travate, oppure dell'arco di un ponte, dal peso delle parti accessorie e da quello della carica massima che vi può passar sopra. Il peso della parte resistente del ponte unitamente a quello delle parti accessorie deve essere abbastanza superiore a quello della detta carica massima, affinchè le vibrazioni provenienti dal passaggio della carica stessa, stiano entro limiti innocui. Il rapporto di questi pesi varia incirca da 1,6 a 5. (V. pag. 36 della nostra Memoria *Sul delineamento equilibrato degli archi*, 1859).

servirà al caso l'una delle due formole :

$$(9) \quad \frac{b}{b} \frac{h_i^3}{h^3} = 1 - \frac{18}{5} \frac{q}{c D b h V^2} \left\{ c \sqrt{2gx_i} + \sqrt{2gK} + \frac{vx_i}{\sqrt{\frac{1}{4} L^2 + x_i^2}} \right\}^2 \quad (10) \quad x_i = \frac{5}{24} \frac{DL^2 V^2}{Rhg}$$

$$(11) \quad c = \frac{5}{72} \frac{V^2 D}{gq} bh \left(1 - \frac{b h_i^3}{b h^3} \right) - \sqrt{\frac{K}{x_i}} - \frac{28x_i}{L V \sqrt{2gx_i}} + \left\{ \left[\frac{5}{72} \frac{V^2 D}{g} \frac{D}{q} bh \left(1 - \frac{b h_i^3}{b h^3} \right) - \sqrt{\frac{K}{x_i}} - \frac{28x_i}{L V \sqrt{2gx_i}} \right]^2 - \left[\sqrt{\frac{K}{x_i}} + \frac{28x_i}{L V \sqrt{2gx_i}} \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

nel qual valore di c essendo trascurabili i due termini

$$\sqrt{\frac{K}{x_i}} \text{ e } \frac{28x_i}{L V \sqrt{2gx_i}},$$

approssimativamente ottiensì quest'altra espressione ridotta

$$(12) \quad c = \frac{5}{36} \frac{V^2 D}{gq} bh \left(1 - \frac{b h_i^3}{b h^3} \right).$$

§ 17. — Sia a cagion d'esempio $L = 100$ metri; $b = h = 7^m$; $D = 7788^k$; $q = 6000^k$; $K = 0^m,03$; $c = 3$; $p = 18000^k$; $R = 15000000^k$; $V = 5^m$ e $v = 20^m$ si desume dalla (10) $x_i = 0^m,3938$, flessione che prenderà il ponte tubulare di ferro fatto come una trave cava, durante il passaggio del presupposto traino o doppio traino pesante sei tonnellate al metro corrente. Notisi che la flessione è indipendente dalle grossezze delle pareti della trave cava, è proporzionale al quadrato della lunghezza della trave ed in ragione inversa dell'altezza della sezione; è proporzionale al peso dell'unità

cubica del ferro con cui è fatta, al quadrato della velocità d'impulsione elastica che corrisponde alla resistenza stessa del ferro sull'unità superficiale di cui n'è inversamente proporzionale.

Pari a questa flessione potrebbesi dare in costruzione una saetta saliente inarcando la trave, ciocchè non altererebbe l'applicazione delle prefate formole. Quindi si trova colla (9) la grossezza delle quattro pareti della trave supposte uguali

$$\frac{1}{2}(b-b_1) = \frac{1}{2}(h-h_1) = 0^m,0580;$$

la superficie della sezione $A = 1^m,613$, ed il peso della trave stessa al metro corrente $AD = 12562^k$, così si eccederebbe nel peso totale di 562^k per metro corrente, anzichè avere una riserva. Si noti però che per tal foggia di ponti usasi sostituire ai fianchi verticali e pieni della trave degli intrecci a giorno di sufficiente resistenza alla compressione: per cui concentrando la longitudinale resistenza dei lati della trave alle estremità dell'altezza della sua sezione, allora bastando per la resistenza la metà della loro sezione, rimarrà a disposizione la quarta parte del suo peso, quantità più che sufficiente agli intrecci ed agli altri accessori che non concorrono alla sua forza viva; la quale in ogni caso abbisognando, la si potrà accrescere, accrescendo il presupposto valore di c , ove non si creda dedurne il valore direttamente colla (11) o (12) relazione.

A confrontare questa maniera di calcolo nello stato dinamico con quello in uso per lo stato statico, basta dedurre dall'equazione (1) dei momenti, N° 16, il valore del coefficiente R di resistenza che occorrerebbe dare, e si trova:

$$(13) \quad R = \frac{PL^2 N}{8I} = \frac{3}{4} \frac{pL^2}{bh^2 \left(1 - \frac{b_1}{b} \frac{h_1^3}{h^3}\right)} = 6309370^k$$

valore al quale appunto l'esperienza dei pratici indusse di ridurre valendosi nella applicazione delle formole appropriate allo stato statico, affine di equiparare possibilmente i risultati della impropria siffatta applicazione al naturale stato dinamico; nel quale stato in realtà la effettiva resistenza esercitata sul ferro, qui ritenuta la stessa alla estensione che alla compressione, è quella prefissa di 15^k per millimetro superficiale e non di $6,3$.

§ 18. — Se a vece di ferro si facesse la trave ponte o la equivalente armatura longitudinale d'acciaio o di lega di ferro con acciaio, quale si adopera a fare le molle, e che si può ritenere di una resistenza doppia della presupposta, cioè fosse entro il limite di stabilità $R = 3000000^k$ ed il relativo valore di $V = 10^m$: pur ritenendo il coefficiente di stabilità $c = 3$ affine di così dare maggior stabilità d'inerzia al ponte allora si troverebbe doppia la flessione cioè di $0^m,7916$ e si trova dover essere la grossezza

$$\frac{1}{2} (b - b_1) = \frac{1}{2} (h - h_1) = 0^m,02769,$$

la sezione $A = 0^m,9722$ ed il peso della parte resistente della trave cava $AD = 6014^k$, e si avrebbe conseguentemente una eccedenza di peso disponibile anche solo per accrescere la stabilità d'inerzia del ponte

$$18000^k - 6000^k - 6014^k = 5986^k$$

per metro corrente. Se il presupposto valore di c si riduce da 3 a 2 , allora risulta la grossezza delle pareti di 20 millimetri a vece di $27^{ml},7$ la sezione $A = 0^m,5568$ il peso $AD = 4336^k$ e l'eccedenza disponibile di

$$12000^k - 6000^k - 4336^k = 1664^k$$

per metro corrente.

Questa trave d'acciaio o ferro di lega a pareti intiere per 100 metri di lunghezza peserebbe 433600^k al prezzo di L. 1, 50 al chilg. costerebbe $650,000$ lire circa: mentre che fatta in ferro peserebbe 1256200^k , circa il triplo, e valutandone il prezzo a lire 1 al chilog. costerebbe ancora il doppio della trave d'acciaio.

Allorchè la trave cava, ossia ponte tubulare, posasse su diverse pile distanziate della lunghezza L da mezzo a mezzo di esse nel caso che almeno due campate potessero essere ad un tempo intieramente coperte nel passaggio del traino, dette campate si troverebbero nel caso come se avessero le estremità infisse, ed allora il coefficiente $\frac{5}{24}$ della formola (10)

per il calcolo della flessione si cambierebbe in $\frac{8}{16}$ e quello

del secondo termine del secondo membro della (9) $\frac{18}{5}$ in 8,

e nella (11) il coefficiente $\frac{5}{72}$ in $\frac{1}{32}$ e nella (12) $\frac{5}{36}$ in $\frac{1}{16}$;

ciò posto per l'ultimo prefato caso la flessione da $0^m,7916$ ridurrebbesi a $0^m,23748$; la grossezza delle pareti della trave da 20 ad 8,725 millimetri; diverrebbe la sezione $A = 0^m,2494$ ed il peso $AD = 614^k,2$ e l'eccedenza disponibile a $12000^k - 6000^k - 614^k,2 = 5385^k,8$ sufficiente a rinforzare anche la piccola tratta della trave cava soprastante le pile; ove per essere il momento di resistenza doppio di quello in mezzo della medesima, devesi duplicar le grossezze trovate per la sezione di mezzo per avere quelle alla sommità delle pile, da dove andranno sminuendo in modo da uguagliare quelle di mezzo alla distanza dal mezzo delle pile $a = 0,0917$ d'ambe le parti; espressione questa che deducesi coll'eguagliare

$$\frac{P}{2} \left[\left(\frac{L}{2} - a \right)^2 - \frac{L^2}{12} \right] = \frac{pL^2}{24}$$

(Clandel, 1867, § 257) del momento o sua espressione in funzione d'a preso sulle pile con quello d'intermezzo.

Ora che i giornali tornarono sul progetto di fare un ponte sullo stretto di Calais, o di passarvi sotto con una galleria sotterranea, è interessante il calcolarne le progettate travate di 1000 metri.

Posta la grande convenienza di farle in acciaio e ritenuti i precedenti dati (meno $L = 1000^m$) supposto $b = h = 30^m$ si trova per la flessione $x_1 = 1^m,744$ e le grossezze

$$\frac{1}{2} (b - b_1) = \frac{1}{2} (h - h_1) = 0^m,0531,$$

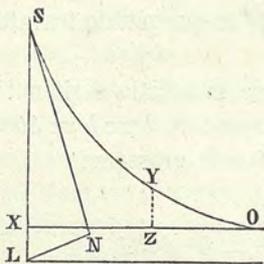
la sezione $A = 5^m,40$; sarebbe il peso al metro corrente $AD = 13299^k$ alquanto eccedente il $cq = 12000$ anzidato. Ma pure qui notando che un quarto del peso AD della trave cava si può togliere concentrando la resistenza viva delle pareti laterali alla estremità verticale della sezione, allora apparentemente rimane nella restante eccedenza di

$$12000 - 9974 = 2026$$

per metro corrente di che far fronte ai bisogni degli intrecci da sostituirsi ai fianchi e per le altre armature occorrenti a costituire il ponte trave all'americana, il di cui peso totale delle sole 30 travate ritenuta la lunghezza di 30 chilometri risulterebbe di $30000 \times 12000^k = 360,000,000^k$; valutati a lire 1,5 il chilog. il costo monterebbe già a 540 milioni, costo che almeno ad opera finita sarebbe duplicato, mentre che il costo della galleria sotterranea ultimata venne giudicato di soli 25 milioni di lire sterline, ossia di 625 milioni di lire, che supposta anche di 35 chilometri di lunghezza, verrebbe a costare 7143 lire al metro corrente, più della metà incirca del traforo del Moncenisio.

§ 19. — Il calcolo della resistenza di un ponte sospeso fatto nello stato statico non basta ad assicurare la stabilità quando il carico che vi passa sopra vi cagioni delle oscillazioni ver-

ticali notevoli; allora occorre ricercare quale sia l'altezza massima tollerabile di dette oscillazioni.

FIGURA 3^a

Sia SO la semi catenaria di un ponte sospeso, fig. (3), come nel Claudel, pag. 1275, N° 780, A la sezione della fune o spranga della catenaria stessa; L la sua lunghezza effettiva da O in S ; T la tensione alla sommità S , secondo la tangente SN ; Q la tensione in O del lato orizzontale; chiamisi con x l'allungamento

della catenaria da O alla sommità S ; e con $M\frac{pc}{g}$ la massa

del peso che regge; ove p è la carica per metro di lunghezza del ponte, ivi compreso il peso della fune stessa ed ogni altra parte del ponte, ritenendo le ordinate come facenti parte della catenaria istessa, siccome tutto il peso fosse direttamente dalla stessa sostenuto; c è la mezza lunghezza del ponte XO ; f è l'altezza SX massima saetta della catenaria, h è l'altezza SI della sommità della catenaria sul piano del ponte; P resistenza sull'unità superficiale del ferro della catenaria.

Ciò posto per dedurre la velocità d'impulsione U che la catenaria prefata potrà reggere, naturalmente diversa dalla velocità V che regge il ferro di cui è composta pure longitudinalmente, ma in linea retta, bisogna ricorrere all'equazione differenziale del suo movimento d'allungamento; e pertanto sia v la velocità U corrispondente all'allungamento x si avrà:

$$\frac{1}{2} Mdv^2 = Fdx, F = E \frac{A}{L} x - T, T = \sqrt{Q^2 + p^2 c^2},$$

$$Q = \frac{p^2 c^2}{2f}, gM = pc$$

Si ha, sostituendo, integrando e notando ch'è $v = U$,
quando $x = \frac{TL}{EA}$

$$v^2 = U^2 - \frac{T^2 L^2}{MEA} + \frac{2T}{M} x - \frac{EA}{ML} x^2 L = \left(1 + \frac{2}{3} \frac{f^2}{c^2}\right) c$$

Da cui, notando ch'è $v = 0$, quando $x = \frac{P}{E} L$, deducesi

$$U^2 = \frac{P^2 g L A}{E p c} \left(1 + \frac{T^2}{P^2 A^2} - 2 \frac{T}{P A}\right)$$

$$U = V \sqrt{\frac{L A D}{p c} \left(1 + \frac{T^2}{P^2 A^2} - 2 \frac{T}{P A}\right)}.$$

Trovata così la espressione della velocità U d'impulsione che può sostenere la catenaria, si avrà la espressione $\frac{ALD}{g} U$ della quantità di movimento che sarà capace di ricevere alla sommità S nella direzione della tangente SN ; per cui moltiplicando questa resistenza viva per la distanza IN di detta tangente dal piede I del sostegno SI altezza sul piano del ponte, si avrà il momento di tale resistenza viva che si avrà ad uguagliare al momento della quantità di movimento, ossia forza movente della massa $\frac{pc}{g} \sqrt{2gK}$, moltiplicandola per la distanza $\frac{1}{2} c$ dal suo centro di gravità al punto d'appoggio I suddetto; essendone $\sqrt{2gK}$ la velocità acquistata nella caduta del suo centro di gravità dall'altezza K nella massima oscillazione del ponte stesso.

Quindi si deduce

$$IN = \frac{h}{\sqrt{1 + 4 \frac{f^2}{c^2}}}$$

$$\frac{1}{2} c \frac{pc}{g} \sqrt{2gK} = \frac{h}{\sqrt{1 + 4 \frac{f^2}{c^2}}} \frac{ALD}{g} U$$

$$K = \frac{2h^2 V^2}{(c^2 + 4f^2)g} \left(\frac{ALD}{pc} \right)^2 \left(1 + \frac{T^2}{P^2 A^2} - 2 \frac{T}{PA} \right)$$

che è l'altezza K dell'oscillazione massima tollerabile nella catenaria: 1° in ragione diretta del quadrato dell'altezza dei sostegni, inversa del quadrato dell'ipotenusa del triangolo rettangolo i di cui cateti sono, la mezza lunghezza del ponte e la doppia altezza della saetta della catenaria; 2° è in ragione diretta del quadrato della velocità d'impulsione di cui è capace il ferro della catenaria, ed inversa della metà della gravità; 3° in ragione diretta del rapporto quadrato tra il peso proprio della catenaria ed il peso totale che sopporta; 4° è proporzionale al fattor trinomio, l'unità, più il quadrato del rapporto della tensione massima sostenuta dalla catenaria alla sua resistenza, meno due volte il detto rapporto.

A guisa d'esempio sia il peso per metro corrente del ponte carico $p = 4000^k$, in guisa che la carica di ciascuno dei quattro sostegni del ponte sospeso, posta la lunghezza $2c = 200$ metri, risulta di 200000^k . Inoltre si abbia $h = 11^m$ $f = 10^m$ e per la catenaria di ferro acciaio siano la sezione $A = 0^m q, 08$ la densità $D = 7820^k$, ed ai due limiti di stabilità e di rottura la resistenza del ferro sull'unità superficiale $P = \begin{cases} 40,000,000 \\ 90,000,000 \end{cases}$ e le rispettive velocità d'impulsione

$$V = \begin{cases} 50^m \\ 150^m \end{cases} \text{ ne risulta essere}$$

$$Q = 2000000^k, T = 2039680^k, U = \begin{cases} 22^m, 43 \\ 42^m, 46 \end{cases} K = \begin{cases} 0^m, 0194 \\ 0^m, 6790 \end{cases}$$

Notisi che nello stato statico la tensione massima delle catenarie per millimetro superficiale della sezione, sarebbe soltanto $\frac{2039680}{80000} = 25^k,5$; mentrechè sotto l'impulsione dovuta alle prefate oscillazioni sarebbe di 40^k e 90^k rispettivamente.

Qualora le parti delle funi o spranghe situate esternamente alla catenaria propriamente detta a ritegno del ponte sospeso, per la particolare disposizione dei sostegni fossero così fatte da lasciar libero d'aggiungersi all'allungamento della catenaria, l'allungamento anche di dette parti; allora pel fatto di tale maggiore allungamento verrebbe notevolmente accresciuta la resistenza viva del ponte sospeso.

§ 20. — Restano a trovarsi le formole per la determinazione nello stato dinamico delle dimensioni dei sostegni a colonne o pilastri che reggono il ponte sospeso, ove assai più importa di non scarseggiare nè eccedere nelle dimensioni dei sostegni medesimi, quando, come n'è il caso, sono destinate a reggere delle grandi cariche bensì stabili, ma che inoltre vanno soggette a ricevere delle impulsioni provenienti dai carichi mobili e soggetti a cadere da determinabili altezze, o che possano cagionare delle oscillazioni notevoli a tutta la massa del ponte.

Quantunque non sia immobile la massa del ponte, avendosi a determinare le dimensioni dei sostegni anche nello stato statico, sarà bene procedere alle prove meccaniche alla compressione dei materiali da adoperarsi.

Ordinariamente si misura la loro resistenza quando appaiono i primi segni della prossima rottura, e poi quando la rottura avviene; ma ciò non basta per dedurre con certezza la resistenza al limite di stabilità, non basta per ogni sorta di materiali fare una riduzione sulla resistenza conseguita al limite di rottura. Si è dimostrato che oltrepassato che sia questo limite di stabilità, fino al quale un dato materiale sostiene stabilmente la carica, abbisogna tener conto del tempo della durata in azione della carica eccedente un

tal limite, poichè sempre avverrà allora la rottura dopo un tempo più o meno lungo.

Quindi importa assai di conoscere questo limite di stabilità più che non quello di rottura dei materiali diversi impiegati nelle costruzioni, cosa facile ad ottenersi colla prova fatta mediante una macchina dello stesso sistema qui innanzi stata descritta, prova che potrà farsi già bene con una macchina più forte e migliorata come quella ora costrutta nel laboratorio di precisione del R. Arsenale in Torino.

Nel caso poi, che la carica dei sostegni sia soggetta a ricevere delle impulsioni, siccome nel prefato caso di un ponte sospeso, occorrerà di calcolare la loro resistenza viva, inoltre della loro resistenza stabile; per cui anche per i materiali di costruzione occorre dalle prove suddette dedurre anche la velocità d'impulsione che possono sostenere.

Supponendo il prefato ponte sospeso su quattro colonne tronco coniche, di cui a e b siano i raggi delle basi, ed h l'altezza, si avrà N° 6, per l'espressione della velocità d'impulsione che possono reggere $V_1 \sqrt{\frac{3ab}{a^2 + b^2 + ab}}$ essendo V_1 quella longitudinale che regge allo schiacciamento la materia della colonna.

Moltiplicando la massa di una delle quattro colonne per la detta velocità d'impulsione, si avrà la quantità di movimento alla quale ciascuna deve reggere, che dovrà eguagliarsi alla quarta parte di quella ricevuta dalla massa del ponte sospeso supposta caduta dall'altezza K anzidetta.

$$\frac{\pi h D_1}{3g} (a^2 + b^2 + ab) V_1 \sqrt{\frac{3ab}{a^2 + b^2 + ab}} = \frac{1}{2} \frac{pc}{g} \sqrt{2gK}$$

dalla quale eguaglianza, facendo $a = \tau b$ e $\tau = 1,25$, si ha:

$$\pi b^2 = \frac{pc}{hVD_1} \sqrt{\frac{3K}{2g\tau(\tau^2 + \tau + 1)}} = \frac{pc\sqrt{K}}{5.583 hVD}$$

$$V_1 = \frac{pc\sqrt{K}}{5.583 \pi b^2 D_1}$$

Cioè che la superficie della base superiore della colonna è in ragione diretta del peso del ponte e della radice quadrata dell'altezza K della massima oscillazione ed è 5,583 volte in ragione inversa dell'altezza della colonna e della velocità d'impulsione alla compressione che la sua materia può reggere.

Ritenuta la resistenza allo schiacciamento della pietra delle colonne di 600^k per centimetro superficiale, colla riduzione al ventesimo suggerita dai pratici, si deduce pel diametro superiore delle colonne capaci di reggere stabilmente il ponte $2b = 1^m,2984$ e le velocità V , d'impulsione che avrebbero a sopportare, corrispondenti alle due altezze K delle oscillazioni prefate, si trovano rispettivamente di $3^m,56$ e $16^m,77$, velocità che dovrebbero risultare almeno dalla prova meccanica sopradetta.

30 aprile 1869.

G. CAVALLI.

ORDINE DEL GIORNO

Votazione sulla domanda per la stampa negli Atti della Memoria del prof. Sobrero.

Votazione sulle proposte di Socii fatte nell'ultima adunanza.

Proposta di un nuovo Socio.

Relazione della Commissione per la revisione dei conti dell'esercizio 1868.

Seguito della lettura della Memoria del gen. Cavalli.

Proposta del Comitato relativa all'argomento Esposizione Industriale pel 1872.

Presidenza PEXON.

Presenti :

1 Socio onorario

24 Socii effettivi.

8 Socii aggregati.

1. Letto ed approvato il verbale dell'adunanza antecedente, il Segretario legge un elenco di stampati pervenuti in dono alla Società dopo l'ultima adunanza.

2. L'ordine del giorno portando la votazione sulla domanda regolarmente fatta per la stampa negli Atti della memoria sui calcari magnesiaci del prof. Sobrero, si da lettura di una lettera dell'autore, che impedito di assistere all'adunanza manifesta il desiderio che se per avventura qualche Socio desiderasse al riguardo qualche schiarimento la votazione venga ritardata alla prossima seduta.

Non essendovi alcuna osservazione, si procede alla votazione segreta e la stampa viene approvata.

3. Si passa alla votazione segreta con cui vengono ammessi a Socii i proposti nell'ultima adunanza :

In qualità di membri effettivi residenti i signori

BERRUTI Cav. Ing. Giacinto.

CASANA Cav. Severino Ing.

CHINAGLIA Marcello Industriale.

PETRINO Ing. Luigi.

REGIS Ing. Domenico.

4. Il Presidente annuncia la proposta di un nuovo Socio effettivo residente.

5. In assenza dei membri componenti la Commissione per la revisione dei conti per l'anno 1868, il Segretario legge il loro rapporto nel quale si approva il Rendiconto quale fu presentato dal Comitato dello scorso anno.

6. Il Socio Generale Cavalli dà lettura della seconda parte della sua memoria sulla resistenza dei materiali.

7. Il Presidente, a nome del Comitato, notando come da qualche tempo la stampa pubblica si occupi della proposta di una Esposizione Industriale pel 1872 accenna come questo argomento potrebbe formare tema di discussione nel seno della Società essendo affatto consentaneo alla natura di essa, come quello che si compone del doppio elemento industriale e tecnico. Che infine i risultati di essa non potrebbero a meno di essere accolti con favore e vantaggio. Che perciò parve al Comitato di proporre se intendasi farne oggetto di discussione nel seno della Società.

In caso affermativo, se credasi di nominare una Commissione la quale formoli i varii punti di questione sia tecnici, sia industriali e ne proponga la soluzione in apposito rapporto a tema di una futura discussione.

Ha la parola il socio Ingegnere De Baleinc, il quale concorrendo nell'idea del Comitato, è lieto della proposta di tale discussione mediante la quale si venga ad una soluzione dei varii punti di questione che si presentano intorno a questo argomento. Avendo egli già fatti studii in proposito, espone con brevi parole questi principali punti di questione ed in qual modo li abbia risolti nel progetto di cui dà visione alla Società. Soggiunge infine che egli non dubita che l'Industria Italiana potrà da tale circostanza ricavare molto vantaggio.

Il Socio Sacheri espone il dubbio che per una parte sia troppo tardi l'occuparsi ora di tale questione, che per altra parte stante la posizione non ufficiale della Società in tale

questione, i risultati della discussione non siano poi accolti come sarebbe suo desiderio.

Il Presidente risponde che il Comitato si preoccupò di queste due osservazioni, che non volle pregiudicare la questione, e si limitò perciò a chiedere alla Società se intendeva di farne oggetto di discussione in Adunanza generale.

Dopo varie osservazioni di alcuni Socii, i signori Codazza e Galli riassumendole concludono, sembrar loro che in massima tutti sieno d'accordo nell'accogliere la proposta del Comitato ed occuparsi dell'argomento in discorso, propongono che si adotti anche la seconda parte di tale proposta, la nomina di una Commissione.

Si procede perciò a votazione e queste due proposte sono approvate a grande maggioranza.

8. Per la nomina dei membri componenti questa Commissione sulla proposta di uno dei Socii si prega il Presidente a volerla fare d'accordo col Comitato. E l'adunanza si scioglie.

Il Vice-Presidente

A. PEYRON.

Il Segretario

PULCIANO.

*Adunanza del 17 maggio**(Ore 8 sera).*

ORDINE DEL GIORNO

Votazione pel Socio proposto nell'ultima adunanza.

Votazione sulla domanda per la stampa negli Atti della Memoria del generale Cavalli.

Rapporto della Commissione incaricata di proporre alla discussione i principali quesiti intorno all'argomento - Esposizione Industriale pel 1872.

Presidenza PEYRON.

Presenti :

23 Socii effettivi residenti

2 Non residenti

6 Aggregati.

1. Letto ed approvato il verbale della seduta antecedente, si passa alla votazione pel Socio proposto nell'ultima adunanza, e viene ammesso a membro effettivo residente, il signor

PAUTRIER FORTUNATO, Ingegnere presso le ferrovie dell'Alta Italia.

2. Si legge l'elenco degli stampati pervenuti in dono alla Società dopo l'ultima adunanza. Essendosi presentata una domanda regolarmente fatta per la stampa negli Atti della memoria del socio generale Cavalli, si procede alla votazione, e la stampa è approvata.

3. Il Vice-Presidente annuncia che in seguito al voto emesso nell'ultima adunanza della Società con accordo del Comitato, venne nominata la Commissione coll'incarico di riferire intorno ai principali punti di questione relativi all'argomento, Esposizione Industriale pel 1872.

Essa fu composta dei Soci Ingegneri: Codazza Presidente, Pecco, Ceppi, Galli, De-Baleine, Ferrante e Thovez, e che essendosi essa occupata con molta attività di tale questione, è ora in grado di presentare alla Società un primo suo rapporto, di cui prega il socio Ingegnere Galli a volerne dare lettura, terminata la quale, si dichiara aperta la discussione.

4. Il socio Cagnassi osserva che un'altra Società che assunse il nome di Promotrice Industriale ha appunto messo all'ordine del giorno per una prossima adunanza lo stesso argomento che sarà tema della nostra discussione, e che nel comune interesse sarebbe desiderabile che le due Società si accordassero fra loro circa le basi di discussione intorno a questo argomento.

Il socio Cavallero insiste perchè si determini bene quale parte debba prendere la Società nostra in tale questione.

Risponde l'ingegnere Galli che crede sia tale questione già risolta nell'ultima adunanza, e che risulta dallo stesso rapporto della Commissione che il voto della Società intorno a questo argomento debba avere un carattere puramente teoretico.

Il socio Sobrero osserva riguardo alla proposta della Commissione di fare invito per l'Esposizione Italiana a quei soli Espositori Europei che ebbero un premio segnalato nelle tre ultime Esposizioni mondiali di Londra, Parigi, Berlino, non credere che questa norma sia forse sufficiente a limitare come si vorrebbe il numero degli Espositori, poichè nelle ultime Esposizioni moltissimi furono premiati in rapporto del numero degli esponenti.

Non essendosi trovato presente all'ultima adunanza, aggiunge, in merito alla questione dell'Esposizione, che egli crede l'epoca del 1872 per una Esposizione troppo vicina alle altre perchè si possa fare con frutto, e che d'altronde le Industrie Italiane in confronto delle altre nazioni farebbero meschina figura, ed infine che nelle attuali condizioni quantunque non manchino gli elementi per riuscire bene, vi sarebbe pur bisogno di studii profondi, e serie applicazioni

per dare alle industrie del nostro paese il desiderato incremento; non credere poi che il fatto dell'Esposizione potrebbe recare molto vantaggio al grande commercio, poichè esso stesso sa approfittare delle nuove vie che le si aprono e di quelle che meglio gli convengono. Conchiude che facendosi una Esposizione in tale epoca si spenderanno molti milioni senza ricavarne proporzionato vantaggio.

Il socio ingegnere Galli osserva che la Società non prese alcuna iniziativa per promuovere questa Esposizione, ma che propose solo alla discussione questa questione. — Dovendosi fare in Torino una Esposizione Industriale, qual sia il carattere che convenga di darle.

Il socio generale Cavalli crede che la Società non debba vincolare il suo voto sui quesiti proposti dalla Commissione.

Il socio Ceppi osserva che non si deve dare troppa importanza al voto che ora è chiesto alla Società, avendo esso un carattere affatto teoretico.

Il socio comm. Richelmy appoggia la osservazione del generale Cavalli, ed ammette che si possa discutere sulla pubblicazione di questo rapporto negli Atti della Società, ma vorrebbe pure che si andasse molto cauti nel pubblicare il voto della Società.

Ferrante vorrebbe la votazione sui quesiti proposti dalla Commissione onde questa potesse continuare i suoi lavori e crede che si potrebbe secondo il regolamento pubblicarne il rendiconto negli Atti della Società.

Il generale Cavalli osservando che la Società non venne richiesta di dare il suo voto intorno a questo argomento, vorrebbe limitare la votazione sulla stampa negli Atti del rapporto della Commissione.

Il comm. Richelmy aggiunge che non sa se per i molti soci che non presero parte alla discussione possa incontrare la proposta di una subita votazione sopra un argomento così importante, e che molti forse desidererebbero, ed egli per il primo, di poter meglio studiare il lavoro della Commissione.

È presentata allora una domanda firmata da parecchi Socii in cui si propone che la Relazione della Commissione sia stampata per essere distribuita ai soli Socii, i quali possano esaminarla e studiare le questioni per la prossima adunanza.

Il Presidente della Commissione e varii membri di essa concordano in questa proposizione, la quale viene perciò messa ai voti, ed essendo approvata, l'Adunanza si scioglie.

Il Presidente

SPURGAZZI.

Il Segretario

PULCIANO.

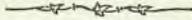
RAPPORTO DELLA COMMISSIONE

INCARICATA DI PROPORRE ALLA DISCUSSIONE I PRINCIPALI QUESITI

INTORNO ALL'ARGOMENTO

ESPOSIZIONE INDUSTRIALE PEL 1872

letto nell'adunanza 17 maggio 1869.



La Commissione che per vostro voto fu nominata dal nostro Presidente, coll'incarico di studiare e di formulare i principali quesiti che si affacciano intorno alla Esposizione progettata per l'anno 1872 in Torino, ha sentito l'opportunità di presentarsi a voi fino dal principio dei suoi lavori, e di interrogare il vostro suffragio sopra importanti argomenti, prima di procedere innanzi nello studio che le è stato commesso.

Questo partito è stato adottato dalla Commissione per due motivi, che saranno partitamente esposti in questa prima relazione sulle sue ricerche e sopra i suoi studii.

Dalle informazioni che la Commissione ha potuto raccogliere risultò che era stata presa una lodevole iniziativa, che le trattative per questo intento erano state volenterosamente incamminate e promosse, e che furono incoraggite e secon-

date da eminenti personaggi; ma però le cose non apparvero certamente essere state spinte tanto innanzi, che potesse sembrare cosa inopportuna o superflua, l'emettere qualche voto e qualche opinione in proposito, perchè nessuna delle grandi questioni che si collegano al progetto di una Esposizione da tenersi in Torino nel 1872 non fu in alcun modo pregiudicata o risolta.

Sembrò anzi questo il momento più acconcio perchè la discussione sull'importantissimo argomento fosse raccolta dai privati consigli di quei benemeriti che lo escogitarono, e trasportata dinanzi alla opinione del pubblico, il quale in fine dei conti, sia direttamente, sia indirettamente, deve soppeditare i mezzi per tradurre in atto quel pensiero.

Difatti appena sorto il pensiero di consacrare l'inaugurazione della ferrovia delle Alpi attraverso il traforo del Monte Cenisio con una Grande esposizione, *La Società promotrice delle Industrie Nazionali di Torino* provvide alla sua legale costituzione, ottenne l'approvazione dei suoi Statuti, e si fece promotrice di questo progetto.

In conseguenza delle sue domande e delle sue pratiche, il Ministero d'Agricoltura e Commercio, e le rappresentanze della Provincia e del Comune di Torino lasciarono sperare appropriati sussidii, e queste speranze furono ravvivate e confermate, poichè il Ministero e le dette rappresentanze nominarono i loro delegati a sedere nei Consigli della Società.

Gli onorevoli Commendatore Quintino Sella pel Ministero, Conte Valperga di Masino deputato provinciale per la Provincia di Torino, e Conte Rignon Assessore municipale, pel Municipio, furono i personaggi rispettivamente designati per questo incarico, e il primo di questi, ossia il Commendatore Quintino Sella, venne preconizzato alla Presidenza della Società.

Ma al di là di questi atti preliminari non risultò che fosse stato preso alcun importante partito, venne solamente confermato che il signor Commendatore Calcagno si era fatto

autore di un primo progetto, e fu partecipata alla Commissione una relazione pubblicata da una Commissione nominata dalla Società promotrice della Industria nazionale e composta dei signori Commend. Paolo Calcagno, Cav. Giuseppe Ghersi e Cav. Giovanni Canaveri.

Queste notizie pertanto offerirono alla Commissione il primo motivo per sollecitare il momento in cui la nostra Società incominciasse, finchè il campo è ancora impregiudicato, a dar pubblico segno di intervenire nello studio di questo argomento, preparandosi a pronunziare un voto collettivo il quale risvegli l'attenzione generale, ed accenda una discussione feconda sui problemi che si collegano a questo soggetto.

Questo voto, secondo lo spirito della vostra proposta, sarà un voto assolutamente teoretico ed impersonale; ma giova sperare che in esso possano trovare valido appoggio e sicuro incoraggiamento coloro che si sono proposti di attivare e condurre a termine così grande impresa.

Il secondo motivo per offrire alla Società il mezzo di cominciare fruttuosamente l'opera sua venne incontrato dalla Commissione sul bel principio del suo lavoro. Non era invero difficile il determinare quale fosse l'argomento speciale più importante, quale il quesito su cui si dovessero primamente appuntare le ricerche della Commissione; e di fatto essa opinò concordemente che il primo e più interessante quesito che deve necessariamente predominare tutti gli altri, fosse la determinazione del carattere essenziale di questa Esposizione che si intende di promuovere in Torino nel 1872 — quando compito il traforo del Moncenisio ed aperto al traffico il tronco da Susa a St-Michel, l'Italia si troverà congiunta per una nuova ferrovia non interrotta alla rete ferroviaria Europea.

E poichè voi voleste estendere il mandato della Commissione fino all'additare la soluzione dei quesiti formulati, ecco quali sono le opinioni che la Commissione sottopone al vostro giudizio intorno a questa prima questione.

Sarebbe difficile e forse poco importante lo scoprire quale fosse il carattere che i primi promotori immaginarono di attribuire a questa Esposizione; poichè, a quanto ci venne riferito, quel primo pensiero appena sorto andò gradatamente ampliandosi ed estendendosi nella mente di coloro stessi che lo avevano concepito.

Questo ingrandimento del primo concetto dei promotori parve divenire più tardi una condizione necessaria per ottenere un largo sussidio dal Ministero.

La Società promotrice delle Industrie Nazionali nella citata relazione, diede alla Esposizione che intendeva promuovere il nome di *Esposizione Generale Italiana*; e così nemmeno in quella pubblicazione fu apertamente definito il carattere di questa mostra.

Pende pertanto ancora incerta la questione se sia più opportuno che una tale Esposizione abbia il carattere di una mostra esclusiva dei prodotti dell'ingegno, del suolo e della Industria Nazionale, ovvero che rivesta quello di una Esposizione nella quale sieno ammessi i prodotti degli altri popoli.

Voi potete, o signori, affrettare col vostro voto la risoluzione di questo primo quesito.

Egli è fuori di discussione che non sarebbe cosa nè opportuna, nè forse possibile ordinare in Italia una grande Esposizione Mondiale nella guisa di quella di Londra del 1862, di quella di Parigi del 1866, o di quella che si terrà a Berlino nel 1870.

Le condizioni politiche e finanziarie del nostro paese non gli consentono di rivaleggiare con altre nazioni, da più lungo tempo, o più fortemente costituite, nè di aprire una gara internazionale arrogandosi il diritto di tenere il campo e di decretare le ricompense.

Ma se queste gravi ragioni dissuadono assolutamente dal propugnare il progetto di una Esposizione Internazionale sulla guisa di quelle più sopra nominate, non mancano altri gravissimi argomenti per convincerci che il limitare la Esposizione esclusivamente ai prodotti nazionali sarebbe cosa

meno che adatta al tempo ed alla fortunata circostanza in cui dovrà essere inaugurata.

Non si può senza pericolo in nessuna occasione venir meno a quei principii fondamentali che hanno presieduto al risorgimento di una Nazione, e poichè l'Italia venne ricostituita col principio del libero scambio non sarebbe certo conveniente il disconoscere questo principio, promovendo in questa occasione una Esposizione esclusivamente Nazionale.

Gli stranieri non affluirebbero sicuramente ad una Esposizione dalla quale fossero esclusi i loro prodotti.

Il commercio vive di scambi, e la concorrenza si determina coi confronti, e per ciò con una mostra esclusivamente nazionale male si avviserebbe anco all'intento di migliorare il credito dei nostri prodotti o di attenuare l'importazione di quelli di altri paesi.

La solenne occasione nella quale si propone questa Esposizione, e la sede che le si destina in una città così vicina alle frontiere dello Stato offrono nuovi e speciali argomenti in favore di quel carattere di internazionalità che la Commissione reputa convenirle.

Difatti il traforo del Moncenisio intrapreso, condotto e compiuto con forze nazionali costituisce certamente uno splendido monumento tecnico industriale per la gloria di questo paese; ma il fatto della apertura di quel tronco di ferrovia che lo percorre è un fatto essenzialmente internazionale, e diviene di una importanza universale e mondiale quando lo si colleghi al compimento del canale che traversa l'istmo di Suez, che sarà aperto alla navigazione poco tempo prima che sia aperta al traffico la ferrovia alpina.

Quando le barriere naturali che parevano insormontabili sono superate dal genio della età moderna, quando si congiungono i mari, e si preparano i porti e le ferrovie per servire al commercio del mondo, del quale si confida che una parte almeno riprenderà l'antica via percorrendo longitudinalmente l'Italia; nella occasione in cui si festeggia una delle più grandi vittorie della pace e della civiltà: parve

alla vostra Commissione che il chiudere le porte di una generale Esposizione italiana ai prodotti stranieri costituisca un fatto in aperta contraddizione coi tempi e colle circostanze.

E tanto sembrò evidente una tale contraddizione che non si esitò di affermare, che quando assolutamente si volesse promuovere una Esposizione, che avesse un carattere esclusivamente interno, sarebbe per avventura più confacente allo scopo lo scegliere un'altra occasione, e forse un'altra sede.

Altre ragioni si aggiunsero per avvalorare l'opinione già espressa che l'Esposizione dovrebbe avere un carattere internazionale.

Questa mostra che richiederà per essere attuata spese considerevoli, per sopperire alle quali si fa già conto sul concorso dello Stato, delle Provincie e dei Comuni, dovrà per principio di equità e di giustizia essere intesa in modo che profitti al maggior numero di cittadini, sieno dessi produttori, fabbricatori, mercanti, ovvero semplici consumatori.

Ora le mostre ristrette ai prodotti di un solo paese partecipano del carattere che hanno tutte le misure del protezionismo, le quali incoraggiano o creano monopoli di produzione o di fabbricazione con grave danno pel progresso di questi stessi due rami, e con aperto detrimento dei mercatanti e dei consumatori; perchè solo mediante la concorrenza si migliorano i metodi di produzione e di fabbricazione, senza di essa si cerca invano la diminuzione delle spese di produzione e quindi il ribasso dei prezzi.

Prima di procedere alla formulazione del suo parere la Commissione volle esaminare anche un'altra proposta, cioè se questa Esposizione Italiana dovesse avere un carattere misto, e se in essa dovessero essere ammessi specialmente i prodotti che vengono dall'Oriente; in questo senso era redatta una dotta lettera nella quale il sig. cav. Jervis suggeriva che la Esposizione Italiana dovesse assumere un carattere Italo Orientale, nello intento di cooperare al ripristinamento in Italia del commercio fra l'Oriente e l'Occidente.

Anche questa proposta meritevole di considerazione, venne esaminata e discussa dalla Commissione: ma invece di riescire a modificare la sua opinione, di aprire le porte della mostra Italiana agli espositori Europei la confermò in essa più fortemente; perchè se l'Italia aspira a riprendere il commercio orientale è necessario che apra i suoi mercati a tutte le merci del mondo, e non è certamente colle improvvise esclusioni che essa potrà sperare di costituirsi intermediaria per gli scambi fra i paesi oltralpe ed oltremare.

Per queste ragioni precipue la vostra Commissione venne nella sentenza che la progettata Esposizione del 1872 debba avere un carattere bensì diverso da quello delle grandi esposizioni di Londra, Parigi e Berlino; ma pure non debba svestire il carattere dell'Internazionalità.

Sembrò alla vostra Commissione che l'Italia nel 1872 aprendo una nuova via di comunicazione coll'Europa, ed istituendo una esposizione dei propri prodotti, dovesse invitare gli altri popoli a recarle i loro: allo scopo di avvalorare le relazioni esistenti, di crearne di nuove, di attivare scambi diversi, di moltiplicare e migliorare le proprie produzioni e le proprie fabbricazioni.

In questo modesto programma sta rinchiuso il carattere che la Commissione ha pensato convenire a questa progettata Esposizione, per mezzo della quale l'Italia si deve proporre di avvantaggiare le condizioni della sua ricchezza interna, migliorando le sue relazioni commerciali coll'estero.

Disegnata così la soluzione generale che la vostra Commissione vi addita per questo primo ed importante quesito, ci resta da esporvi i mezzi pei quali è stato proposto di raggiungere lo scopo, che la progettata Esposizione abbia bensì un carattere internazionale senza sorpassare quei limiti che le sono imposti dalle condizioni del paese e dai mezzi che saranno disponibili.

L'esperienza delle esposizioni internazionali fece conoscere che uno dei gravi ostacoli alla loro riuscita ed al loro ordinamento, fu sempre l'ingombro di espositori di minor conto

i quali si affollano, si affrettano perchè trovano nelle esposizioni un mezzo di divulgazione e di spaccio dei loro prodotti meno costoso e più efficace che altrove.

Per eliminare questa classe troppo numerosa ed importuna, venne proposto di rivolgere l'invito a concorrere alla Esposizione Italiana a tutti quelli espositori Europei i quali avessero riportato un premio *segnalato* nelle tre ultime Esposizioni mondiali di Londra, di Parigi e di Berlino.

Questa proposta riesci accetta alla Commissione per diversi motivi. In primo luogo essa concorre nello scopo di limitare l'affluenza degli espositori; in secondo luogo per essa si esprime apertamente il pensiero di non voler aprire una nuova gara alla industria Europea, ma invece di dar luogo ad una grande rivista dei vincitori delle gare passate; in terzo luogo per questa proposta la Esposizione Italiana potrebbe trarre profitto e giovamento dal breve intervallo di tempo che scorrerà dopo la grande Esposizione Germanica che avrà luogo a Berlino nel 1870, invece che sofferirne danno od impedimento.

Per completare questa proposta la vostra Commissione ravvisò la necessità che fosse definito chiaramente quali caratteri dovessero avere i premi che meritano il titolo di *Segnalati*.

Perciò fu ritenuto che una Commissione esecutiva dovesse nel caso pratico tener conto di questo argomento, e formulare i caratteri dei premi in apposito regolamento modellato in armonia dei rispettivi metodi che hanno servito al conferimento dei premi nelle tre Esposizioni citate.

A questa prima proposta ne tenne dietro una seconda la quale tende del pari a limitare l'ingombro delle materie da esporre; e ad allargare il campo per quelle categorie che meglio possono tornare utili allo sviluppo degli interessi nazionali.

Per questa seconda proposta la quale del pari dovrebbe trovare luogo nel programma concreto della Esposizione, ed avere effetto per cura della Commissione esecutiva si tenderebbe

ad ottenere; che fatta una larghissima parte alla esposizione delle opere d'arte, delle materie prime prodotte nel paese e degli oggetti di sua fabbricazione, si concedesse alle diverse categorie degli espositori stranieri uno spazio che fosse proporzionato alla loro utilità per riguardo ai bisogni nazionali; così, per esempio, si vorrebbe che fosse più estesa la parte assegnata alla esposizione di quei mezzi, macchine od apparecchi che possono favorire l'aumento della produzione od il miglioramento della fabbricazione nazionale, e che fosse più ristretta quella parte che dovrà essere assegnata alla esposizione di oggetti fabbricati all'estero e che non possono essere che oggetto di commercio per l'Italia.

Per tale misura gli espositori di questa ragione di prodotti dovrebbero necessariamente limitarsi all'invio di saggi e di campioni delle loro mercanzie.

La terza proposta che venne sostenuta ed approvata dalla Commissione, fu diretta a lasciare più largamente aperto l'adito alla Esposizione italiana ai prodotti Indo Orientali, Africani, e in genere a tutti quelli che possono arrivare direttamente nei porti nazionali, pei quali prodotti l'Italia aspira a ripristinare il suo commercio coll'Europa Centrale, divenendone la depositaria e la intermediaria pegli scambi reciproci.

La vostra Commissione pertanto, o Signori, vi propone fino da questa prima adunanza di prendere parte alla pubblica discussione sull'argomento, di cui le avete affidato lo studio, risolvendo il primo quesito che essa vi formola nei seguenti termini:

1° Quale dovrà essere il carattere precipuo ed essenziale della progettata Esposizione da instituirsi in Torino nel 1872, nella occasione della apertura della ferrovia attraverso il traforo del Moncenisio.

La Commissione addita ai vostri suffragii la sua opinione in proposito nei termini seguenti.

Una tale Esposizione dovendo essere non solo industriale

ma anche artistica e commerciale, dovrà avere essenzialmente il carattere della internazionalità.

Quando voi, o Signori, avrete segnato la via alla vostra Commissione colla soluzione di questo primo quesito essa si accingerà volonterosa allo studio degli altri che ne dipendono immediatamente, procederà immediatamente nella ricerca di quei mezzi che possano servire a conciliare il carattere attribuito a questa Esposizione colle speciali esigenze delle circostanze in mezzo alle quali dovrà essere tradotta in atto.



RENDICONTO FINANZIARIO

dell'Esercizio 1868.

Attivo

1. Fondo in cassa al 1° gennaio 1868 compresi gli interessi 4 0/10 in conto corrente liquidati il 3 dicembre 1867 come dalle carte contabili rimesse dal sig. Banchiere Malvano	L. 4453,78
2. Incasso del Tesoriere Malvano sino al 13 gennaio corrente anno come da' suoi conti, dedotte L. 55 per tre quote già da lui incassate e dovute solo a conto dell'anno 1869	» 3095 »
3. Interessi al 4 0/10 all'anno in conto corrente graziosamente accordati dallo stesso Tesoriere e liquidati al 13 gennaio 1869	» 124,87
4. Quote scadute ancora da esigere al 13 gennaio corrente anno	» 2235 »
cioè a conto 1867 da 7 soci effettivi L. 580	
1868 da 40 »	» 1400
10 non resid. »	» 225
2 aggregati »	» 30
	<hr/>
Totale come sopra L. 2235	
	<hr/>
Totale attivo 1868 L. 9908,65	
Dal quale dedotto il passivo che contro » 5184,05	
	<hr/>
Rimangono a beneficio dell'Esercizio 1869 » 4724,60	

Passivo

CAPO I. — *Gestione Tesoriere Malvano.*

1. Pagamenti fatti nel 1868 per spese relative al 1867 come da mandato N. 3 di tale anno dedotte L. 77 non ancora state riscosse	L. 2753,50
2. Paga e gratificazione al commesso, mandato 1868 N. 1 »	550 »
3. Pagamento mandati del 1868 N. 2 dedotte L. 310 comprese nel mandato a favore dei signori Favale e non pagate »	506,35
Mandato N. 3 »	216 »
4. Spese fatte direttamente dal signor Tesoriere come da' suoi conti »	35 »
Totale speso dal sig. Malvano	L. 4060,85

CAPO II. — *Gestione Tesoriere Ceriana.*

1. Mandati N. 1 ^{bis} , 2 ^{bis} e 3 ^{bis} già dedotte L. 96 appartenenti all'Esercizio 1869 per cui verrà per memoria assegnato nuovo mandato »	240,20
2. Mandato N. 4 a favore dei sig ^{ri} Favale »	310 »
3. Mandati N. 5 e 6 »	496 »
4. Residuo da pagarsi a conto del 1867 come sopra Capo 1, § 1 »	77 »
Totale pagamenti fatti o da farsi dal nuovo Tesoriere	L. 1123,20
Riporto pagamenti fatti dal Tesoriere cessato c. s. »	4060,85
Totale generale del passivo 1868	L. 5184,05

The first part of the report
 is devoted to a general
 description of the
 country and its
 resources. It is
 followed by a
 detailed account of
 the various
 industries and
 occupations of the
 people. The
 report then
 discusses the
 political and
 social conditions
 of the country.
 The final part
 of the report
 contains a
 summary of the
 findings and
 recommendations.
 The report is
 written in a
 clear and
 concise style.
 It is well
 organized and
 easy to read.
 The information
 presented is
 accurate and
 reliable.
 The report is
 a valuable
 source of
 information
 for anyone
 interested in
 the country.
 It is highly
 recommended.
 The report is
 available for
 purchase at
 the following
 address:

Adunanza 24 maggio 1869

ORDINE DEL GIORNO

Discussione sull'argomento Esposizione industriale del 1872.

Presidenza SPURGAZZI.

Presenti N. 15 Soci effettivi

» 3 Non residenti

» 4 Aggregati.

1. Letto ed approvato il verbale dell'adunanza antecedente, il Segretario legge l'elenco dei doni pervenuti alla Società dopo l'ultima adunanza.

2. Si riprende la discussione incominciata nell'ultima adunanza ed il Socio Richelmy riassumendo lo stato della discussione al finire di quella, propone che, invece di discutere ancora la questione preliminare, si dia un voto di fiducia alla Commissione onde continui nella via sinora seguita.

Il Socio Generale Cavalli crede che si possa ampiamente discutere l'argomento che è all'ordine del giorno, ma non vorrebbe che la Società si vincolasse con un voto, nè si assumesse la responsabilità del rapporto della Commissione.

Il Socio Codazza osserva che la Commissione non chiede un voto che vincoli la Società, ma unicamente desidera che si venga ad una discussione pratica sull'argomento affine di sapere su quale via essa debba continuare i suoi studii. In-

siste il Socio Richelmy che la Società non debba vincolarsi col dare un voto, senza che ne riconosca la necessità. Il Vice-Presidente Peyron osserva che il voto chiesto dalla Commissione non è, a parer suo, tale che vincoli la Società, ma deve solo servire a maggior spiegazione del mandato conferto alla Commissione; che perciò la questione preliminare posta avanti dai Socii Cavalli e Richelmy non è forse da applicarsi al caso presente. Sotto questo punto di vista concordano i medesimi che si apra la discussione, ma il Presidente osservando che questa non potrebbe avere un utile scopo senza che si venga ad una conclusione col mezzo di una votazione, crede che prima di aprire la discussione sopra questo argomento si debba addivenire alla votazione sulla questione pregiudiziale, *se cioè la Società abbia o no ad esprimere il suo voto sopra l'argomento in questione*. Messa perciò ai voti la prima proposizione questa è approvata, e votata per prova anche la contraria essa viene respinta. I Socii Foscolo, Richelmy e Albert dichiarano di essersi astenuti dal votare.

3. Dopo di ciò il Presidente dichiara aperta la discussione sul rapporto della Commissione, ed il Socio Codazza espone brevemente le varie questioni discusse nel seno della Commissione relative alle proposte formulate nella sua prima Relazione.

Ha la parola il Socio Sacheri il quale propone che si venga anzi tutto a discutere la questione se la Esposizione debba essere Internazionale o no: dopo la quale si potrà poi venire a quella sul modo di limitare il concorso degli Espositori. L'ora essendo tarda si rimanda il seguito della discussione ad altra riunione che sarà quella ordinaria fissata dal Regolamento al 1° giugno, e l'assemblea si scioglie.

Il Presidente

SPURGAZZI.

Il Segretario

PULCIANO.

Adunanza 1° giugno 1869

ORDINE DEL GIORNO

*Seguito della discussione sull'argomento
Esposizione Industriale del 1872*

Presidenza SPURGAZZI.

Presenti N. 17 Membri effettivi.

» 4 » aggregati.

1. L'adunanza è aperta colla lettura ed approvazione del processo verbale della riunione antecedente. Il Segretario legge l'Elenco dei doni pervenuti alla Società dopo l'ultima adunanza.

2. Si prosegue la discussione interrotta nell'ultima adunanza ed ha la parola il Socio Soldati, il quale crede che nelle attuali condizioni del nostro paese non sarebbe opportuna una Esposizione Internazionale, poichè gli industriali stranieri venendovi come espositori, difficilmente farebbero acquisto dei nostri prodotti, e cercando di preferenza di vendere i loro, ne sorgerebbe così una lotta dalla quale non crede che l'industria italiana possa trarre vantaggio.

Il Socio Tonta concorre nell'idea di ritenere che l'Esposizione progettata pel 1872 avendo principalmente di mira l'accrescere la produzione nazionale sia puramente Nazionale, Industriale e Commerciale.

Il Socio Galli invece ritiene che una mostra di prodotti esclusivamente nazionale non varrebbe all'intento di miglio-

rare il credito dei nostri prodotti, e di attenuare l'importazione, poichè solo mediante la concorrenza si migliorano i metodi di produzione e di fabbricazione; che poi siccome nel nostro paese, non si possono al certo esercitare utilmente tutte le industrie si dovrebbe vedere di perfezionare quelle che vi sono meglio adatte e lasciare le altre all'esercizio negli altri paesi.

Il Socio Sobrero non crede che da una Esposizione Internazionale quale viene proposta, si imparerebbe molto di più di quanto siasi potuto fare nelle Esposizioni passate, osserva poi che la spesa per una Esposizione puramente Nazionale, sarebbe limitata, mentre per una Esposizione Internazionale sarebbe molto più grave e senza proporzionato vantaggio delle nostre industrie, nè soddisfazione pel nostro amor proprio.

Il Socio Govi concorre nell'idea del prof. Sobrero, e vorrebbe che si facesse piuttosto una esibizione ossia una mostra dei prodotti dell'Industria Italiana collo scopo di far conoscere al commercio nazionale e straniero lo stato attuale delle Industrie nel nostro paese, e di vedere quali perfezionamenti si possano arrecare nelle medesime.

Il Socio generale Cavalli crede che non si debba venire a questa discussione senza che prima si conoscano i mezzi che si potranno avere per l'attuazione del progetto, ma osservano i Socii Foscolo e Sacheri che trattandosi del vantaggio del paese, pare si debba piuttosto determinare prima il fine a cui si deve tendere, ricercando poi i mezzi atti a conseguirlo.

Il Presidente rammenta che questa questione fu già risolta col voto emesso nell'adunanza antecedente, propone perciò la chiusura della discussione, la quale essendo approvata, invita i Socii che vi presero parte a voler formulare le loro conclusioni in un ordine del giorno sul quale si procederà alla votazione come per le conclusioni della Relazione della Commissione.

Viene allora presentato il seguente ordine del giorno:

« La mostra che si farà in Torino nel 1872 all'occasione

« dell'apertura della ferrovia al Traforo del Cenisio dovrebbe
 « essere una mostra od esibizione dei prodotti naturali, in-
 « dustriali ed artistici dell'Italia, destinata a far conoscere
 « quanto al Commercio nazionale e straniero possa sommi-
 « nistrare utilmente il nostro paese. »

Quantunque alcuni Socii già siano usciti, l'Adunanza es-
 sendo ancora in numero legale, si procede alla votazione e
 quest'ordine del giorno viene respinto. Si viene allora alla
 votazione della prima Conclusione della Relazione della Com-
 missione, la quale viene approvata e l'Adunanza è sciolta.

Il Presidente

SPURGAZZI.

Il Segretario

PULCIANO.

Adunanza 18 giugno 1869

ORDINE DEL GIORNO

*Relazione della Commissione incaricata di riferire
sul Teodolite Cleps-Ciclo del Socio Onorario prof. Porro.*

Presidenza SPURGAZZI.

Presenti N. 19 Socii effettivi.

» 2 Aggregati.

1. Letto ed approvato il verbale dell'adunanza antecedente, il Segretario legge l'Elenco dei doni pervenuti alla Società dopo l'ultima adunanza.

2. L'ordine del giorno portando la lettura della Relazione della Commissione incaricata di riferire sul Teodolite Cleps-ciclo presentato dal prof. Porro alla Società nello scorso febbraio, ha la parola il relatore prof. Curioni, il quale a nome degli altri membri della Commissione espone che a soddisfazione dell'invito avuto dal Presidente, essa ha creduto cosa utile di dare eziandio un breve cenno dei nuovi metodi della celerimensura.

Stabiliti perciò prima quali sieno i bisogni a cui deve rispondere la moderna geodesia, dimostra come i metodi della celerimensura valgano a soddisfarli e possano dare con prontezza e precisione un'esatta rappresentazione tanto planimetrica quanto altimetrica del terreno.

Descritto il Cleps; ed il modo di operare col medesimo, accenna ai principali pregi di questo strumento ed ai risultamenti pratici ottenuti coll'uso di esso. Conchiude che il

Teodolite del prof. Porro è il più perfetto degli strumenti finora costrutti per soddisfare alle esigenze della celerimensura, e fa voti che l'uso di esso venga ognor più generalizzato.

Il Presidente ringrazia i membri della Commissione pel modo veramente compiuto con cui hanno corrisposto all'invito che loro era stato fatto e soggiunge sperare che coll'approvazione della Società questa Relazione possa fra non molto arricchirne gli Atti.

Il Socio Govi si unisce ad encomiare il lavoro della Commissione, e notando come tale Relazione si possa quasi dividere in due parti, la prima riguardante puramente i metodi della celerimensura e la seconda l'esame del Teodolite Cleps-ciclo, crede che si potrebbe forse dividere, e far luogo alla pubblicazione negli Atti della sola seconda parte. Osserva il Socio professore Curioni, che essendo ancora poco conosciuti i metodi della celerimensura, una semplice relazione sullo strumento, non sarebbe stata a parer suo di quella utilità, che taluno potrebbe forse credere. Soggiunge altri che mancano ancora, quasi affatto, nel nostro paese trattati di celerimensura per cui è bene che anche per opera della Società degli Ingegneri si cerchi di agevolarne la diffusione. Viene intanto presentata una regolare domanda firmata da sei Soci per la stampa negli Atti di questa Relazione. Si prende atto di questa domanda, e la votazione si rimanda alla prossima adunanza, a termini del regolamento, e la seduta è sciolta.

Il Presidente

SPURGAZZI.

Il Segretario

PULCIANO.

P A R O L E

DETTE DAL SOCIO ONORARIO PROF. PORRO

NELL'OCCASIONE

che presentava alla Società il suo Teodolite Cleps-ciclo

la sera del 18 febbraio 1869

I.

Premesso, Egregi Colleghi, l'attestato di mia viva riconoscenza per l'onore che vi piacque impartirmi, inserendo il mio modesto nome fra gli illustri che compongono la vostra Società.

Premesso pure il saluto che per mia bocca vi manda l'Associazione Geodesica Nazionale Italiana, io debbo oggi in nome di essa Associazione e mio, presentare e spiegare al cospetto vostro, sotto il duplice aspetto scientifico ed industriale, un nuovo strumento geodesico, il cleps.

Dal lato scientifico la geodesia doveva rispondere ai postulati che da mezzo secolo si affacciano con sempre maggior pressa in tutta Europa in nome del più avanzato progresso nella economia pubblica e nella giurisprudenza, postulati, a parte dei quali non poteva soddisfare la geodesia che mi permetto chiamare antica.

Dal lato industriale si trattava di rendere fattibile in Italia degli strumenti di precisione che non si erano mai fatti.

Tale era il duplice problema che ho tentato di risolvere così dal lato della scienza e dell'arte dell'Ingegnere, come della scienza e dell'arte del costruttore.

Sotto il primo dei due aspetti si esigea innanzi tutto una riforma radicale nella geodesia pratica, dalla quale riforma conseguire doveva pure nel ramo dei grandi moderni lavori pubblici una riforma nel modo di studiarne i progetti.

In ciò che riguarda l'alta statistica e la giurisprudenza che impiegano la geodesia, come mezzo ausiliario, si doveva rendere attuabile una non meno importante riforma nelle leggi di guarentigia della fede pubblica, sopra tutto in materia di proprietà fondiaria, la qual riforma consiste ad un dipresso, nel ristabilimento dell'antico sistema censuario romano.

Robernier ha dimostrato infatti che la soluzione di questa importante ed alta questione della Scienza di Stato, e della giurisprudenza dipende onninamente dal modo di soluzione del relativo problema di geodesia.

Era mestieri dunque bene studiare lo scopo e precisarlo per adattarvi i metodi geodesici operativi e bene stabilire questi ultimi per ben comporre l'istrumento.

Sotto l'aspetto industriale la bisogna era più facile, giacchè la capacità naturale ed il genio in Italia non mancano, e se talor si deplora la mancanza di abili operai nelle *arti buone*, bisogna cercarne la principale causa nella mancanza di padroni, abili capi d'officina. L'operaio impara quando il capo insegna!

La mancanza poi di abili capi d'officina ha la sua causa nelle istituzioni con che l'Italia è stata pel passato governata, educata, in conseguenza era incarnato nei costumi, e perfino nella legislazione il pregiudizio, che il toccare alla *materia bruta* in pro dell'arti buone, fosse cosa non nobile, anzi poco men che vile.

La scienza perciò non si degnava discendere nelle officine e spaziava nelle astratte teorie, l'arte mancava del suo vitale elemento.

Progredirono queste arti invece in Germania, in Francia ed in Inghilterra, e vi si ebbero grandi Artisti, perchè vi erano onorati al pari degli altri Scienziati, e si ammette-

vano da pari a pari con essi nelle scientifiche Accademie: Fraunhofer, Reychenbach, Troughthon, Gambey, Bertoud, Dent, sono nomi venerati nelle scienze dei due mondi *malgrado che*, anzi appunto perchè oltre la scienza avevano familiare anche la lima; i più grandi progressi dell'astronomia, della geodesia e della marina sono stati ottenuti mercè strumenti usciti dalle loro mani.

Perciò è che io mi ritrovo più che con piacere, o signori, con vera patriottica consolazione frammezzo a voi, che avete saputo riunire a perenne fraterno convegno la scienza e l'arte col fine che imparino a stimarsi a vicenda, col fine che riuniscano i loro sforzi, onde ricollocare l'Italia alla testa del progresso, onde cessi la patria nostra d'essere servile imitatrice, onde farne tale un modello che le altre nazioni s'affrettino ad imitare.

II.

Io dirò dunque brevi parole nel senso di ben fissare il problema che si trattava di risolvere, limitandomi ai due principali rami dell'arte degli Ingegneri, che dalla geodesia in molta parte dipendono, vale a dire il ramo dei lavori pubblici, ed il catasto o censimento fondiario.

Io ne esaminerò brevemente i postulati i più avanzati prendendo a guida le massime ammesse dalla Associazione geodesica nazionale italiana.

Quest'Associazione riconosce:

1° Che *compasso non fa fede*, e se essa vuole e pretende figurati in disegni i risultamenti de' suoi lavori, vuole però sempre scritte sovr'essi oppure al lato di essi tutte le dimensioni.

2° L'Associazione Geodesica ammette siccome oggimai necessaria in tutto e sempre la livellazione generale e completa del paese. Pei lavori pubblici questo bisogno è evidente,

pel censimento basta osservare che la inclinazione e la esposizione sono elementi del valore; che la irregolarità, i diritti di scolo, parecchie servitù ne dipendono; la Francia, la Germania e l'Inghilterra stanno facendo la livellazione generale degli Stati loro.

3° L'Associazione Geodesica non crede alla infallibilità degli uomini comunque reputati per scienza e per abilità pratica, comunque chiarissimo ne sia il nome; essa pretende perciò da tutti indistintamente che tutto sia sempre comprovato, dimostrato vero, non mai imposto d'autorità o creduto nella fede del nome.

4° Protendendosi oggidi i lavori degli ingegneri a migliaia di chilometri, l'Associazione non considera siccome più mai permesso loro di trascurare la curvità della terra nè la convergenza dei meridiani, anzi neppure le irregolarità locali della sua superficie idrostatica, e pretende che di tutto ciò debbano tenere conto anche nei lavori estendentisi a soli pochi chilometri.

5° Le larghe tolleranze dei nostri vecchi catasti non sono più ammesse ed è prescritto l'obbligo rigoroso della comprovazione generale e completa d'onde deve risultare la misura dell'esattezza ottenuta, la quale condizione ha condotto all'applicazione del metodo di Gauss, delle compensazioni, a tutte le parti del lavoro, ed ha fatto nascere la necessità delle comprovazioni a due gradi, pel secondo dei quali la tolleranza può e deve essere un dieci volte almeno più ristretta di quanto finora si concedeva.

6° Lo spirito dei tempi, finalmente, comanda la speditezza in tutto; bisogna risparmiare tempo, economizzare i minuti, i secondi, sulle operazioni che si ripetono periodicamente, e ridurre a metà, al quinto, al decimo, se si potesse, il tempo che prima occorreva per un qualsiasi geodesico lavoro.

Evidentemente ad ottenere siffatti risultamenti non bastava inventare un istrumento, bisognava toccare ai metodi e tocarvi arditamente, radicalmente.

Mi autorizzerò ora di queste massime adottate dall'Associazione Geodesica nazionale, e dirò in qual modo essa si propone di giungere a soddisfare ai postulati di sopra espressi.

1° *Si vogliono le dimensioni scritte?*

2° *Si vuole la livellazione generale?*

L'ordine, la chiarezza, la brevità prescrivono prima di tutto di non più procedere nei rilevamenti per *figure*, bensì per punti e di tutti i punti determinare le tre coordinate per rispetto ad un sistema d'assi unico e fisso per tutta l'Italia adottato e passato siccome modo di linguaggio comune fra tutti gli Ingegneri e per la sua semplicità, intelligibile a tutti, anche ai profani.

Per l'economia di tempo non più fare della planimetria e delle livellazioni due operazioni distinte, ma ottenere tutto in una sol volta e scriver sempre per ogni punto le tre coordinate X , Y , Z , vale a dire che ogni qualunque rilevamento, grande o piccolo, e per qualunque scopo, deve essere sempre eidipsometrico.

Per sistema d'assi delle coordinate fu scelto quello curvilineo delle tre coordinate geografiche, longitudine, latitudine, altitudine, le quali però sotto il nome di longide (X), latide (Y), altide (Z) sono misurate in metri e non in gradi — e sono misurate cioè: la (X) sul parallelo naturale del punto che si considera, la (Y) sul meridiano di Roma, la (Z) dal livello del mare.

L'origine è presa come per le latitudini o longitudini al punto d'intersezione dell'Equatore col meridiano di Roma, ma non si scrivono che per memoria, ed una sol volta in luogo opportuno, le migliaia, le centinaia, le decine di chilometri che sono comuni a tutto un lavoro.

Con questo mezzo il contorno di un appezzamento di proprietà è dato dalla *equazione numerica per punti* di tutto il suo perimetro ed è *ubificato* invariabilmente dalla medesima equazione, e questa si può scrivere manualmente negli atti come vuole giustamente la legge. La figura che gli serve d'illustrazione se ne potrebbe dedurre se mancasse.

In fatto di lavori pubblici la superficie del suolo con tutti i suoi accidenti è data per mezzo della sua *equazione numerica superficiale* per punti, e se tutti gli ingegneri si accomodassero tosto ad esprimere nello stesso modo le forme e le dimensioni di tutte le parti di ogni opera da progettarsi, la soluzione dei loro più difficili problemi pratici, uscirebbe intieramente dal congetturale e l'intuitivo per divenire certa e razionale in ogni sua parte.

3° *Si vuol tutto comprovato, tutto dimostrato vero?*

La comprovabilità geometrica di ogni operazione piccola o grande risulta sempre completa ed infallibile in questo metodo di lavoro applicandovi nei tre sensi quel semplicissimo assioma che *la somma delle parti è eguale al tutto*.

$\Sigma (x, y, z) = \Delta (X, Y, Z)$ e per perimetri chiusi $\Sigma (x, y, z) = 0$ e questo semplicissimo modo di comprovazione è egualmente applicabile, egualmente efficace per un piccolo campicello, quanto per un'intiera provincia, quanto per l'Italia intiera; la somma di tutte le minime distanze in (x, y, z) deve eguagliare il tutto; dal Valentino a S. Salvatore, come da Superga a Milano, come dal monte Bianco all'Etna.

4° *Vuolsi tener sempre conto della curvità e della irregolarità della superficie idrostatica della terra?*

A ciò valgono le operazioni trigonometriche, e ve n'ha in Italia di fatte e pubblicate, e ve ne hanno in corso; s'avverte però che l'Associazione Geodesica nazionale intende fare in condizioni più speciali e con istrumenti più perfetti e ad un tempo molto più speditivi una nuova rete trigonometrica assai più fitta su tutta Italia; la quale fornisca la posizione assoluta di un gran numero di punti che saranno permanentemente segnati in pietra, e conservati con mezzi anche della legge, per servire anche come *capi saldi* a tutti i lavori degli ingegneri e per servire ancora come *termini pubblici* a guarentigia della proprietà fondiaria in tutti i lavori del censimento.

Di tutti questi punti saranno determinate le tre coordinate $(X Y Z)$ la convergenza C del meridiano locale col

meridiano di Roma; l'azimuto C del paracardine locale; ed il raggio φ della sfera osculatrice locale per servire nella comprovazione della z .

Pubblicata una tavola di tutti questi valori per una decina di mille punti su tutta Italia, gl'ingegneri non avranno che da interpolare aritmeticamente i *capi saldi* che mano mano incontrano colle loro operazioni, con che renderanno tutti i loro lavori uniformemente collegabili, e collegabili a loro preciso posto sulla carta generale italica, senza più darsi pensiero della curvità nè delle irregolarità della superficie idrostatica della terra.

Il modo poi di *proiezione geografica* il più adatto ed il meno deformante di tutti, è semplicissimo in questo sistema, esso è quadratico con i paralleli ed i paracardini sviluppati in linea retta e colle dimensioni reali inalterate in X ed in Y .

5° *Vuolsi restringere la tolleranza, accrescere la precisione, diminuire le minime incertezze rimanenti?*

6° *Vuolsi far presto in tutto?*

Si abolisca totalmente la misura diretta con canne o catene, si aboliscano i metodi puramente grafici e vi si sostituiscano insieme col sistema dianzi specificato, i procedimenti tutti della nuova geodesia, detta per antonomasia *Celerimensura*, coi quali procedimenti si potrà restringere al millesimo quelle tolleranze di uno ed anche due per cento che si vedono ancora oggidì per onta italiana figurare nei regolamenti ufficiali.

Con ciò si soddisferà contemporaneamente anche al sesto postulato quello del fare presto in tutto, non mai disgiunto da quello della economia.

Mediante queste riforme nella geodesia si arriva ad ottenere con facilità pari alla speditezza una eidypsometria completa del terreno che tradotta graficamente in eidypsografia, se ne ottengono disegni equivalenti a perfettissimi modelli in gesso, od in creta.

Ma se poi ottenuto tutto questo si dovesse per lo studio d'una ferrovia d'un canale od altro, cavarne quindi i soliti

piani ed i soliti profili, sarebbe uno sprecare molta parte del tempo che si era dapprima economizzato, ed incespigar di nuovo nei triboli ed incertezze che il nuovo metodo ha per iscopo di evitare, bisogna adunque introdurre un'altra grande riforma anche nel metodo di studio dei progetti, ed accettare francamente il metodo di Carnot vale a dire il metodo eidypsografico (a curve orizzontali).

Il metodo eidypsografico è da lungo tempo in uso fra gl'ingegneri militari di tutte le nazioni, ma è molto meno familiare agli ingegneri civili a causa di ciò appunto che mancava in geodesia il mezzo di far *presto e bene* i rilevamenti eidypsometrici di grande estensione.

Sulla eidypsografia si può studiare una linea di grande comunicazione e sortirne colla certezza assoluta, e dimostrar chiaramente per tutti di avere ottenuta la migliore soluzione possibile del proposto problema; quand'invece nel metodo usuale si constatano bensì tutti i pregi ed i difetti della linea prescelta, ma non si dimostra che quella sia la migliore.

Tanto dalla eidypsografia quanto della eidypsometria si possono trarre direttamente tutti gli elementi per calcolo delle aree e dei volumi, tanto pei terrazzi quanto per le opere d'arte con molta maggior facilità che col mezzo di piani e dei profili generalmente in uso, e tutto ciò con una riguardevole economia di tempo.

Ciò basti quanto all'applicazione della geodesia ai lavori pubblici, quanto ai catasti ed ai censimenti giova osservare che la guarentigia della fede pubblica, la giurisprudenza, l'alta statistica in tutti i suoi rami, non domandano che una cosa sola, domandano cioè che il risultamento della misura di una parcella di proprietà sia *descrittivo figurativo e ubificativo* in modo assoluto di tutti i termini del suo perimetro e sia tale che lo si possa *scrivere manualmente* negli atti, nei libri censuarii e nel titolo mobile che da tanto tempo si domanda senza averlo ancora potuto ottenere (vedi in proposito oltre tutti i trattati di Robernier anche le

memorie *Sulle istituzioni della guarentigia della fede pubblica* (dell'autore della presente memoria).

Non occorre spendere parole per dimostrare che tutto ciò è perfettamente ottenuto col metodo delle coordinate.

La geodesia nuova non ha quindi più bisogno di quei numerosi spedienti che ingrossavano i trattati della geodesia antica, non vi occorre qui mai che determinare le tre coordinate di ogni punto, e non vi s'impiegano che tre procedimenti, uno dei quali fondamentale porta l'antico nome di procedimento *radiometrico* ossia ad irraggiamento, il secondo il procedimento *radiotomico*, si è il metodo conosciuto dalle intersezioni (*recoupements* dei Francesi), ma colla differenza capitale che non si ha più da conoscere e tanto meno da misurare la base, ossia la distanza fra le due stazioni intersecanti; non si ha più bisogno che le due stazioni siano visibili l'una dall'altra, ne di misurare gli angoli alla base, e finalmente, che con due sole stazioni, si ottiene il risultato, e la prova della sua esattezza, mentre invece coll'antico metodo non si aveva la prova senza una seconda base, ed una terza stazione.

Il terzo procedimento chiamato *conoidico*, è nuovo affatto in geodesia e consiste nel determinare per intersezione non più un solo punto, ma un'intiera linea, comunque curva, visibile da due stazioni, con questo procedimento si rileva da ciascheduna delle due stazioni una superficie conoidica il cui vertice sia nel centro dell'istrumento e la cui direttrice sia la curva data, l'intersezione nello spazio di queste due superficie sarà necessariamente la curva stessa che si disegna coi procedimenti della geometria descrittiva, o meglio se trova la equazione numerica per punti mediante il circolo logaritmico, la qual cosa è più esatta e più speditiva.

Nel procedimento conoidico si fa uso inoltre delle così dette *visuali piane* determinate in apozenit ed in azimut dei circoli dell'istrumento e trasversalmente dal circolo di posizione.

Le visuali piane permettono di avviluppare i tondeggia-

menti delle superficie delle colline isolate dei contrafforti nelle valli in un poliedro, del quale tutte le faccie son note, e di dedurne, sia coi mezzi della geometria descrittiva, la eidypsografia a curve orizzontali, sia col calcolo trigonometrico, la equazione generale per punti di tutta la superficie.

Al calcolo trigonometrico supplisce, ben inteso, il circolo calcolatore.

III.

Quanto nel già descritto programma si chiede, era possibile invero ottenere anche coi metodi e istrumenti dell'antica geodesia, ma vi occorreva molto tempo e molta spesa, perciò il sesto postulato non poteva essere soddisfatto, gli altri lo erano imperfettamente; la qual cosa equivaleva ad una impossibilità relativa.

Col teodolite inglese, che è stato inventato, da almeno tre secoli, appunto per uso dei *land surveyors* (gli agrimen- sori), aggiuntavi la invenzione di Green (la stadia) che data precisamente da un secolo, si trovava dirozzata la soluzione del problema; ma solo nel 1824, coll'invenzione dell'anallatismo centrale, si potè dire completamente risolto, e ne sorse d'un tratto quel corpo di dottrina, quella geodesia nuova che transitoriamente si chiama *celerimensura*.

Il teodolite tacheometrico, strumento ancora voluminoso e molto delicato, erasi formato per la nuova geodesia, di cui era diventato lo indispensabile accessorio, e così si andò innanzi per quasi 30 anni.

Verso il 1852 ho intraveduto la possibilità di dividere finissimamente, e numerizzare dei circoli piccolissimi capaci di dare, nelle misure angolari, la stessa esattezza dei grandi in uso e così di ridurre di molto il volume del tacheometro, e di eliminare il difetto di soverchia delicatezza, rinchiudendo entro un cubo di bronzo i circoli stessi e tutte le

parti delicate dello strumento, appunto come le parti delicatissime di un orologio racchiuse in apposita cassa ne permette l'uso alle persone le più grossolane, e così è che ebbe origine il *teodolite-cleps-ciclo* (a circoli nascosti).

Risulta dalle premesse poste nei due precedenti paragrafi, che questo strumento risponde a tutti i postulati dianzi specificati ed è incontrastabilmente fino al dì d'oggi il migliore strumento per la geodesia generale, ma risulta parimenti che l'istrumento non è che l'accessorio, il metodo è tutto.

Accoppiato poi il cleps col circolo logaritmico, affine di facilitare, anzi eliminare la calcolazione, si compie la suppletibile più perfetta, e ad un tempo la più semplice e spedita che si possa dare ad uso degli ingegneri in generale e dei geometri di tutti gli ordini.

Con questo strumento infatti si raccoglie sul terreno in pochi secondi per ogni punto due angoli (φ, θ) e due quantità lineari (a, b), e se ne ottengono tosto, mediante il circolo logaritmico le tre coordinate (x, y, z) per rispetto al centro d'ogni stazione.

È vero che si è dovuto mettere a contribuzione tutte le risorse della scienza geodesica per comporre il metodo, tutte le risorse dell'alta ottica per comporre l'istrumento; ma egli è qui il caso della difficoltà vinta che, appunto perchè vinta, scompare. Cosicchè le pratiche della celerimensura possono essere imparate dalle persone le più scarse di matematiche dottrine.

È memorabile la brigata topografica del Corpo degli Ingegneri militari Piemontesi, stata reclutata sul finire del 1834.

I sott'ufficiali e soldati di un battaglione di Zappatori, che dopo un'istruzione speciale di poche settimane, compirono in 30 mesi la intiera eidypsometria non che la eidypsografia di tutta la piazza di Genova e dintorni, fin sulla vetta dell'Apennino; ed a quest'ora di simili o poco diverse prove se ne hanno in molte altre parti d'Europa.

Per accessoria condizione, l'istrumento doveva essere molto solido, facile al maneggio, resistente agli accidenti ordinarii

del trasporto a spalla, attraverso gli ostacoli del terreno, ed in viaggio sulle ferrovie o sulle vetture, ed è tale, forse anco con eccesso, lo strumento che andiamo ad esaminare.

Ma quest'istrumento, domanderà forse taluno, non si doveva fare più grande, o non si poteva fare più piccolo?

Rispondo: L'istrumento, quasi esattamente identico nella forma, si costituisce in quattro grandezze diverse.

Per le grandi operazioni geodesiche, astronomiche, e trigonometriche di primo ordine, vi è proporzionata la prima grandezza che porta il cannocchiale di un metro di lunghezza, con un decimetro di diametro e vi si stimano i secondi centesimali ad uno ad uno.

Per la geodesia degli ingegneri innalzata di precisione e di speditezza, all'altezza che abbiamo indicato, servono la seconda e la terza grandezza, che hanno cannocchiali rispettivamente di mezzo metro e di un terzo di metro.

Per i geometri comunali, per le riconoscenze civili e militari, un piccolo cleps tascabile col cannocchiale (*pour les avant projets*) di un quinto di metro è sufficiente ed è tale ancora da lottare vantaggiosamente per esattezza, vantaggiosamente per ispeditezza, cogli strumenti della geodesia usuale e dar tutti i risultamenti numerici modernamente reclamati in tutti i servizii.

Mi resterebbe a parlarvi, o signori, della fotografia sferica innalzata a mezzo di precisione per fare i piani ed i livelli, vale a dire la eidypsografia completa in collina e montagna, ammirabile per l'esattezza, quasi magica per la celerità; ma vi domanderò il permesso di farne oggetto di un'altra comunicazione.

Lo strumento qui presente è di seconda grandezza, ed è il più completo che si possa desiderare per uso degli ingegneri, e passo ora a spiegarne, o signori, la composizione sullo strumento stesso; permettetemi però che vi dica, che esso strumento appartiene in proprio al gerente dell'Associazione geodesica nazionale, che si è graziosamente prestato in questa circostanza col suo strumento e colla sua grade-

vole compagnia nel viaggio. Egli è l'editore proprietario e fu anzi egli stesso fondatore del periodico scientifico *l'Ingegnere Architetto*, il quale ha compito già il decimosesto anno di sua prospera vita. Egli termina degnamente l'anno con regalare, *in via di sorte*, questo cleps ai soci abbonati.

Mentre è invalso fra i giornalisti il costume di regalare in premio ai loro abbonati libri invenduti del loro o dell'altrui commercio, debbo io farvi osservare, o signori, che il proprietario dell'*Ingegnere Architetto*, si distingue dai confratelli facendo ai suoi abbonati un regalo del valore di 1900 lire! No, o signori, in ciò non istà l'alto insegnamento che questo fatto ne porge; voi vi scorgerete senza dubbio il manifesto segno che le nuove dottrine, di cui si tratta, si vanno popolarizzando, e che degli incomparabili loro vantaggi sì chiari e patenti già è penetrata la convinzione nella mente anche delle persone straniere all'arte cui non manca il buon senso per apprezzarne gli effetti, nè il patriottismo per ispingere il Paese sulla buona via.

E qui il Prof. Porro passa a spiegare verbalmente sull'istrumento stesso la composizione e l'uso di ogni sua parte e poi termina con alcune parole circa la soluzione industriale del problema.

Il Comitato nella seduta del 12 marzo interpretando il voto dei Socii ha creduto il tema svolto dal Prof. Porro di tale importanza da dover formare oggetto di matura considerazione.

Nominava perciò una Commissione composta dei signori: Cav. Prof. Curioni, Ingegnere Soldati, e sig. Giuseppe Allemano, la quale presentava la Relazione che segue:

RAPPORTO DELLA COMMISSIONE

incaricata di dare un breve cenno sulla Celerimensura e di riferire sulla convenienza e sull'utilità del Cleps-Cielo

presentato alla Società dal Cav. Prof. IGNAZIO PORRO

nella sera del 18 febbraio 1869.

1° Fra tutte le applicazioni della geodesia, quelle che si riferiscono alla formazione di un Catasto o censimento fondiario e quelle altre, le quali devono precedere lo studio di progetti di strade, di canali ed in genere di costruzioni qualunque sono da riputarsi lavori della massima importanza per gli ingegneri, ed in pari tempo non esenti da difficoltà se pur vogliansi eseguire in modo da giungere al conseguimento dei più ampi risultati, a vantaggio dello Stato, delle private società, e degli individui.

Un'operazione catastale, che da taluni si volle unicamente ristretta al conseguimento del riparto dell'imposta fondiaria, per generale consentimento si deve ora considerare sotto un punto di vista ben più esteso, e vuolsi che la sua parte geodesica sia condotta in modo da servire: alla esatta determinazione di quegli elementi geometrici che influiscono sul valore relativo della proprietà; alla rigorosa delimitazione dei beni-fondi; alla tenuta in evidenza delle mutazioni tanto frequenti del possesso ed al perpetuo suo accertamento, alla formazione della topografia generale dello Stato, ed alla facile ricerca di quei primi dati che si rendono indispensabili nel progettare e nel tracciare tutti quei lavori, i quali esigono una trasformazione più o meno grande della superficie del

suolo. Le operazioni geodesiche, che sempre devono precedere lo studio di progetti di qualche importanza, e soprattutto quelli di costruzioni stradali ed idrauliche, vogliono essere eseguite nell'intento di soddisfare a due precipi ed essenziali scopi: per arrivare alla perfetta conoscenza della superficie del terreno sulla quale le opere da progettarsi devono essere costrutte colla posizione, colla forma e colle dimensioni più convenienti sotto molteplici rapporti di comodità, di stabilità e di ben intesa economia; per definire le parti delle diverse proprietà fondiariae che, in seguito all'esecuzione delle opere stesse ed in conseguenza di eque indennizzazioni, devono rimanere occupate in modo stabile e senza alterazione.

Ora affinchè la parte geodesica delle operazioni catastali possa condurre a risultamenti in armonia colle enunciate esigenze d'un buon catasto, ed affinchè le operazioni per lo studio di progetti possano servire allo scopo per cui vengono intraprese, evidentemente devono constare di un rilevamento planimetrico, ed altimetrico delle località; giacchè un semplice rilevamento planimetrico, oltre di essere insufficiente a determinare la forma della superficie terrestre che si considera e a definire le intersezioni delle opere progettate col suolo sul quale si devono stabilire, non può tener conto di certe accidentalità e di molte circostanze che influiscono sul valore dei terreni occupati. Siccome poi è oramai divenuta una urgente necessità di pubblica economia la formazione di un censimento fondiario che, oltre di essere un'espressione rappresentativa ed ubicativa direttamente dedotta da misure prese sul terreno, soddisfi in ispecial modo alla condizione di poter facilmente e chiaramente tener dietro a tutte le mutazioni tanto frequenti e tante complicate della proprietà territoriale e di conservarne in perpetuo le traccie senza che per nulla venga meno la primitiva esattezza, anche le operazioni geodesiche per lo studio di lavori di pubblica e di privata utilità, in quanto si riferiscono ad occupazioni di terreni e quindi a mutamento di possesso, di necessità dovranno essere eseguite in modo da poter comprovare in qualunque

epoca il vero stato delle mutazioni avvenute, e da poter riconoscere se tutto si conserva identico a quanto nel momento delle espropriazioni venne convenuto ed accettato.

Stabilito così come le operazioni geodesiche per la formazione di un catasto e per lo studio di progetti debbano soddisfare alle condizioni di dare la planimetria e l'altimetria delle località e di condurre a risultamenti, mediante i quali, facilmente e sempre col medesimo grado di esattezza, sia possibile il riconoscere lo stato delle mutazioni avvenute, naturalmente si presenta la questione di vedere come si possa raggiungere l'intento senza complicate e lunghe operazioni, ma sibbene con metodi semplici e quali altamente vengono richiesti dallo spirito dei tempi che in tutto esige facilità e speditezza.

Chi eseguisce le operazioni planimetriche indipendentemente dalle altimetriche, può soddisfare alla prima condizione di dare cioè la planimetria e l'altimetria delle località, se non che questo modo di procedere non sempre conduce ad ottenere quella perfetta corrispondenza che necessariamente deve esistere fra l'una e l'altra operazione, e non di rado si cade nell'inconveniente di livellare punti non precisamente identici a quelli considerati in planimetria, se pur con grave perdita di tempo, non si completa il rilevamento planimetrico nel mentre si eseguono le livellazioni. Chi poi si accontenta di ottenere, come risultato delle sue operazioni planimetriche, un semplice piano delle località, ossia un semplice disegno in iscala delle varie linee divisorie e di quelle che marciano le principali accidentalità e particolarità del terreno, per nulla soddisfa alla seconda condizione di ottenere cioè dei risultati mediante i quali, facilmente e sempre col medesimo grado di esattezza, sia possibile di riconoscere in qualunque epoca lo stato delle mutazioni avvenute. La scala ed il compasso che sono i soli mezzi di cui conviene servirsi per dedurre numericamente quelle lunghezze che possono essere necessarie per accertare in epoche comunque lontane quali furono le vere mutazioni di proprietà, giam-

mai conducono a risultamenti forniti di quel grado di esattezza che il rilevatore può ottenere nelle sue operazioni sul terreno, e lo stesso piano primitivo, soggetto a continue variazioni col cangiare delle condizioni igrometriche dell'atmosfera, non costituisce che un testimonio poco veritiero delle indicate mutazioni. Per ottenere che le operazioni planimetriche corrispondano perfettamente alle operazioni altimetriche, è necessario che le une e le altre vengano simultaneamente eseguite. Per arrivare poi a risultamenti facili a mantenersi con quel grado di esattezza che accuratamente si deve cercare nell'operare sul terreno, è indispensabile di conservare le diverse dimensioni che servono alla completa e rigorosa determinazione di tutte le accidentalità e particolarità di cui si tenne conto nell'eseguire i lavori di rilevamento.

Per conservare queste dimensioni, venne proposto da alcuni di eseguire le operazioni di rilevamento seguendo i comuni ed ordinari metodi di geodesia, di costruire i piani mediante le dimensioni prese sul terreno per la determinazione delle proiezioni orizzontali delle diverse accidentalità della sua superficie, e di marcare sui piani stessi tutte le quote numeriche atte a fissare le vere posizioni dei diversi punti rilevati; da altri invece venne suggerito di scrivere le indicate quote su appositi registri, con opportune lettere o numeri di riferimenti ai piani. Nè l'uno nè l'altro però di questi metodi fecero buona prova; il primo riuscì inapplicabile pei territorii composti di numerose e piccole parcelle a motivo del numero stragrande di quote di cui bisognava coprire i piani; il secondo non si mostrò suscettivo di pratiche applicazioni nei grandi rilevamenti, per la non uniformità di metodi che generalmente si segue nella determinazione di vari punti. Questo però è di gran lunga migliore di quello, e riesce facile il comprendere come non possa a meno che condurre ad una espressione facile e chiara di tutte le particolarità che trovansi alla superficie di una data estensione di terreno, qualora nel determinare le posizioni dei diversi punti si segua un metodo uniforme impiegando elementi della medesima natura.

Ora, quali sono questi elementi della stessa natura che, in modo chiaro, facile e veramente applicabile, si prestano alla determinazione del grandissimo numero di punti che avviene di dover considerare in un'operazione geodesica di qualche estensione? Quali sono le misure da prendersi sul terreno per avere tutti questi elementi? Facile è la risposta alla seconda domanda, giacchè convien cercare di prendere sul terreno tali dati, che passino fra essi e gli elementi che devono servire a determinare ciascun punto delle relazioni geometriche per quanto si può semplici e facili ad apprezzarsi. La risposta alla prima domanda poi, naturale e spontanea si presenta a chi conosce i primi elementi di geometria analitica ed il più semplice dei metodi che vien seguito dai geometri per fissare le posizioni dei punti nello spazio. Si riferiscano i diversi punti del terreno a tre assi coordinati ortogonali ben definiti, si cerchi di arrivare alla conoscenza delle distanze che essi hanno dai tre piani ortogonali determinati da questi assi e si avrà così quanto si può immaginare di più facile e di più semplice per dare una rappresentazione precisa dei diversi punti singolari che avviene di dover considerare in un'operazione geodesica.

Nell'intento poi di ben precisare questi assi coordinati, si assumano due di essi nel piano orizzontale condotto pel punto della superficie geodesica della terra, supposta costituita dalle acque del mare in istato di riposo, ed estese anche sotto il continente, in cui questa è incontrata dalla verticale passante per un punto rimarchevole posto verso il mezzo della porzione di terreno che si considera; il terzo diretto secondo l'indicata verticale. Finalmente per ben fissare le posizioni dei due assi ortogonali orizzontali, si prenda uno di essi nella direzione della meridiana passante per la già definita origine delle coordinate. Con tal mezzo ciascuno dei punti del terreno viene planimetricamente determinato, mediante le sue due coordinate per rapporto alla meridiana ed alla perpendicolare, e basta aggiungervi la distanza dal piano orizzontale in cui trovansi i due primi assi, per ottenere la sua

posizione altimetrica. Convieni però avvertire che, dovendosi operare su vaste estensioni di superficie terrestre, non basta un sol sistema di assi coordinati rettilinei. È innanzi tutto indispensabile, che rigorosamente si determinino, coi metodi dell'alta geodesia, alcuni punti convenientemente scelti su tutta la superficie da rilevarsi; e sono alcuni di questi punti, proiettati sulla superficie geodesica della terra, che si assumono siccome origini di altrettanti sistemi di assi coordinati diretti secondo le meridiane, le loro perpendicolari e le verticali passanti per le rispettive origini, onde riferirvi le posizioni dei punti di porzioni della totale superficie da rilevarsi, le cui proiezioni sui piani determinati dai corrispondenti assi coordinati orizzontali sensibilmente si confondano colle loro proiezioni sulla superficie geodesica della terra.

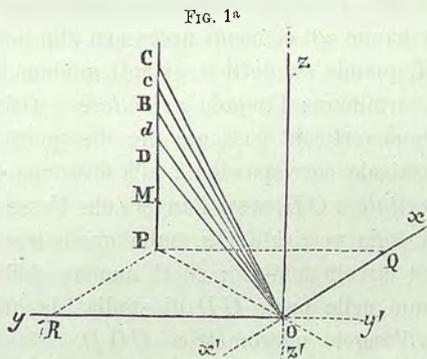
Una volta determinate le tre coordinate dei diversi punti di una porzione di terreno, riesce facile sia la costruzione del corrispondente piano in una scala qualunque, sia l'iscrizione in apposito registro delle dette coordinate, servendosi di appositi numeri o lettere, per mettere questo in correlazione con quello. Il piano parla agli occhi, mette in evidenza le principali accidentalità del terreno, ed è l'espressione rappresentativa della sua particolarità; il registro delle coordinate è l'espressione semplice, chiara, esatta, ed ubicativa delle posizioni dei diversi punti, nonchè delle varie parcelle componenti la totale superficie rilevata, ed in pari tempo costituisce il mezzo atto a conservare in perpetuo e colla primitiva esattezza i risultamenti delle fatte operazioni.

2° Lasciando ora in disparte le difficili e delicate operazioni d'alta geodesia, dirette a determinare su una vasta estensione di superficie terrestre le posizioni di alcuni punti importanti, i quali possano servire sia come origini di assi coordinati, sia come capi-saldi, per riferirvi e per verificare se si mantengono nei limiti delle prescritte tolleranze le operazioni di rilevamento delle varie particolarità ed accidentalità che può avvenire di dover considerare, è facile il comprendere come queste ultime operazioni debbano trovarsi

subordinate a norme ed a metodi, se non del tutto, almeno in gran parte, diversi da quelli sinora seguiti in topografia pel rilevamento dei terreni. Il complesso di queste norme e di questi metodi costituisce, si può dire, una nuova topografia, e chiamasi essa *Celerimensura* per antonomasia, giacchè, come chiaramente apparirà nel seguito di questo rapporto, procede in tutte le sue operazioni con una speditezza superiore ad ogni aspettazione, e che in nessun modo si può ottenere cogli ordinarii metodi di rilevare e di livellare.

3° Per venire alla risoluzione del problema costituente lo scopo precipuo della celerimensura, ossia della determinazione delle tre coordinate

ortogonali di ciascun punto che credesi di dover rilevare: suppongasi che O (fig. 1^a) sia un punto dato; che Ox , Oy ed Oz siano le direzioni di tre parallele alla meridiana, alla sua perpendicolare ed alla verticale passanti pel



punto assunto come origine delle *coordinate definitive*, e che vogliansi determinare le tre *coordinate ausiliarie*, \overline{OQ} , $\overline{QP} = \overline{OR}$ e \overline{PM} del punto qualunque M per rapporto alle accennate tre direzioni.

Egli è evidente che generalmente non si può risolvere il problema colla misura diretta delle tre lunghezze \overline{OQ} , \overline{QP} e \overline{PM} , sia perchè i tre assi coordinati, tuttochè determinati per essere una sola la direzione meridiana, una sola la direzione a questa perpendicolare, ed una sola la verticale passante per il punto rimarchevole della porzione di terreno al quale devonsi estendere le operazioni di rilevamento, non si possono materialmente tracciare; sia ancora perchè le accidentalità del suolo sono tali e tante che, anche ammessa la

possibilità del materiale tracciamento degli indicati assi, non si vede in qual modo possa tornar possibile la determinazione delle richieste coordinate ausiliarie. È imperiosa necessità di prendere alcuni elementi legati a queste coordinate da facili relazioni geometriche, stabilire le equazioni che da tali relazioni risultano, e dedurre da queste equazioni le incognite, la cui determinazione costituisce lo scopo del problema. Ora, supponendo collocato nel punto O un goniometro munito di circolo graduato orizzontale e di circolo graduato verticale col centro di questo ultimo nel detto punto, ed immaginando nel punto M una stadia, ossia un'asta verticale convenientemente graduata in parti eguali, si hanno gli elementi necessari alla determinazione del punto M , quando coi detti strumenti, goniometro e stadia, si possano determinare: l'angolo azimutale θOP , ossia l'angolo che il piano verticale passante per due punti O ed M fa col piano verticale corrispondente alla direzione meridiana; la distanza zenitale φOB , ossia l'angolo che l'asse ottico del cannocchiale fa colla verticale Oz , sulla quale trovasi collocato il centro del circolo zenitale; ed il numero delle divisioni che si trovano nella parte CD di stadia, la quale trovasi intercetta nell'angolo micrometrico COD .

Chiamando:

θ l'angolo azimutale θOP ;

φ la distanza zenitale φOB ;

S tante unità lineari quante sono parti eguali nella parte CD di stadia, la quale trovasi intercetta nell'angolo micrometrico;

A la parte \overline{MB} di stadia che trovasi compresa fra il punto B in cui viene essa ferita dall'asse ottico del cannocchiale ed il suo piede;

D la distanza orizzontale \overline{OP} fra il punto O ed il punto M ;

x ed y le due coordinate \overline{OQ} e $\overline{QP} = \overline{OR}$ del punto M , per rapporto agli assi orizzontali Ox ed Oy ;

z la differenza di livello \overline{PM} fra il punto O ed il punto M ;

fra i dati θ, φ, S ed A e le incognite D, x, y e z si possono stabilire le semplicissime relazioni:

$$\left. \begin{aligned} D &= S \operatorname{sen}^2 \varphi \\ x &= D \cos \theta \\ y &= D \operatorname{sen} \theta \\ z &= D \cot \varphi - A \end{aligned} \right\} (1),$$

cosicchè dedotto il valore di D dalla prima di queste quattro equazioni, facilmente si deducono dalle altre le tre coordinate x, y e z del punto qualunque M per rapporto alla parallela alla direzione meridiana, alla perpendicolare ed alla verticale passanti pel centro del cerchio zenitale.

Le quantità θ, φ, S, A , che per ciascun punto da rilevarsi si determinano sul terreno, chiamansi *numeri generatori*, giacchè sono esse quelle necessarie e sufficienti per determinare le tre coordinate dei punti a cui si riferiscono.

Contando gli angoli azimutali θ a partire dal nord e passando per l'ovest, per il sud e per l'est, possono essi assumere tutti i valori compresi fra zero e quattro angoli retti e quindi i coseni e i seni corrispondenti, secondo che si riferiscono ad angoli che si trovano nell'uno o nell'altro dei quattro quadranti del circolo, possono presentarsi con segni diversi. Per angoli compresi fra zero gradi ed un retto, la qual cosa avviene quando i punti a cui si riferiscono sono nella regione nord-ovest, sono positivi, tanto il coseno quanto il seno, e quindi tali sono pure le due coordinate x ed y . Per angoli compresi fra un retto e due retti, ciò che avviene quando trovansi nella regione sud-ovest i punti corrispondenti, sono negativi i coseni e positivi i seni, per cui risultano negativi i valori delle ascisse x e positivi quelli delle ordinate y . Per angoli compresi fra due retti e tre retti, riferentisi cioè a punti posti nella regione sud-est tanto i coseni quanto i seni sono negativi, e per conseguenza i valori delle due coordinate x ed y risultano pure negativi. Finalmente per angoli che variano fra tre retti e quattro retti, sono positivi i coseni, e negativi i seni; tutti i punti, a cui

tali angoli si riferiscono, trovansi nella regione sud-est; le ascisse x risultano positive, e negative le ordinate y .

In quanto all'angolo φ può esso avere valori minori di un retto, oppure valori compresi fra un retto e due retti. Nel primo caso è positivo il valore della sua cotangente, negativo invece nel secondo caso; e quindi il valore dell'ordinata z risulta positivo quando φ è minore di un retto, e quando contemporaneamente il prodotto D col φ risulta maggiore di A , negativo quando essendo φ minore di un retto, si ha D col φ minore di A , e quando φ è compreso tra un angolo retto e due angoli retti.

4° Se tutti i punti da determinarsi per una data operazione di rilevamento si trovassero in tali condizioni da potersi per ciascuno di essi ottenere i numeri generatori con un goniometro posto col suo asse sulla verticale di quel punto rimarchevole, fisso ed inamovibile, reale o fittizio, che si vuol prendere per origine delle coordinate definitive, la calcolazione di queste non presenterebbe difficoltà. Mediante le formole stabilite nel precedente numero riesce infatti possibile calcolare le coordinate ausiliarie di ciascuno dei punti, per cui vennero determinati i numeri generatori; le coordinate orizzontali x ed y che così si ottengono, sono evidentemente quelle la cui ricerca costituisce lo scopo della celestemensura; e tali son le ordinate verticali z , quando ad esse aggiungasi la distanza fra il centro del circolo zenitale e la detta origine.

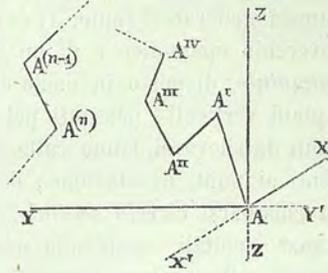
Generalmente però non è possibile di poter collimare a tutti i punti da rilevarsi col goniometro posto col suo asse nella verticale dell'origine delle coordinate definitive; quasi sempre sono necessarie più stazioni; e ciò che facilmente si può fare consiste nello stabilimento di linee spezzate che con questo colleghino quelli da rilevarsi, ed i cui vertici siano punti di stazioni oppure alternativamente punti di stazione, e punti rilevati. Facendo in modo che le operazioni eseguite nelle diverse stazioni non risultino indipendenti le une dalle altre, ma sibbene che convenientemente si trovino fra loro

connesse, riesce facile il determinare le coordinate definitive da varii punti rilevati, quando siansi calcolate le coordinate ausiliarie degli stessi punti.

Suppongasi perciò che sia A (fig. 2) il punto preso come origine delle coordinate definitive, che $A, A', A'', A''', A^{IV}, \dots, A^{(n-1)}, A^{(n)}$ sia una linea spezzata la quale passa pel punto A , e che siano: x', y' e z' le coordinate del punto A' per rapporto all'origine A ed agli assi AX, AY ed AZ ; x'', y'' e z'' le coordinate ausiliarie di A'' per rapporto all'origine A' e ad assi rispettivamente paralleli ad AX, AY ed AZ ; x''', y''' e z''' le coordinate ausiliarie di A''' per rapporto all'origine A'' e ad assi sempre paralleli alle direzioni AX, AY ed AZ degli assi delle coordinate definitive, e così di seguito fino al punto $A^{(n)}$ pel quale si indicano con $x^{(n)}, y^{(n)}$ e $z^{(n)}$ le coordinate ausiliarie per rapporto all'origine $A^{(n-1)}$ e ad assi ancora paralleli ad AX, AY ed AZ . Chiamando X, Y e Z le tre coordinate definitive del vertice qualunque $A^{(n)}$ della linea spezzata, riferite all'origine A ed agli assi delle coordinate definitive od *assi principali* AX, AY ed AZ , ed indicando rispettivamente con $\Sigma x, \Sigma y$ e Σz le tre somme $x' + x'' + x''' + x^{IV} + \dots + x^{(n-1)} + x^{(n)}, y' + y'' + y''' + y^{IV} + \dots + y^{(n-1)} + y^{(n)}$ e $z' + z'' + z''' + z^{IV} + \dots + z^{(n-1)} + z^{(n)}$, si hanno le equazioni

$$\left. \begin{aligned} X &= \Sigma x \\ Y &= \Sigma y \\ Z &= \Sigma z \end{aligned} \right\} (2).$$

Nell'applicare queste tre formole evidentemente bisogna avere riguardo ai segni delle coordinate ausiliarie $x', x'', x''', x^{IV}, \dots, x^{(n-1)}$ ed $x^{(n)}, y', y'', y''', y^{IV}, \dots, y^{(n-1)}$ ed $y^{(n)}, z', z'', z''', z^{IV}, \dots,$

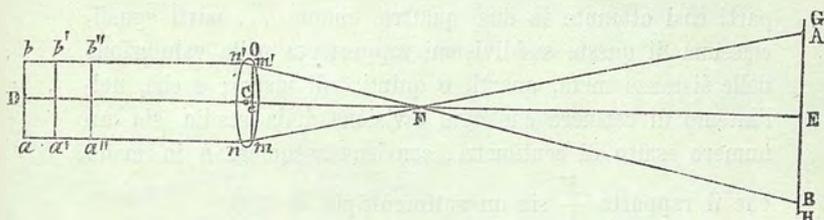
Fig. 2^a

$z^{(n-1)}$ e $z^{(n)}$, le quali, a seconda dei valori degli angoli θ e φ , possono risultare positive o negative.

5° I goniometri da impiegarsi nelle operazioni di celerimensura, affinchè possano servire alla determinazione dei numeri generatori (num. 3) devono essere muniti: di un apparecchio magnetico e di un circolo graduato, detto *circolo azimutale*, disposto in modo da poter leggere gli angoli che i piani verticali, passanti pel centro dello strumento e pei punti da rilevarsi, fanno colle direzioni meridiane, corrispondenti ai punti di stazione; di un secondo circolo graduato, da chiamarsi *circolo zenitale*, destinato alla misura delle distanze zenitali, ossia alla misura degli angoli delle diverse visuali colle verticali passanti pel centro dello strumento; di un cannocchiale con fili micrometrici per la valutazione delle distanze mediante la stadia. Questa poi deve essere graduata in modo che le sue divisioni si prestino a valutare in metri, decimetri e centimetri l'altezza A del punto, in cui essa viene ferita dall'asse ottico del canocchiale, dal punto del terreno nel quale trovasi verticalmente disposta, e tali che un certo numero di esse rappresenti quante volte una data frazione di metro è contenuta nella distanza che esiste fra la stadia e l'asse di rotazione del cannocchiale.

Segue da ciò che possono servire nelle operazioni di celerimensura i circoli ed i teodoliti, aventi cerchi graduati per misurare gli angoli azimutali e le distanze zenitali e forniti di ago calamitato, non che di cannocchiale con micrometro per la misura delle distanze. Per arrivare però a risultati sufficientemente esatti, è necessario che le distanze non si trovino affette dall'errore che deriva dalla variazione dell'angolo micrometrico col cangiare della distanza della stadia dal cannocchiale, e si raggiunge lo scopo in grazia dell'analitismo che costituisce uno dei più ingegnosi e dei più utili ritrovati del professore Porro, e di cui ecco un breve cenno.

6° Sia DE (fig. 3^a) l'asse ottico di un cannocchiale, O il suo obbiettivo, ab quella posizione del micrometro la quale corrisponde alla distanza \overline{CE} fra il centro dell'obbiettivo ed un'asta GH disposta perpendicolarmente a DE , ed F il

FIG. 3^a

fuoco principale anteriore dell'obbiettivo stesso. Qualunque sia la distanza del micrometro dalla lente O , i raggi an e bn' , paralleli all'asse ottico, convergono verso il fuoco F dopo essersi rifratti l'uno in n ed m , l'altro in n' ed m' ; l'angolo mFm' si conserva costantemente lo stesso per tutte le posizioni $a\ b$, $a'\ b'$, $a''\ b''$,..... del micrometro; e lo stesso avviene pel suo opposto al vertice AFB . Segue da ciò che, chiamando

h la distanza \overline{ab} fra due fili del micrometro,

H la lunghezza \overline{AB} di quella parte dell'asta GH la cui immagine trovasi compresa fra i detti due fili,

D' la distanza \overline{EF} fra la medesima asta ed il fuoco anteriore F dell'obbiettivo,

F la distanza focale principale \overline{CF} dell'obbiettivo stesso, per la similitudine dei due triangoli FAB ed Fmm' e per essere la base $\overline{mm'}$ e l'altezza \overline{Fc} del secondo di questi triangoli pochissimo differenti dalla h ed F , si ha

$$D' = \frac{F}{h} H$$

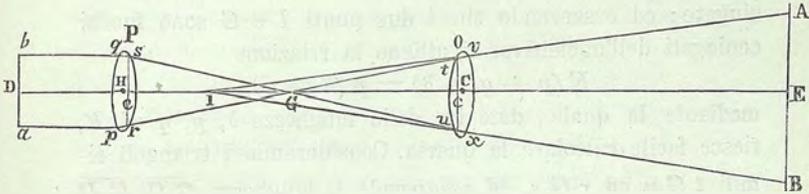
Se ora si suppone sull'asta divisa la lunghezza di un metro in $\frac{F}{h}$ parti eguali, nella lunghezza H saranno comprese $\frac{F}{h} H$ divisioni il cui numero si può indicare con S , e

la distanza D' viene appunto data dal numero S espresso in metri. Ne deriva da ciò: che per graduare una stadia si deve cercare l'esatto rapporto che esiste fra la distanza focale e quella dei fili e fare le divisioni in modo che la lunghezza di un metro si trovi divisa in tante parti eguali quante sono unità nell'accennato rapporto; che suddividendo ciascuna delle parti così ottenute in due, quattro, cinque... parti eguali, ciascuna di queste suddivisioni rappresenta nella valutazione delle distanze metà, quarti, e quinti... di metro; e che, nell'intento di ottenere che ogni divisione della stadia sia un numero esatto di centimetri, conviene assumere h in modo che il rapporto $\frac{F}{h}$ sia un sottomultiplo di 100.

Siccome poi nelle operazioni di rilevamento non è la distanza D' del fuoco anteriore F dell'obbiettivo dalla stadia quella che si cerca, ma sibbene la distanza di questa dal centro dello strumento, ne risulta: che alla distanza D' , la quale immediatamente si deduce dalla lettura sulla stadia, bisogna aggiungere la distanza focale principale F aumentata dalla distanza d dell'obbiettivo dall'asse di rotazione del cannocchiale quando questo è orizzontale; che, quando il cannocchiale è disposto in modo da essere φ il suo angolo colla verticale, il prodotto $S \text{ sen}^2 \varphi$ (num. 3) rappresenta la distanza orizzontale del foco anteriore F dell'obbiettivo dal punto in cui trovasi la stadia; e che quindi, per aver la distanza orizzontale di questo punto dal centro dello strumento, bisogna aggiungere alla distanza dedotta dal detto prodotto la lunghezza $(F + d) \text{ sen } \varphi$, esprime la proiezione orizzontale della distanza che esiste fra il fuoco anteriore dell'obbiettivo e l'asse della rotazione del cannocchiale.

Il professore Porro, il quale indicò il punto F col nome di *punto anallatico*, trovò il mezzo di ottenere che la lettura S , fatta sulla stadia, moltiplicata per il quadrato della distanza zenitale φ letta sul circolo zenitale, rappresenti la distanza orizzontale dell'asse di rotazione del cannocchiale dal punto in cui trovasi la stadia, e per raggiungere lo scopo

immaginò di ottenere un altro punto anallatico nell'intersezione dell'asse ottico del cannocchiale col suo asse di rotazione. Per questo pose nell'interno del cannocchiale una lente convergente P (fig. 4) fissa per rapporto all'obbiettivo O . Essendo G il fuoco della lente P , I l'intersezione dell'asse ottico del cannocchiale col suo asse di rotazione, ab la posizione del mi-

FIG. 4^a

crometro, qualunque sia la distanza del micrometro della lente P , i raggi ap e bq paralleli all'asse ottico DC convergono al fuoco G dopo essersi rifratti l'uno in p ed r l'altro in q ed s . Continuando il loro cammino si rifrangono nuovamente nell'incontro dell'obbiettivo, in t e v il primo, in u , ed x il secondo; e finalmente, secondo le direzioni rettilinee vA ed xB vanno a limitare la parte \overline{AB} di stadia, la cui immagine trovasi intercetta fra i fili micrometrici. Ora, se la posizione della lente P è tale che nel punto I vengono a passare i prolungamenti delle due rette Av e Bx , egli è evidente che l'angolo AIB si conserva costante qualunque sia la posizione del micrometro. Ciò premesso, chiamando

δ la distanza \overline{CH} del centro dell'obbiettivo O del centro della lente P ,

p la distanza \overline{CI} del centro dell'obbiettivo dall'intersezione dell'asse ottico del cannocchiale coll'asse di rotazione,

q la distanza focale principale \overline{HG} per la lente P ,

F la distanza focale principale dell'obbiettivo,

h la distanza \overline{ab} fra due fili del micrometro.

α l'angolo AIB ,

H la lunghezza \overline{AB} di quella parte dell'asta osservata col cannocchiale, la cui immagine trovasi compresa fra i detti due fili micrometrici e

D la distanza \overline{IE} dell'indicata asta dall'asse di rotazione del cannocchiale;

partendo dal teorema fondamentale della diottrica, che cioè la reciproca della distanza focale principale di una lente eguaglia la somma delle reciproche delle distanze focali coniugate; ed osservando che i due punti I e G sono fuochi coniugati dell'obbiettivo, si ottiene la relazione

$$F(p + q - \delta) = p(\delta - q),$$

mediante la quale, date tre delle lunghezze δ , p , q ed F , riesce facile calcolare la quarta. Considerando i triangoli simili tGu ed rGs , ed assumendo le lunghezze \overline{GC} , \overline{GH} ed \overline{ab} siccome rispettivamente rappresentanti i lati \overline{Gc} , \overline{Ge} ed \overline{rs} , dal triangolo rettangolo tIc e dai triangoli simili tGu ed rGs si deduce,

$$\text{tang } \frac{1}{2} \alpha = \frac{h(\delta - q)}{2pq},$$

e finalmente dal triangolo isoscele AIB si ottiene

$$D = \frac{1}{2 \text{ tang } \frac{1}{2} \alpha} H.$$

Volendosi ora graduare la stadia si divida la lunghezza del metro in tante parti eguali quante sono unità nel rapporto $\frac{1}{2 \text{ tang } \frac{1}{2} \alpha}$, nella parte di stadia lunga H si troveranno allora comprese

$\frac{1}{2 \text{ tang } \frac{1}{2} \alpha} H$ divisioni, il cui numero

si può indicare con S ; e la distanza D sarà rappresentata in metri dal numero S . Suddividendo ciascuna delle parti così ottenute sulla stadia in due, quattro, cinque.... parti eguali, ciascuna di queste suddivisioni rappresenta nella valutazione delle distanze una metà, un quarto, un quinto.... di metro, e si può ottenere che ogni divisione della stadia

sia lunga un numero esatto di centimetri coll'assumere i dati che entrano nel valore di $\text{tang} \frac{1}{2} \alpha$, in modo che il rapporto $\frac{1}{2 \text{ tang} \frac{1}{2} \alpha}$ sia un sottomultiplo di 100.

7° Fra tutti i goniometri che si possano adoperare per operazioni di celerimensura, quello che meglio soddisfa alle esigenze di solidità, di comodità e di esattezza è il nuovo goniometro ideato dal prof. Porro e da lui chiamato *Cleps-ciclo*, giacchè in questo strumento i due circoli azimutale e zenitale trovansi nascosti e rinchiusi entro un cubo di bronzo.

Le parti principali del cleps-ciclo, per brevità detto anche *cleps*, di cui nella figura 5ª, si ha una proiezione sopra un piano verticale parallelo a quello determinato dall'asse AB dello strumento e dall'asse ottico $A'B'$ del cannocchiale, quando tanto l'uno quanto l'altro degli accennati due assi sono verticali, e quando il piano da essi determinato è diretto secondo la lunghezza della piastra P , costituente la base mediante la quale lo strumento viene posto sulla testa del suo trepiede, si riducono: 1° al cavalletto a tre piedi destinato a portare tutto lo strumento; 2° alla piastra la quale serve per collocare lo strumento sul cavalletto; 3° a due livelli sferici i quali servono per indicare quando lo strumento è in istato d'azione; 4° a due circoli disposti in due piani fra loro perpendicolari, uno per la misura degli angoli azimutali l'altro per la misura delle distanze zenitali e rinchiusi in un cubo di bronzo; 5° all'apparecchio magnetico sospeso, in corrispondenza del centro del circolo azimutale, ad un lungo e finissimo filo di seta, il quale attraversa il sostegno; 6° al cannocchiale il cui asse di rotazione passa pel centro del circolo zenitale in direzione normale al circolo medesimo. Oltre queste parti, che si possono dire le essenziali, molte altre ve ne sono indispensabili per l'uso dello strumento, di cui si parlerà procedendo nella descrizione.

I cleps-cicli si costruiscono con differenti grandezze, le quali possono benissimo immaginarsi dalle lunghezze rispet-

tive del loro cannocchiale. Quelli di prima grandezza hanno il cannocchiale lungo un metro; quelli di seconda grandezza hanno il cannocchiale colla lunghezza di mezzo metro; un terzo di metro è lungo il cannocchiale nei cleps di terza grandezza, e finalmente vi ha un piccolo modello di cleps, il quale per le piccole sue dimensioni si può dire tascabile, giacchè la lunghezza del cannocchiale è ridotta solamente ad un quinto di metro. Il cleps di cui si dà la descrizione è di seconda grandezza.

Il cavalletto a tre piedi è composto di tre gambe, e la gamba g è differente dalle altre due g' . La gamba g è formata di due aste di legno scorrevoli l'una dentro l'altra, le quali si possono fermare a quell'altezza che si vuole, e ciascuna delle due gambe g' è costituita da due aste a e b riunite ad angolo. Le tre gambe sono connesse a snodo alla testa T del cavalletto, e le viti le quali servono a fermarle sono solamente le due v e v' , disposte coi loro assi su una medesima retta. Le due gambe g' sono snodate verso il mezzo della loro lunghezza cosicchè è possibile il ripiegarle; la gamba g si può raccorcicare facendo scorrere l'una entro l'altra le due aste di cui è formata, e quindi colla massima facilità si può collocare lo strumento in stazione su quei terreni montagnosi nei quali ben sovente si trovano incomodi gli ordinarii trepiedi con gambe di lunghezza invariabile. La forma speciale del cavalletto permette di riporlo assieme allo strumento, senza neppure separare l'uno dall'altro, in una cassetta prismatica di piccole e comode dimensioni.

La piastra la quale serve di base per collocare lo strumento sulla testa del cavalletto, è formata delle due parti P e p . La parte inferiore porta verso un suo estremo una vite u , e dall'altro estremo è munita di due braccia b' le quali girando a cerniera possono lateralmente penetrare nella testa del cavalletto una da una parte l'altra dall'altra, e fissare così lo strumento. La parte superiore è di forma semi-circolare, ha tre punti di appoggio sulla parte inferiore, ed è possibile variare l'inclinazione di quella per rapporto a questa mediante le due viti x ed x' . La vite u e le due braccia b'

possono somministrare tre punti d'appoggio quando lo strumento vien tolto dal suo cavalletto, e permettere così di porlo in stazione su un parapetto, su un muro ed in tutti quei siti in cui il cavalletto sarebbe d'imbarazzo.

I due livelli sferici sono collocati uno in l sulla piastra P , l'altro in L sulla faccia superiore del cubo C . Il livello l serve a dare un orizzontamento approssimato della base dello strumento. Per ottenere questo orizzontamento si tocca prima una vite y che si trova nell'estremità della gamba g , e la quale serve ad allungare o ad accorciare questa gamba, e quindi a variare l'inclinazione dell'asse $A''B''$ della testa del cavalletto. Dopo si fa agire un'altra vite r il cui fusto unisce una delle gambe g' con un braccio b_1 annesso alla testa del cavalletto per produrre la rotazione di questa intorno al detto asse $A''B''$. Il livello L è destinato all'orizzontamento dell'asse di rotazione del cannocchiale mediante le due viti x ed x' , di cui già si è parlato. Quest'ultimo livello sferico deve essere di grande precisione, e sopra il suo vetro devono essere tracciati o due circoletti concentrici, poco distanti l'uno dall'altro, oppure delle diversioni in parti uguali, per segnare il campo in cui devono essere ristrette le oscillazioni della bolla quando, essendo essa entrata, si gira l'istrumento intorno all'asse AB .

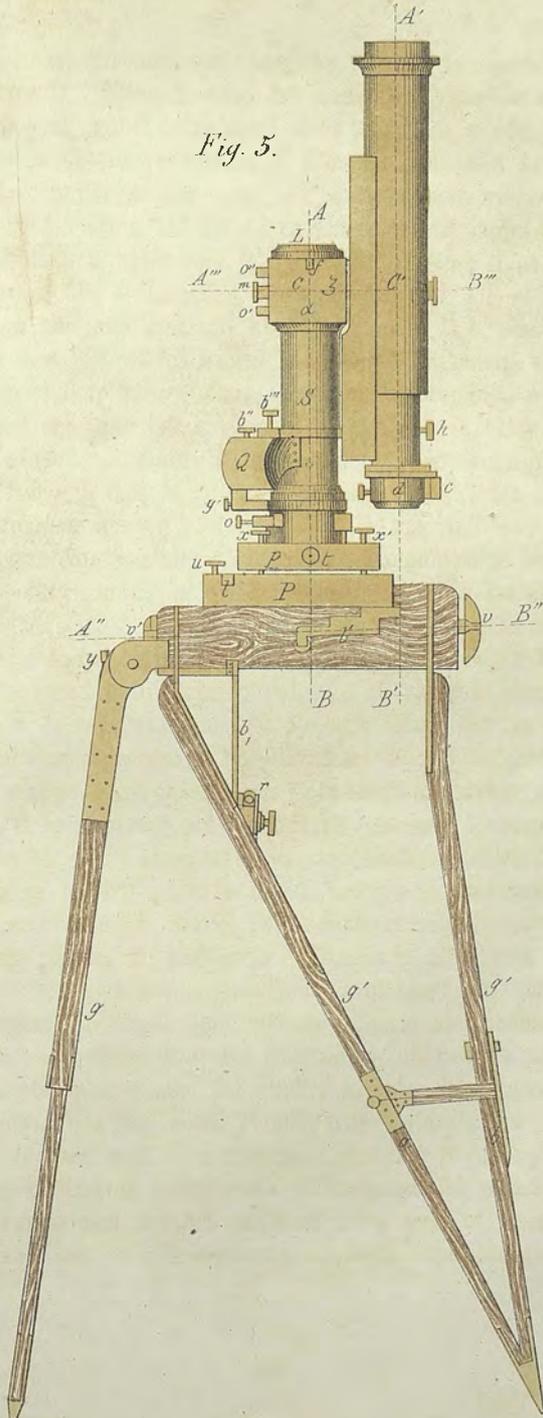
Sopra il sostegno S vi ha il cubo C , entro il quale si trovano il circolo azimutale ed il circolo zenitale per la misura degli angoli. Questi due circoli sono collocati, il primo in α ed il secondo in ζ ; sono essi di metallo bianco durissimo, e la loro divisione è centesimale con tutti i 400 gradi numerati e con ogni grado diviso in decimi, cosicchè vi sono 4000 divisioni per ogni circolo. Nella faccia del cubo, opposta a quella che trovasi dalla parte del cannocchiale, vi sono in m gli oculari di due microscopii composti, che, per l'esistenza di prismi rifrangenti di cristallo, servono ciascuno alla lettura contemporanea di ambidue i circoli graduati, ed a stimare i decimi dei decimi, ossia i centesimi di grado, il che basta nelle operazioni ordinarie.

La luce necessaria per fare le indicate letture arriva nel-

l'interno del cubo C passando per apposite fenditure f , scolpite nelle faccie laterali del cubo medesimo. Il sostegno S è formato di due parti poste l'una entro l'altra. La parte interna porta alla sua sommità il circolo azimutale α ; e la parte esteriore non è altro che una scorza cilindrica, la quale avviluppa la parte interna. A questa parte esteriore è annesso il cubo C , nel quale è imperniato il cannocchiale C' . Segue da ciò che il circolo azimutale α può girare intorno all'asse AB quando, essendo slacciata una vite t , s'imprime allo strumento il moto dell'intero sostegno S e di quanto su esso si trova; e che invece rimane fisso quando gira intorno al detto asse solo la parte esterna del sostegno e quanto alla medesima trovasi unito. Quest'ultimo movimento rotatorio può farsi, in grande colla mano, si può impedire mediante la vite d'arresto y' , e può farsi in piccolo mediante un bottone di richiamo b'' . Il circolo zenitale z poi gira quando si imprima un movimento rotatorio al cannocchiale intorno al suo asse di rotazione $A''B''$.

L'apparecchio magnetico, avente forma parallelepipedica e disposto in costa di coltello, consiste in un magnete sospeso ad un filo sottilissimo di seta non torta, che discende dal centro del circolo azimutale, ed è contenuto nel cilindro cavo che costituisce l'indicata parte interna del sostegno S . Questo cilindro è girevole intorno all'asse verticale AB onde poter voltare in direzione normale al magnete l'asse del cannocchiale orientatore o , e come già si è detto, trovasi su di esso disposto il circolo azimutale, il cui diametro passante per lo zero della graduazione deve fare un angolo eguale ad un retto più l'angolo di declinazione del magnete coll'asse del cannocchiale orientatore. Una delle faccie del magnete è brunita a specchio, e, quando è rivolta verso l'oculare del cannocchiale orientatore, riflette nel campo di questo la divisione di un piccolo vetro che si trova nel cannocchiale stesso. Supposto il magnete immobile nella sua naturale direzione, e l'asse del cannocchiale orientatore normale a questa direzione, lo zero della divisione riflessa coinciderebbe col filo verticale della crociera del cannocchiale; ma siccome il ma-

Fig. 5.



gnete a sospensione oscilla nel piano del meridiano magnetico come un pendolo, ne deriva che si vede l'indicata divisione oscillare innanzi al filo. Quando si vede che le oscillazioni della divisione sono eguali da una parte e dall'altra del filo, è segno che l'asse del cannocchiale orientatore è normale al piano del meridiano magnetico, e che trovasi nella direzione del meridiano del luogo quel diametro del circolo azimutale, il quale passa per lo zero della graduazione.

Il cannocchiale C' è anallatico, trattandosi di un cleps di seconda grandezza, ha la lunghezza di mezzo metro con circa sei centimetri e mezzo di diametro e con una forza d'ingrandimento di circa 100 volte. Questo cannocchiale porta un micrometro con diciassette fili orizzontali ed uno verticale, i quali sovente sono sostituiti da altrettante linee finissime incise su cristallo. L'oculare d è multiplo, cioè a più aperture, e permette di scoprire alla vista i soli fili micrometrici di cui si deve far uso, a seconda delle distanze della stadia dallo strumento; di più, è esso girevole intorno al proprio asse, ed è munito di una graduazione che, unitamente ai circoli azimutale e verticale, permette di determinare le così dette *visuali piane* di cui si parlerà, indicando ai metodi di rilevamento col cleps. A fianco dell'oculare d trovasi l'oculare cercatore e , il quale serve a trovar facilmente i punti di mira portando i raggi luminosi all'occhio mediante uno specchietto inclinato a 45° . Il bottone h serve per mettere alla vista gli oggetti, e la vite b''' serve per i lenti movimenti del cannocchiale intorno al proprio asse. Secondo una generatrice del tubo in cui trovasi il micrometro, vi ha una graduazione la quale per chi ha contratta una certa attitudine nel ben centrare le immagini degli oggetti poco distanti dallo strumento, può servire a valutare approssimativamente le loro distanze.

Oltre le indicate parti, vi sono nel cleps: un contrappeso Q del cannocchiale; un cannocchialetto o' destinato alla comprovazione della verticalità dell'asse AB dello strumento; un altro cannocchialetto O' che serve alla comprovazione della normalità degli assi AB ed $A'B'$ rispetto all'asse $A'''B'''$.

8° Il micrometro del cannocchiale C' del cleps (fig. 5),

come già si è detto, è costituito da diciassette fili orizzontali e da uno a questi perpendicolare. Gli oculari poi sono multipli in modo da riuscire possibile di scoprire alla vista i soli fili micrometrici di cui si vuol far uso.

Gl'intervalli fra i fili orizzontali trovansi determinati in guisa che, indicando colle medesime lettere le letture ed i fili corrispondenti, e con S il numero delle divisioni intercette sull'asta dall'angolo micrometrico, si ha per la prima posizione degli oculari (fig. 6)

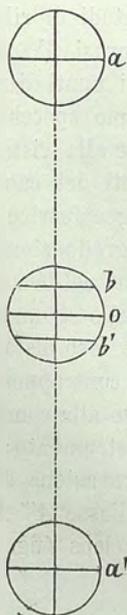
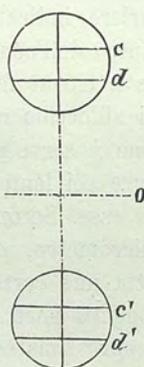
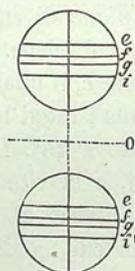
$$\begin{aligned} a' - a &= S \\ b' - b &= 0, 1 \cdot S; \end{aligned}$$

per la seconda posizione degli oculari (fig. 7)

$$\begin{aligned} (d' - d) + (e' - e) &= S \\ (d' - e') + (d - e) &= 0, 1 \cdot S; \end{aligned}$$

e finalmente per la terza posizione degli oculari (fig. 8)

$$\begin{aligned} (i' - i) + (g' - g) + (f' - f) + (e' - e) &= S \\ (i' - g') + (g' - f') + (f' - e') + (i - g) + (g - f) + \\ (f - e) &= 0, 1 \cdot S. \end{aligned}$$

FIG. 6^aFIG. 7^aFIG. 8^a

La stadia, che si può fare con differenti lunghezze e che generalmente ha quella di 4 metri, consiste in un prisma triangolare di legno, e su ciascuna delle sue faccie trovasi una divisione in parti uguali di metri 0,04 caduna. Queste divisioni, mediante tratti più corti, possono essere divise per metà su una faccia, in cinque parti eguali su una delle altre due, ed in dieci parti eguali sulla terza. Segue da ciò che, se esiste tale relazione tra il cannocchiale e la stadia da corrispondere ad un metro di distanza orizzontale ogni divisione di metri 0,04, le suddivisioni le quali trovansi rispettivamente sulla prima, sulla seconda e sulla terza faccia, rappresentano metri 0,50, metri 0,20 e metri 0,10. Ammettendo poi che, nella lettura delle frazioni delle suddivisioni della stadia mediante i fili del micrometro, si possano stimare i decimi, riesce possibile tener conto dei 5 centimetri quando si fa uso delle maggiori divisioni, dei 2 centimetri quando si fa uso della seconda divisione, e dei centimetri quando si fa uso delle divisioni più minute.

La quarta delle formole (1), la quale serve alla determinazioni dell'ordinata verticale z del punto del terreno in cui venne collocata la stadia per rapporto al piano orizzontale passante per l'asse di rotazione del cannocchiale del goniometro che vuolsi impiegare nelle operazioni di celerimensura, esige che si conosca l'altezza A del punto B (fig. 1) della stadia, in cui essa viene ferita dall'asse ottico del cannocchiale, la quale altezza può essere determinata osservando dove si presenta sulla mira il filo centrale o (fig. 6, 7 e 8) del micrometro. Nel maggior numero dei casi però, essendo la distanza zenitale zOB (fig. 1) poco diversa dall'angolo retto, essendo piccolo l'angolo micrometrico COD e risultando sensibilmente isoscele nella base \overline{CD} il triangolo COD , si può assumere per valore $\overline{MB} = A$ la semisomma delle due lunghezze \overline{MD} ed \overline{MC} , o meglio il quarto della somma della lunghezza \overline{MD} , \overline{MC} , \overline{Md} ed \overline{Mc} se le letture sulla stadia si fanno con due angoli micrometrici COD e cOd . Segue da ciò che se ciascuna delle grandi divisioni della stadia

ha la lunghezza di 4 centimetri, la somma delle quattro letture fatte con quattro fili due a due simmetricamente posti per rapporto a quello di mezzo, rappresenta l'altezza A in centimetri.

Nel fare le letture sulla stadia si possono impiegare solamente i due fili del micrometro, ma è prudente di sempre impiegarne almeno quattro, onde ottenere un controllo dell'esattezza della lettura ed un criterio dei limiti di esattezza ottenuta nella valutazione delle frazioni, ed anche per rendere spedita la determinazione dell'altezza A . Il modo con cui sono disposti i fili micrometrici del cleps rende possibili molte combinazioni che tutte soddisfano allo scopo di somministrare i dati necessari alla valutazione delle distanze e del loro controllo; ora fra tutte queste combinazioni convengono principalmente quelle corrispondenti alla prima posizione degli oculari (fig. 6) in cui le letture si fanno coi fili a, b, b' ed a' , per distanze minori di 100 metri; quella corrispondente alla seconda posizione degli oculari (fig. 7) in cui le letture si fanno coi quattro fili c, d, e, c', d' , per distanze comprese fra 100 e 200 metri; quella corrispondente alla terza posizione degli oculari (fig. 8) in cui le letture si fanno mediante gli otto fili e, f, g, i, e', f', g' ed i' , per distanze comprese fra 200 e 400 metri; e finalmente quella che corrisponde alla prima posizione degli oculari (fig. 6), facendo però le letture coi soli fili b, o e b' per distanze comprese fra 400 e 1000 metri.

Quando la distanza del punto in cui trovasi la stadia dal sito, in cui si è collocato in stazione il cleps non è molto grande, conviene fare le letture su quella faccia della stadia, in cui ogni divisione di 4 centimetri è suddivisa in dieci parti eguali; s'impiega quella faccia, in cui ogni divisione di 4 centimetri è suddivisa per metà per le grandi distanze; e conviene di eseguire la lettura su quella faccia, in cui ogni divisione di 4 centimetri trovasi suddivisa in cinque parti eguali per le distanze medie.

9° Per determinare mediante un cleps e la relativa stadia

le quantità, che già vennero indicate colle lettere S , θ , φ ed A , ed a cui venne dato il nome di numeri generatori, una volta collocato in stazione lo strumento, col disporre approssimativamente in posizione verticale il suo asse AB (fig. 5) facendo agire le due viti y ed r ed osservando il livello L , e quindi col rendere esattamente verticale il detto asse mediante le viti x ed x' in seguito alle indicazioni date dal livello di precisione L , si procede al suo orientamento. Quest'operazione si fa slacciando la vite t imprimendo al sostegno S il movimento generale finchè la divisione zero riflessa dal magnete fa oscillazioni eguali innanzi al filo verticale del cannocchiale orientatore o e quindi, serrando la detta vite t per rendere solidaria la parte interna del sostegno S alla base dello strumento. Fatto questo, resa libera la parte esterna del detto sostegno collo slacciare la vite y' , si collima alla stadia girando il cannocchiale, prima intorno all'asse verticale AB e poscia intorno all'asse orizzontale $A''B''$, e si leggono ordinatamente: quelle indicazioni date dai fili micrometrici che servono a dedurre la quantità S e l'altra A in conformità di quanto si è detto nel precedente numero; gli angoli θ e φ , i quali contemporaneamente si possono leggere, sia che si accosti l'occhio all'uno come all'altro dei due microscopii m . Per facilitare la ricerca del punto di mira, si fa prima uso dell'oculare cercatore c , e quindi si collima con precisione mediante le due viti di richiamo b'' e b''' , le quali imprimono dei piccoli movimenti rotatorii: la prima alla parte esterna del sostegno S , e quindi al cannocchiale intorno all'asse AB ; la seconda al cannocchiale intorno all'asse $A''B''$. Per essere poi sicuri che nelle letture degli angoli non avvengono errori materiali, conviene far queste coi due microscopii m , i quali devono dare le stesse indicazioni.

Il cleps si presta anche per la misura dell'angolo che due allineamenti fanno fra di loro. Perciò disposto perfettamente verticale l'asse AB col metodo già indicato e resa la parte interna del sostegno S solidaria alla base dello strumento

mediante la vite t , si slaccia la vite y' , e successivamente si collima nella direzione dei due allineamenti dati. Gli angoli, che si leggono sul circolo azimutale dopo la prima e dopo la seconda collimazione, sono quelli che i due allineamenti considerati fanno con una direzione fissa, giacchè il detto circolo si mantenne immobile, e quindi la differenza di questi due angoli deve rappresentare quello dei due allineamenti, a cui si è collimato.

10. Affinchè un cleps-ciclo possa condurre a buoni risultati, deve soddisfare alle seguenti condizioni, quando la bolla d'aria del livello superiore è centrata: *l'asse di rotazione dello strumento deve essere verticale; l'asse ottico del cannocchiale deve essere perpendicolare al suo asse di rotazione; ed il piano descritto dal detto asse ottico deve essere verticale.*

Per accertarsi se l'asse di rotazione AB (fig. 5) dello strumento è verticale servono i due circoletti concentrici segnati sul livello L . Una volta centrata la bolla, si fa rotare lo strumento intorno al suo asse AB e se, accostando l'occhio al cannocchiale o' , si riconosce che la bolla nelle diverse posizioni dello strumento si mantiene fra gli accennati due circoletti, si ha la prova che l'asse AB è assai prossimo alla verticalità entro i limiti d'una deviazione piccolissima, e si ritiene che lo strumento soddisfa alla prima condizione. Invece dei due circoletti vi può essere una divisione sul livello L ed evidentemente una tal divisione, oltre di servire a comprovare la verticalità dell'asse AB dello strumento può anche indicare la deviazione, purchè la lunghezza di ogni sua parte abbia tale relazione col raggio del livello sferico da corrispondere ciascuna di esse ad un decimo di un centesimo di grado, ossia ad un millesimo di grado.

Per assicurarsi se l'asse ottico del cannocchiale è perpendicolare al suo asse di rotazione ed in pari tempo per verificare se il detto asse descrive un piano verticale nella rotazione del cannocchiale, serve un apparecchio ottico collocato in corrispondenza del cannocchiale o'' . Nella direzione del-

l'asse ottico di questo cannocchialetto, e precisamente sulla faccia opposta del cubo C , vi ha un vetro unito ad angolo retto alla base del livello L . Un altro vetro esiste nella stessa direzione, ma unito al tubo del cannocchiale C' . Nel tubo del cannocchialetto o'' è fisso un piccolo cristallo, che ricevendo luce dal di fuori, va a produrre nel foco un fenomeno luminoso. La luce la quale parte da questo punto, incontrando il primo vetro, viene in parte riflessa da questo; ed il secondo vetro riflette una parte di quella restante. Per le due riflessioni si formano nel campo del cannocchialetto o'' due immagini luminose, le quali dovrebbero confondersi in una sola se i due vetri fossero paralleli fra di loro, e di più si soprapporrebbero nel fuoco istesso, se i due vetri fossero normali all'asse ottico del cannocchialetto. Se il vetro unito al cannocchiale C' venisse disposto in modo da essere esattamente parallelo al piano descritto dal suo asse ottico, la sovrapposizione delle due immagini entro il cannocchialetto accuserebbe la normalità del suo asse ottico per rapporto al secondo vetro, e quindi anche per rapporto al piano descritto dall'asse ottico del cannocchiale, e siccome l'asse ottico del cannocchialetto o'' è parallelo all'asse di rotazione del cannocchiale C' , perchè ambidue perpendicolari a due facce parallele del cubo C , ne risulta che l'asse ottico del cannocchiale C' è perpendicolare al suo asse di rotazione $A''' B'''$. Ora, per essere quest'asse perpendicolare al secondo vetro, esso lo è anche al primo, ossia a quello unito ad angolo retto colla base del livello L . E siccome questa base è orizzontale quando la bolla è entrata, ne deriva che i vetri sono verticali, che l'asse di rotazione $A''' B'''$ del cannocchiale C' è orizzontale e che per conseguenza è verticale il piano descritto dal suo asse ottico $A' B'$.

Nel caso che l'asse ottico del cannocchiale C' cessi, per una causa qualunque, di essere perpendicolare al suo asse di rotazione $A''' B'''$, non vi sarà più parallelismo fra il primo ed il secondo vetro, ed a quest'alterazione corrisponderà uno spostamento dal fuoco dell'immagine riflessa dal secondo vetro.

Analogamente nel caso che l'asse ottico del cannocchiale C' , cessi dal descrivere un piano verticale, ossia nel caso, in cui l'asse di rotazione $A'' B''$ cessi dall'essere orizzontale e quindi perpendicolare all'asse verticale AB dello strumento, cesserà pure il parallelismo fra il primo ed il secondo vetro, e, imprimendo allo strumento un moto rotatorio interno ad AB , corrisponderà per ogni sua porzione uno spostamento dal fuoco dell'immagine riflessa dal primo vetro. Fra la quantità ed il senso di questi due spostamenti, delle corrispondenti deviazioni degli assi e degli errori che queste deviazioni producono negli angoli azimutali e nelle distanze zenitali, vi sarà una relazione determinata, ed è da questa relazione che il professore Porro, col mezzo di ingegnosi artifizi ottici, seppe dedurne immediatamente in millesimi di grado la quantità d'errore degli angoli, quantità che si legge nel campo del cannocchialeto o'' in decimi di centesimo di grado.

Nelle ordinarie operazioni di celerimensura si ritiene che lo strumento soddisfi abbastanza bene alle condizioni della perpendicolarità dell'asse ottico del cannocchiale all'asse di rotazione e della verticalità del piano descritto dall'asse ottico del cannocchiale, quando il cannocchialeto o'' dà una correzione minore di 10 decimi di centesimo di grado.

11. Nelle operazioni di celerimensura, per ciascuno dei punti a determinarsi è necessario dedurre i quattro valori di D , x , y e z mediante le quattro formole (1), e riesce facile il convincersi come il calcolo delle accennate quattro incognite, tuttochè relativo a formole semplicissime, pure non può a meno che riuscire lavoro di grande fatica allorquando vogliansi impiegare le tavole logaritmiche, ed allorquando più volte debba essere ripetuto per il numero grandissimo di punti che generalmente avviene di dover considerare in un'operazione di rilevamento. Assolutamente l'uso delle tavole logaritmiche deve essere proscritto nella maggior parte delle operazioni di celerimensura, ed è necessario ricorrere a qualche spediente che risulti facile, e spedito, il quale spediente si ha nelle scale logaritmiche. Queste scale, la cui invenzione

venne fatta avanti il 1630, ma che il professore Porro seppe pel primo rendere adatte ai bisogni della celerimensura, non sono altro che tavole logaritmiche grafiche, su cui, rappresentata l'unità logaritmica, o caratteristica uno, mediante una lunghezza arbitrariamente assunta, si trovano definite le parti decimali da convenienti frazioni dell'indicata unità.

Le scale logaritmiche si possono costruire non solo pei numeri naturali, ma ben anche per le linee trigonometriche, e per funzioni speciali di uso frequente. Per le operazioni di celerimensura sono indispensabili la scala dei logaritmi dei numeri naturali, quella dei logaritmi dei seni che contemporaneamente serve per valutare i logaritmi dei coseni, quella dei logaritmi delle tangenti, la quale si presta anche per valutare i logaritmi delle cotangenti, e finalmente quelle dei logaritmi dei seni quadrati. Su queste scale, nelle quali i logaritmi delle linee trigonometriche devono essere valutati per angoli espressi in gradi centesimali, sono indicate mediante cifre le quantità di cui si vogliono i logaritmi, e trovansi marcate le caratteristiche con cifre ben distinte dalle prime. Le caratteristiche dei logaritmi si leggono direttamente sulle scale, e le parti decimali si hanno negli intervalli esistenti fra le divisioni portanti le cifre, cui si riferiscono le quantità delle quali vogliono i logaritmi, ed i punti immediatamente a sinistra, ai quali trovasi apposta l'indicazione della caratteristica. Segue da ciò: che le stesse regole, le quali conducono all'esecuzione di calcoli numerici mediante le tavole logaritmiche, devono valere anche per le scale; che, aggiungendo o sottraendo quantità lineari su esse prese si devono ottenere gli stessi risultamenti che si ottengono con addizioni e sottrazioni di logaritmi; e che all'estremo della somma o della differenza delle parti decimali di due logaritmi, fatte sulla conveniente scala, si deve trovare quella cifra che rappresenta il prodotto od il quoziente delle due quantità, i cui logaritmi vennero aggiunti o sottratti. La parte intera del prodotto o del quoziente, sarà facile a determinarsi quando siansi ritenute a memoria le caratteristiche dei

logaritmi, le cui parti decimali vennero addizionate o sottratte. Nella determinazione della quantità D , x , y e z , le cifre da cui vengono rappresentati i loro valori si leggono sulle scale dei logaritmi dei numeri, e siccome la somma delle parti decimali di due logaritmi può essere maggiore dell'unità, ne viene che questa scala necessariamente deve essere almeno lunga due unità logaritmiche.

Le scale logaritmiche incise su metallo o su legno, quando impiegasi un buon compasso per prendere le parti decimali dei logaritmi, e per effettuare le loro addizioni o sottrazioni, riescono di facile maneggio, ed hanno il vantaggio di un costo che non può essere molto elevato, per cui pare che non debbasi trovare difficoltà ad introdurne l'uso nelle operazioni di celerimensura. La disposizione rettilinea però non è la sola che si possa adottare, ed assai vantaggiosamente il professore Porro seppe dare alle scale logaritmiche la disposizione circolare. Quest'ultima disposizione permette di prendere per unità logaritmica la circonferenza intiera e facilmente si comprende come, rientrando essa per così dire in sè medesima, non occorre di ripetere almeno due volte la scala dei logaritmi dei numeri. Il signor ingegnere Moinot, nel suo lavoro intitolato *Levé de plans à la stadia*, suggerisce l'impiego di un regolo calcolatore centesimale, sul quale si trovano le quattro scale logaritmiche già accennate, e che serve alle calcolazioni che occorrono in celerimensura mediante uno scorrevole che longitudinalmente può muoversi entro il regolo fisso.

12. Conosciuti i mezzi da impiegarsi nelle operazioni di celerimensura, per eseguire i lavori di campagna, e per condurre a compimento i lavori al tavolino, si può passare ai metodi da seguirsi nelle operazioni di rilevamento.

Allorquando devesi rilevare una porzione di terreno poco estesa e tale che tutti i vertici del suo perimetro riescano visibili, e determinabili da un sol punto di stazione, giacchè per ciascuno di essi è possibile la determinazione di numeri generatori (num. 3), si mette in stazione il cleps, e succes-

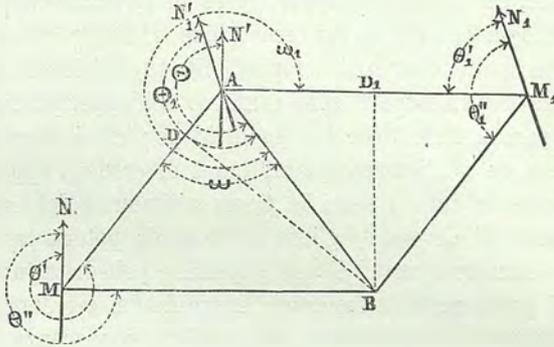
sivamente si manda l'operatore che porta la stadia in ciascuno dei punti da rilevarsi, ed in apposito registro si marcano i numeri generatori corrispondenti.

Presentandosi delle linee curve, si determinano le loro estremità ed alcuni punti intermedi, e, dovendosi eseguire una operazione di rilevamento avente per iscopo di somministrare i dati necessari allo studio di progetti per strade, per canali, per spianamenti, per opere di fortificazione, e per altri analoghi lavori, la cui esecuzione richiede che si conosca con molta esattezza la forma della superficie del suolo, non basta determinare il solo contorno dell'appezzamento su cui si opera e delle linee che lo dividono; ma bisogna ancora prendere nell'interno quanti punti si credono opportuni per definire in tutti i sensi la figura altimetrica del terreno. Questi punti si devono scegliere in modo da potersi essi considerare siccome i vertici di una superficie poliedrica inscritta ed assai prossima alla superficie naturale del terreno; e di più nell'intento di acquistare una perfetta conoscenza delle accidentalità tutte della superficie sulla quale si opera, non bisogna dimenticare di fare un abbozzo di tutti quei particolari che possono in qualche modo influire nell'esatta determinazione della sua forma e delle sue dimensioni.

Una volta ultimate le operazioni sul terreno, si determinano al tavolino coll'impiego delle formole (1) e per ciascun punto: la distanza orizzontale D che esso ha dal punto di stazione; le coordinate x ed y per rapporto alla direzione assunta del diametro del circolo azimutale, quando l'apparecchio magnetico indicava l'orientamento del cleps sul terreno; e finalmente l'altezza z per rapporto al piano orizzontale determinato dal punto in cui trovavasi il centro del circolo zenitale nel prendere i numeri generatori. Quando quest'altezza risulta positiva, il punto a cui si riferisce è al disopra del detto piano orizzontale, al disotto, quando è negativa; e, volendosi determinare le altezze di tutti i punti del terreno per rapporto ad un altro piano orizzontale preso al disopra o al disotto di quello or accennato, si diminuiranno o si aumen-

teranno le ordinate z della distanza che deve passare fra questo ed il nuovo piano di paragone.

13. Se l'estensione e la disposizione del terreno a rilevarsi sono tali da essere necessarie almeno due stazioni, s'incomincia dal fare stazione in un primo punto M (fig. 9) e si

FIG. 9^a

opera precisamente come si è detto nel precedente numero, coll'avvertenza di rilevare almeno due punti A e B che risultino visibili dal punto M_1 in cui si andrà a fare la seconda stazione e tali che la distanza che li separa non sia troppo differente da quella che esiste fra le due stazioni M ed M_1 . Una volta fatto tutto il lavoro possibile della stazione M , si porta il cleps nella stazione M_1 , si mette esso in istato d'azione, e si determinano in seguito i numeri generatori corrispondenti ai due punti A e B già rilevati dalla prima stazione.

Egli è evidente, che, ammessa la possibilità di poter ottenere che il diametro zero del circolo azimutale risulti nella seconda stazione parallelo e disposto come lo era nella prima stazione, basterebbe collimare ad un sol punto, per esempio ad A ; siccome però, a motivo della deviazione, alla quale va soggetto l'apparecchio magnetico, è quasi impossibile che si verifichi esattamente l'accennato parallelismo, importa servirsi

di due punti A e B per collegare le operazioni fatte dalla prima stazione con quella da eseguirsi dalla seconda stazione e per contemporaneamente accertarsi dell'esattezza del lavoro.

Per assicurarsi di quest'esattezza si può procedere come segue: si calcola la distanza orizzontale \overline{AB} , considerandola prima siccome lato del triangolo AMB e quindi come lato del triangolo AM_1B ; si osserva se i due risultamenti sono eguali, od almeno se differiscono fra loro di una quantità trascurabile; si calcola l'angolo azimutale $N'AB$ supponendo che il punto A si sia osservato da M e quindi l'altro N_1AB nell'ipotesi che lo stesso punto B si sia osservato da M_1 per riconoscere se sono eguali o diversi i due risultamenti. Nel caso che sia notevole la diversità fra i due valori trovati per \overline{AB} , conviene rifare l'operazione del doppio rilevamento dei due punti A e B , e nel caso che siavi solo discrepanza nei due angoli azimutali calcolati per la retta AB , la differenza fra questi due angoli è la correzione d'orientamento da applicarsi alla lettura degli angoli azimutali fatta in M_1 , onde ottenere i valori di questi angoli, come se il diametro zero del cleps avesse avuto nella seconda stazione una direzione perfettamente parallela a quella che aveva nella prima. Per condurre a compimento questa verifica, dicansi:

$\Delta \theta$ la differenza $\theta' - \theta''$ fra l'angolo azimutale letto col collimare ad A e quello letto col collimare a B dalla stazione M ,

D' e D'' le due distanze orizzontali fra M ed A e fra M e B ,

$\Delta \theta_1$ la differenza $\theta'_1 - \theta''_1$ fra l'angolo azimutale letto dalla stazione M_1 collimare ad A e quello letto col collimare a B ,

D'_1 e D''_1 le due distanze orizzontali fra M_1 ed A e fra M_1 e B ;

s'immaginino abbassate, da B una perpendicolare BD su AM ed una perpendicolare BD_1 su AM_1 ; e si chiamino

p e p_1 le lunghezze delle indicate due perpendicolari,

q e q_1 i due segmenti \overline{AD} ed \overline{AD}_1 ,

ω ed ω_1 i due angoli BAM e BAM_1 , quando si considera AB come lato di sinistra per un osservatore posto in A e che guardi B , ossia valutati come lo indica la figura;

e finalmente si appellino

D e D_1 i valori della distanza \overline{AB} considerata successivamente siccome appartenente al triangolo AMB , ed al triangolo AM_1B ,

Θ e Θ_1 i due angoli azimutali della direzione AB dedotti rispettivamente dagli stessi triangoli.

Considerando le relazioni geometriche che passano fra i lati e gli angoli appartenenti al triangolo AMB , riesce facile il dedurre.

$$\left. \begin{aligned} p &= D'' \operatorname{sen} \Delta \theta \\ q &= D' - D'' \cos \Delta \theta \\ \operatorname{tang} \omega &= \frac{p}{q} \end{aligned} \right\} \quad (3),$$

e quindi

$$\Theta = \theta' - (200^\circ - \omega) \quad (4)$$

$$D = \frac{p}{\operatorname{sen} \omega} \quad (5)$$

Analogamente, fra i lati e gli angoli appartenenti al triangolo AM_1B , si hanno le relazioni

$$\left. \begin{aligned} p &= D''_1 \operatorname{sen} \Delta \theta_1 \\ q_1 &= D'_1 - D'' \cos \Delta \theta_1 \\ \operatorname{tang} \omega_1 &= \frac{p_1}{q_1} \end{aligned} \right\} \quad (6),$$

per cui

$$\Theta_1 = \theta'_1 - (200^\circ - \omega_1) \quad (7),$$

$$D_1 = \frac{p_1}{\operatorname{sen} \omega_1} \quad (8).$$

Supponendo che il diametro zero del cleps abbia la direzione MN quando si opera in M , l'angolo \odot risulta quello che la direzione AB fa colla direzione AN' condotta per A parallelamente ad MN . Analogamente, supponendo che lo stesso diametro abbia la direzione M_1N_1 non precisamente parallela ad MN quando si lavora in M_1 , l'angolo \odot_1 risulta quello che la direzione AB fa colla direzione AN'_1 condotta per A parallelamente ad M_1N_1 . La differenza $\odot - \odot_1$ fra il primo ed il secondo angolo evidentemente rappresenta la diversità d'orientamento nelle due stazioni M ed M_1 , e, aggiungendo questa differenza, col segno che ha, a tutti gli angoli che vennero letti in M_1 , si ottengono quelli che effettivamente si sarebbero letti in M_1 , se il diametro zero fosse stato disposto nella stazione M_1 con una direzione precisamente parallela a quella che aveva nella stazione M .

Il calcolo degli angoli \odot e \odot_1 non che quello delle distanze D e D_1 si deve eseguire sul terreno stesso per subito rettificare l'operazione quando si trovano discrepanze notevoli nei valori di D e di D_1 ; e quando trovasi solamente una diversità fra gli angoli \odot e \odot_1 si continua il lavoro nella stazione M_1 coll'orientazione che ha lo strumento, colla riserva di apportare in seguito la necessaria correzione a tutti gli angoli azimutali, la qual correzione viene generalmente eseguita al tavolino, allorquando tutte le operazioni di campagna sono finite.

Ultimate le operazioni di campagna, il primo lavoro da farsi al tavolino è quello delle opportune correzioni agli angoli azimutali stati letti dalla stazione M_1 , qualora gli angoli \odot e \odot_1 non siansi trovati identici. Questa correzione si fa aggiungendo, come già si disse, la differenza $\odot - \odot_1$ a tutti gli angoli azimutali misurati in M_1 .

Dopo si calcolano le tre coordinate dei punti di collegamento A e B tanto per rapporto agli assi coordinati ausiliarii, la cui origine è il punto corrispondente alla posizione del centro del circolo zenitale del cleps posto in stazione in M , quanto per rapporto agli assi coordinati ausiliarii pas-

santi pel punto corrispondente alla posizione dello stesso centro in M_1 . Chiamando:

x_a, y_a e z_a le tre coordinate del punto A e
 x_b, y_b e z_b quelle del punto B per rapporto alla prima
 origine,

x_{1a}, y_{1a} e z_{1a} le tre coordinate del punto A e
 x_{1b}, y_{1b} e z_{1b} quelle del punto B per rapporto alla se-
 conda origine,

si ha che le proiezioni, sul sistema di assi coordinati ausiliarii corrispondenti al punto M della retta determinata dai centri di stazione ossia dalle posizioni del centro del circolo zenitale nelle due stazioni M ed M_1 , sono:

sull'asse delle ascisse x

$$x_a - x_{1a} \text{ oppure } x_b - x_{1b};$$

sull'asse delle ordinate orizzontali y

$$y_a - y_{1a} \text{ oppure } y_b - y_{1b};$$

sull'asse delle ordinate verticali z

$$z_a - z_{1a} \text{ oppure } z_b - z_{1b};$$

che fra queste proiezioni devono esistere le tre condizioni

$$x_a - x_{1a} = x_b - x_{1b}$$

$$y_a - y_{1a} = y_b - y_{1b}$$

$$z_a - z_{1a} = z_b - z_{1b},$$

le quali, se esattamente non sono soddisfatte, saranno molto prossime ad esserlo. Qualora poi vogliansi dei risultati che, per quanto più si può, si approssimino alla verità, riesce facile l'ottenerli adottando per distanza delle due stazioni M ed M_1 , secondo ciascuno dei tre assi coordinati ausiliarii corrispondenti alla stazione M , una media che soddisfi alle riferite condizioni.

Stabilite le proiezioni ξ_1, ν_1 e ζ_1 , della retta determinata dai centri di stazione in M ed M_1 , sugli assi coordinati ausiliarii corrispondenti alla stazione M , si può dire che si hanno le coordinate del secondo centro per rapporto agli

assi ausiliarii passanti pel primo, cosicchè, una volta assunte le coordinate X , Y e Z del primo per rapporto agli assi delle coordinate definitive, si ha che le coordinate X_1 , Y_1 e Z_1 del secondo per rapporto agli stessi assi vengono date da

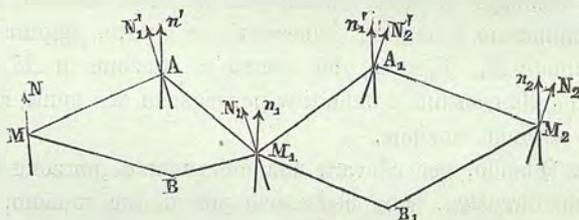
$$\begin{aligned} X_1 &= X + \xi_1 \\ Y_1 &= Y + \nu_1 \\ Z_1 &= Z + \zeta_1. \end{aligned}$$

Ottenute le coordinate dei centri di stazione in M ed M_1 , riesce facile il calcolo delle coordinate definitive di tutti i punti che vennero rilevati. Si calcolino perciò le coordinate ausiliarie di tutti i punti che formarono l'operazione eseguita in M , e queste, aggiunte, col loro segno, alle coordinate X , Y e Z del centro di stazione in M , danno nelle risultanti somme algebriche le coordinate definitive dei punti a cui si riferiscono. Analogamente si determinino le coordinate ausiliarie di tutti i punti per cui dalla stazione M_1 si determinarono i numeri generatori, e queste, aggiunte alle coordinate X_1 , Y_1 e Z_1 del centro di stazione in M_1 , conducono alle coordinate definitive per ciascun dei punti rilevati dalla seconda stazione.

14. Quando, per rilevare una determinata porzione di superficie terrestre, sono necessarie più di due stazioni, bisogna scegliere i punti di stazione ed i punti di collegamento in modo che ciascuna stazione si trovi coordinata a quelle vicine almeno mediante due punti, e le operazioni sul terreno si conducono a compimento col metodo che venne indicato nel precedente numero. L'operatore fa in ogni stazione le osservazioni sui punti di collegamento, quindi immediatamente verifica sul terreno stesso se l'operazione procede regolarmente, seguendo in tutto il metodo indicato nel precedente numero. Passa dopo alla determinazione dei numeri generatori per ciascuno dei punti che crede opportuno di dover rilevare; marca in apposito registro i risultamenti delle misure, e sopra conveniente abbozzo mette in evidenza le accidentalità del terreno.

Nell'intento di meglio accertarsi dell'esattezza del lavoro, può convenire di scegliere uno o più punti visibili da un gran numero di stazioni, come campanili ed altri oggetti facili ad osservarsi da parecchi punti del terreno, e posti a distanze piuttosto grandi dai punti dai quali vuolsi ai medesimi collimare. Questi punti sogliono chiamare *punti direttori*, e, sia all'incominciamento delle operazioni da farsi in una stazione, sia al termine delle medesime, si collimerà ad un punto direttore per accertarsi che il cleps non ha subito degli spostamenti nel tempo delle osservazioni.

La prima operazione da farsi al tavolino è quella di appor-
tare le necessarie correzioni agli angoli azimutali. Supponendo che i punti di stazione siano M, M_1, M_2, \dots (fig. 10), che siano A e B, A_1 e B_1, \dots i punti di collegamento, e che gli angoli azimutali siano stati misurati in $M, M_1, M_2,$

Fig. 10^a

... colle rispettive direzioni $MN, M_1N_1, M_2N_2, \dots$ non rigorosamente parallele fra di loro, mediante le osservazioni fatte in M ed M_1 sui punti A e B ed applicando le formole (3), (4), (6) e (7), riesce agevole trovare la correzione $N_1, A n' = N_1 M_1 n_1$ da apportarsi agli angoli azimutali letti in M_1 , per ridurli a quelli che si sarebbero letti qualora il diametro zero del cleps fosse stato nella seconda stazione parallelo alla direzione MN che aveva nella prima. Analogamente, applicando le stesse formole col porre nella (3) e nella (4) gli angoli azimutali corretti relativi alle direzioni $M_1 A_1$ ed $M_1 B_1$, e col porre nella (6) e nella (7)

quelli risultanti dalle osservazioni fatte in M_2 sugli stessi punti A_1 e B_1 si deduce la correzione $N'_2 A_1 n'_1 = N_2 M_2 n_2$ da farsi agli angoli azimutali letti in M_2 per riferirli alla direzione $M_2 n_2$ parallela ad MN . Nello stesso modo che gli angoli azimutali corretti aventi il vertice in M_1 hanno servito per trovare la correzione da apportarsi agli angoli azimutali stati letti in M_2 , questi ultimi convenientemente corretti potranno servire a dedurre la correzione da farsi a quelli letti nella stazione successiva, e così, passando dall'uno all'altro dei diversi quadrilateri aventi per vertici due stazioni successive e gli interposti punti di collegamento, torna agevole il correggere tutti gli angoli azimutali in modo che essi risultino quali si sarebbero letti qualora il diametro zero del cleps avesse conservato nelle diverse stazioni delle direzioni rigorosamente parallele.

Alla correzione degli angoli azimutali deve tener dietro la determinazione delle coordinate ξ_1, ν_1 e ζ_1 del centro di stazione M_1 per rapporto agli assi coordinati ausiliarii passanti pel centro di stazione in M , quella delle coordinate ξ_2, ν_2 e ζ_2 del centro di stazione in M_2 per rapporto agli assi coordinati ausiliarii passanti pel centro di stazione in M_1 , e così di seguito la determinazione delle tre coordinate di ciascun centro di stazione per rapporto agli assi ausiliarii passanti pel centro della stazione precedente. Queste determinazioni non presentano difficoltà alcuna, giacchè si effettuano esse colle norme che vennero date nel numero precedente, considerando separatamente ciascuno dei quadrilateri MAM_1B_1 , $M_1A_1M_2B_2$

Se una linea poligonale avente per vertici i centri di diverse stazioni costituisce un perimetro chiuso, per modo che in questo perimetro riesca possibile aver le coordinate di ciascun vertice per rapporto agli assi ausiliarii passanti pel vertice precedente e quindi anche quelle del primo vertice per rapporto agli assi coordinati ausiliarii passanti per l'ultimo, evidentemente le tre somme algebriche delle ascisse ξ , delle ordinate orizzontali ν e delle ordinate verticali ζ de-

sono separatamente ridursi a zero; cosicchè, indicando simbolicamente queste tre somme con $\Sigma \xi$, $\Sigma \nu$ e $\Sigma \zeta$, devono essere verificate le tre condizioni:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma \xi &= 0 \\ \Sigma \nu &= 0 \\ \Sigma \zeta &= 0 \end{aligned} \right\} (9).$$

Una volta definite le coordinate di ciascun centro di stazione per rapporto agli assi ausiliarii passanti pel centro che precede quello che considera, il calcolatore si fissa le coordinate di uno qualunque di questi centri. Supponendo, per esempio, che si assumano le tre coordinate X , Y e Z del centro di stazione in M , si ottengono le coordinate X_1 , Y_1 e Z_1 del secondo centro di stazione in M_1 ponendo

$$\begin{aligned} X_1 &= X + \xi_1 \\ Y_1 &= Y + \nu_1 \\ Z_1 &= Z + \zeta_1. \end{aligned}$$

si determinano le coordinate X_2 , Y_2 e Z_2 del centro di stazione in M_2 mediante le formole

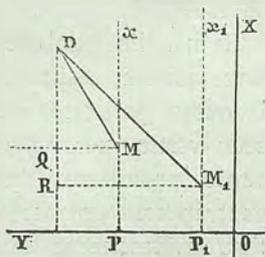
$$\begin{aligned} X_2 &= X_1 + \xi_2 \\ Y_2 &= Y_1 + \nu_2 \\ Z_2 &= Z_1 + \zeta_2, \end{aligned}$$

e così continuando, si possono avere le coordinate di tutti i centri di stazione per rapporto agli assi coordinati definitivi.

Qualora dalle diverse stazioni si sia collimato a punti inaccessibili od anche ad alcuni punti direttori, si possono determinare le loro coordinate orizzontali risolvendo il problema che ha per oggetto di determinare le due coordinate di un punto D (fig. 11) quando si conoscono le coordinate orizzontali di due punti M ed M_1 , non che i veri angoli azimutali delle due direzioni MD ed M_1D . Si chiamano perciò

ΔX la differenza fra le due ascisse $\overline{PM} = X$ e $\overline{P_1M_1} = X_1$ dei due punti M ed M_1 ,

Fig. 11*



ΔY la differenza fra le due ordinate $\overline{OP} = Y$ ed \overline{OP}_1 ,
 $= Y_1$ degli stessi punti,

θ l'angolo azimutale DMx ,

θ_1 l'angolo azimutale DM_1x_1 ,

$\Delta \theta$ la differenza fra i due angoli azimutali θ e θ_1 ,

x l'ascissa \overline{QD} del punto D per rapporto all'origine M ,

y l'ordinata \overline{MQ} dello stesso punto per rapporto alla medesima origine.

Fra i dati del problema e le incognite x ed y esistono delle semplici relazioni geometriche, facili a ricavarsi dai due triangoli rettangoli MQD ed M_1RD , e convenientemente combinando queste relazioni si arriva alle formole

$$y = -\Delta Y \frac{\text{sen } \theta}{\text{sen } \Delta \theta} \cos \theta_1 + \Delta X \frac{\text{sen } \theta}{\text{sen } \Delta \theta} \text{sen } \theta_1,$$

$$x = y \cot \theta_1,$$

le quali danno le due coordinate orizzontali dal punto D per rapporto agli assi ausiliarii passanti pel centro di stazione in M .

Se vogliansi le due coordinate orizzontali $x_1 = \overline{DR}$ ed $y_1 = \overline{M_1R}$ del punto D per rapporto all'origine M_1 , si ha

$$y_1 = y + \Delta Y$$

$$x_1 = y_1 \cot \theta_1,$$

ed i due valori di x ed x_1 , che si ottengono colla seconda e colla quarta formola, permettono di verificare l'esattezza dell'operazione, giacchè devesi avere

$$x_1 = x + \Delta X.$$

Aggiungendo all'ordinata orizzontale Y del punto M il trovato valore di y , si ottiene l'ordinata orizzontale del punto D per rapporto agli assi principali, ed aggiungendo rispettivamente all'ascissa X del punto M ed all'ascissa X_1 del punto M_1 , i dedotti valori di x ed x_1 , si trovano due valor

poco diversi dell'ascissa del punto D per rapporto agli stessi assi principali, e si può assumere la media di questi valori siccome rappresentante la vera ascissa del medesimo punto.

Operando per intersezione, non solo devonsi determinare le due coordinate orizzontali dei punti pei quali questo metodo si applica, ma ben anche le corrispondenti ordinate verticali. Chiamando perciò

φ la distanza zenitale letta da M col collimare a D e

φ_1 la distanza zenitale letta da M_1 col collimare allo stesso punto D ,

X' l'ascissa del punto D ed

Y' l'ordinata orizzontale dello stesso punto,

D la distanza orizzontale fra M e D e

D_1 la distanza orizzontale fra M_1 e D ,

z l'ordinata verticale del punto D per rapporto al centro di stazione in M e

z_1 l'ordinata verticale del punto D per rapporto al centro di stazione in M_1 ,

ΔZ la differenza fra le due ordinate verticali, Z e Z_1 , dei punti M ed M_1 ,

si ha

$$D = \frac{X' - X}{\cos \theta} = \frac{Y' - Y}{\sin \theta}$$

$$D_1 = \frac{X' - X_1}{\cos \theta_1} = \frac{Y' - Y_1}{\sin \theta_1},$$

$$z = D \cot \varphi$$

$$z_1 = D_1 \cot_1 \varphi.$$

Questi due valori di z e di z_1 permettono di verificare l'esattezza dell'operazione, giacchè si deve avere

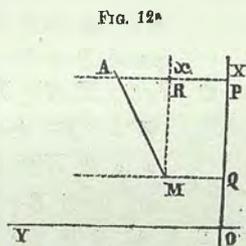
$$z_1 = z + \Delta Z.$$

Coll'aggiungere rispettivamente all'ordinata verticale Z del punto M ed all'ordinata verticale Z_1 del punto M_1 i valori di z e z_1 , si deducono due valori poco diversi dall'ordinata

verticale del punto D per rapporto agli assi principali, e la media di questi valori con molta probabilità rappresenta l'ordinata verticale del punto D che più di ciascuno di essi si avvicina al vero.

Trattandosi di punti direttori, non basta determinarli mediante le osservazioni fatte collimando ad essi da due stazioni, ma sibbene, nell'intento di ben accertarsi dell'esatta loro posizione, è necessario calcolare le loro coordinate orizzontali servendosi dei dati presi da tre stazioni.

Stabilite le coordinate orizzontali dei punti direttori, impiegando di preferenza i dati delle osservazioni che vennero fatte nelle stazioni che ad essi trovansi più vicine, si possono i medesimi utilizzare per verificare l'orientamento di una stazione qualunque. Essendo infatti A (fig. 12) un punto direttore molto lontano dal punto di stazione M , alla cui determinazione non si fecero concorrere i dati presi collimandovi da questa stazione, si chiamino



ΔX la differenza fra le due ascisse \overline{OP} ed \overline{OQ} dei due punti A ed M ,

ΔY la differenza fra le due coordinate \overline{PA} e \overline{QM} degli stessi punti,

θ_1 l'angolo azimutale AMx della direzione MA .
dal triangolo rettangolo ARM immediatamente si deduce

$$\text{tang. } \theta_1 = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (10),$$

e, confrontando l'angolo θ_1 dato da questa formola coll'angolo azimutale stato misurato in M col collimare ad A e già convenientemente corretto come si disse nel principio di questo numero, assai facilmente si arriva a verificare l'orizzontamento in M ed a rettificarlo se occorre.

Suppongasi ora che siano A, B e C (fig. 13) tre punti direttori e che dalla stazione M siansi misurati i tre angoli azimutali delle direzioni MA, MB ed MC colla direzione Mx_1 , o sensibilmente parallela all'asse OX delle ascisse, od anche arbitraria. Se chiamansi

$\Delta'_{..} X, \Delta'_{...} X, \Delta''_{...} X$ le tre differenze $X' - X''$, $X' - X'''$, $X'' - X'''$

fra le ascisse \overline{OP} ed \overline{OQ} dei punti A e B , \overline{OP} ed \overline{OR} dei punti A e C , \overline{OQ} ed \overline{OR} dei punti B e C ,

$\Delta'_{..} Y, \Delta'_{...} Y, \Delta''_{...} Y$ le tre differenze $Y' - Y''$, $Y' - Y'''$, $Y'' - Y'''$ fra le ordinate \overline{OS} ed \overline{OT} dei punti A e B , \overline{OS} ed \overline{OU} dei punti A e C , \overline{OT} ed \overline{OU} dei punti B e C ,

$\Delta'_{..} \theta, \Delta'_{...} \theta$ le due differenze $\theta' - \theta''$, $\theta' - \theta'''$, fra gli angoli azimutali AMx_1 e BMx_1 , AMx_1 e CMx_1 , misurati in M col collimare ai punti A, B e C ,

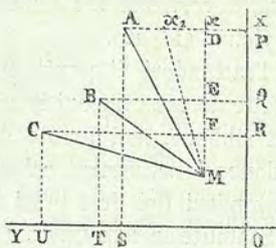
θ' , il vero angolo azimutale AMx che la visuale MA fa colla direzione Mx immaginata condotta per M parallelamente ad OX ,

considerando i triangoli rettangoli MAD, MBE ed MCF , si ricavano da essi tre relazioni fra \overline{DM} , \overline{DA} e l'angolo $AMx = \theta'_1$, le quali, convenientemente combinate, conducono a trovare

$$\cot \theta'_1 = \frac{\Delta'_{..} X \cot \Delta'_{..} \theta - \Delta'_{...} X \cot \Delta'_{...} \theta + \Delta'_{...} Y}{\Delta'_{..} Y \cot \Delta'_{..} \theta - \Delta'_{...} Y \cot \Delta'_{...} \theta - \Delta'_{...} X}$$

Questo valore di θ'_1 può servire a due scopi: se il punto M è un tal punto di stazione pel quale non ha potuto aver luogo correzione degli angoli azimutali in esso misurati, la differenza $\theta'_1 - \theta'$ esprime appunto questa correzione, la quale

Fig. 13a



per conseguenza assai facilmente può essere eseguita; se invece già venne fatta la correzione degli angoli azimutali stati letti in M coll'applicazione delle formole (3), (4), (6) e (7), allora l'angolo azimutale θ_1 è da considerarsi siccome un semplice mezzo per verificare l'esattezza dell'orientamento nella stazione alla quale si riferisce.

Qualora siano state ben eseguite tutte le operazioni in campagna, e qualora convenientemente siasi apportate le volute correzioni agli angoli azimutali e dedotte le coordinate orizzontali delle diverse stazioni, non che quelle dei punti direttori, se si passa alla costruzione geometrica di tutti gli indicati punti, sicuramente avviene che stando al semplice apprezzamento che possono apportare i nostri sensi sui risultati delle operazioni grafiche, si troveranno verificate le condizioni (9) per qualunque poligono si voglia considerare coi vertici nei centri di stazione e nei punti direttori. In celerimensura però, ove tutto viene verificato col rigore dei numeri, ed ove i mezzi di verifica mettono in evidenza anche le discrepanze le più minute, si scoprono molte inesattezze che sfuggono all'apprezzamento nelle operazioni grafiche, e quindi al di là dell'esattezza di queste operazioni, è necessario ammettere un coefficiente di tolleranza. Prendendo sul terreno tali e tanti dati da rendere più che determinata la poligonazione avente per vertici i diversi centri di stazione, si conduce a compimento l'indispensabile operazione di verificare se il lavoro si mantiene nei limiti della concessa tolleranza. Traendo poi partito delle relazioni geometriche che passano fra i diversi elementi relativi alle dette poligonazioni, e convenientemente applicando il metodo delle compensazioni, si possono ancora rendere nulli gli effetti delle stesse inesattezze comprese fra i limiti della concessa tolleranza, ed approssimarsi così, di quanto più si può, alla verità matematica nella determinazione delle coordinate definitive dei centri di stazione.

Stabilite le coordinate dei centri di stazione per rapporto agli assi coordinati principali, si aggiungono rispettivamente

a queste le coordinate ausiliarie di tutti i punti rilevati, calcolate mediante l'applicazione delle formole (1); e si ottengono così, per rapporto agli assi coordinati principali, le coordinate del complesso dei punti pei quali vennero determinati i numeri generatori.

15. Allorquando trattasi di rilevare una vasta estensione di terreno, composta di varii appezzamenti, e presentante svariatissime accidentalità, le operazioni di celerimensura per raggiungere lo scopo devono essere appoggiate a punti trigonometrici, qua e là individuati sull'estensione da rilevarsi, e visibili da molti siti, affinchè gli operatori possano servirsene per collegarvi le loro operazioni, le quali si possono allora intraprendere in più luoghi nel medesimo tempo.

Le stazioni ed i punti di collegamento fra una stazione e l'altra si scelgono come già si è detto nel precedente numero; e quando si arriva in vicinanza di qualche punto trigonometrico, si determinano per esso i numeri generatori come per un altro punto qualunque; e, quando s'incontrano dei punti trigonometrici sui quali riesce impossibile di collocare la stadia, si rilevano essi per intersezione, come si è detto doversi fare pei punti direttori, collimandovi almeno tre volte dalle stazioni che loro sono vicine. Se è possibile, si può incominciare il lavoro a partire da un punto trigonometrico, oppure, quando non si può o non torna conveniente di così principiare, si collima dal primo punto di stazione a quattro punti trigonometrici, perchè allora si ha mezzo non solo di determinare, ma anche di verificare l'esatta posizione del punto di stazione per rapporto ai punti trigonometrici.

È essenziale di collimare da ciascuna stazione ai punti trigonometrici visibili; quando però se ne vedono molti, non è necessario di collimare a tutti. Se poi in qualche luogo incassato e basso o nell'interno di un bosco, è giuocoforza far stazione in siti dai quali riesce impossibile scoprire un punto trigonometrico, si sceglierà allora un punto direttore, la cui posizione potrà venire determinata e verificata mediante le osservazioni che si faranno dalle stazioni successive.

Pei punti che marcano le accidentalità del terreno e che per conseguenza importa di rilevare, si determineranno i numeri generatori necessari a trovar le loro coordinate ausiliarie per rapporto al centro della stazione da cui ai medesimi si collima.

Venendo ora alle operazioni da farsi al tavolino per ben stabilire una poligonazione rilevata col coordinarla a punti trigonometrici, s'incomincerà innanzi tutto dall'accertarsi coll'applicazione delle formole (3), (5), (6), (8) che non vennero commessi errori nelle operazioni sul terreno; e, qualora le formole (4) e (7) manifestino delle inesattezze d'orientamento verranno queste rettificare come si è detto nel precedente numero, traendo cioè partito dei punti di collegamento ed anche delle visuali dirette a punti trigonometrici, preferendo in questo caso quelli più lontani. Qualora in una data stazione abbiassi da fare la correzione d'orientamento mediante la visuale diretta ad un sol punto trigonometrico, è necessario conoscere le coordinate orizzontali del centro di stazione per rapporto agli assi principali onde porle nella formola (10); basta però avere dei valori approssimativi di queste coordinate, e questi sono facilissimi ad ottenersi per addizioni successive delle distanze ortogonali non ancora definitivamente corrette, partendo da un punto trigonometrico posto sulla linea poligonale alla quale appartiene la stazione per la quale vuoi effettuare la correzione d'orientamento.

Corretti gli angoli azimutali, si deve passare al calcolo delle coordinate parziali del centro di ogni stazione per rapporto al centro della stazione precedente; e questo si fa precisamente come già si è detto nei due precedenti numeri. Dopo di ciò si osserva che, se una linea poligonale di un numero qualunque di lati va da un punto trigonometrico ad un altro, per il semplicissimo assioma che la somma delle parti eguaglia il tutto, devono esistere le tre relazioni

$$\sum x = \Delta X$$

$$\sum y = \Delta Y$$

$$\sum z = \Delta Z,$$

le quali esprimono che le differenze, ΔX fra le ascisse, ΔY fra le ordinate orizzontali e ΔZ fra le ordinate verticali dei due punti trigonometrici, devono rispettivamente eguagliare le somme Σx delle ascisse, Σy delle ordinate orizzontali e Σz delle ordinate verticali del primo punto della linea poligonale per rapporto agli assi coordinati ausiliarii passanti pel punto trigonometrico vicino, del secondo punto della linea poligonale per rapporto agli assi ausiliarii passanti pel primo, e, così continuando, dell'altro punto trigonometrico per rapporto agli assi ausiliarii passanti per l'ultimo punto della linea poligonale.

Le indicate condizioni generalmente manifestano delle lievi discrepanze, e per approssimarsi sempre più alla verità, si possono determinare le coordinate definitive dei diversi centri di stazione col seguente metodo. Alle coordinate di un punto trigonometrico si aggiungano quelle parziali di diversi vertici di una linea poligonale che da questo punto va ad una stazione centrale e così si ottengono tre somme le quali si possono ritenere siccome rappresentanti le tre coordinate, per rapporto agli assi principali, della stazione centrale considerata. La medesima operazione si ripeta partendo da un secondo, da un terzo punto trigonometrico, ed anche da un quarto. Risultano così tanti sistemi di valori poco diversi delle tre coordinate del centro della stazione centrale quanti sono i punti trigonometrici considerati, e le medie dei valori delle ascisse, delle ordinate orizzontali, e delle ordinate verticali, si possono ritenere siccome rappresentanti le coordinate definitive del centro della stazione considerata.

Come si è determinata una stazione mediante linee poligonali partenti direttamente dai punti trigonometrici, se ne possono determinare molte altre le quali tutte si possono chiamare *centrali di primo ordine*. Le centrali di primo ordine, da sole oppure in concorrenza di punti trigonometrici possono servire alla determinazione di altri centri di stazione, che si possono chiamare *centrali di secondo ordine*, e continuando collo stesso metodo si possono ottenere le cen-

trali di terzo ordine, e determinare le posizioni dei diversi centri di stazione mediante le medie dei camminamenti che si collegano in tutti i sensi.

Determinate come or ora si è detto le coordinate definitive dei centri di stazione per rapporto agli assi principali, immediatamente si ottengono quelle dei diversi punti rilevati, calcolando le coordinate ausiliarie di questi per rapporto ai centri delle stazioni da cui vennero osservati, e rispettivamente aggiungendole alle coordinate definitive degli stessi centri.

16. Quanto si è detto sul rilevamento e sulla livellazione dei terreni coi metodi della celerimensura, mette in evidenza come siano due i metodi di rilevamento che generalmente s'impiegano, quello di *irradimento*, che si applica al più gran numero dei punti da rilevarsi; quello d'*intersezione* che si applica solo per quei punti nei quali non si può portare la stadia, pei punti direttori e per alcuni punti trigonometrici.

Oltre questi due metodi, conviene in molte circostanze adottarne un terzo, nuovo affatto in geodesia, ideato dal Professore Porro, da lui chiamato *procedimento conoidico* e che consiste nel determinare per intersezione non già un sol punto, ma sibbene un'intera linea comunque curva, visibile da due stazioni. Con questo procedimento si rileva da ciascuna stazione, mediante gli angoli azimutali e le corrispondenti distanze zenitali un egual numero di generatrici molto vicine della superficie conica avente il suo vertice nel centro della stazione ed avente per direttrice la curva da determinarsi. Le intersezioni delle generatrici che si corrispondono nell'una e nell'altra superficie conica, determinate coi metodi della geometria descrittiva ed anche analiticamente, definiscono una curva la quale evidentemente è quella che si ha in mira di determinare.

Operando col procedimento conoidico tornano poi utilissime le *visuali piane* che si possono determinare col cleps di cui venne data la descrizione nel numero 7. Queste visuali piane rappresentano il piano determinato dell'asse ottico del can-

nocchiale e da quello dei fili paralleli del micrometro il quale passa per il detto asse ottico quando, trovandosi lo strumento in istato d'azione, il detto filo non è orizzontale; sono esse determinate dai tre angoli che si leggono sul circolo azimutale, sul circolo zenitale e sul circolo graduato di cui trovasi munito l'oculare; e si prestano ad avviluppare i tondeggianti della superficie delle colline isolate non che dei contrafforti nelle valli in un poliedro di faccie note, ed a dedurre, sia col mezzo della geometria descrittiva, sia col calcolo trigonometrico, la rappresentazione del terreno mediante le sue curve orizzontali.

17. Venendo ora a dire qualche cosa sui risultamenti che si possono ottenere colla celerimensura, la Commissione ha dovuto conoscere che il metodo proposto dal Professore Porro per rilevare i terreni ha già ricevute tali e tante applicazioni da potersi asserire, senza tema d'errore, che esso è già entrato nel dominio della pratica, e che ha già fornito i dati di fatto per poter decidere della sua convenienza.

Lasciando in disparte le prime operazioni eseguite dallo stesso Professore Porro nella riviera Ligure ed altri di cui in seguito si occupò nel paese e fuori, la Commissione crede innanzi tutto di accennare ai risultati ottenuti da operatori appartenenti ad altre nazioni, e ciò perchè costoro sono affatto appassionati e manca in loro financo quella parzialità che in fatto di pregievoli invenzioni suol nascere, per spirito di nazionalità, fra coloro che hanno comune la patria coll'inventore.

Fra i cultori della celerimensura primeggia il Sig. Moinot, Ingegnere addetto al personale tecnico di una società ferroviaria francese, il quale fin dal 1855 applicò la celerimensura per lo studio dei progetti delle ferrovie. Quest'Ingegnere poi persuaso dell'utilità di questo nuovo metodo di rilevare, compilò un trattatello nel quale trovansi descritti i procedimenti che impiegò nei rilevamenti, destinati allo studio delle strade ferrate, e discorrendo del tacheometro del Professore Porro, il quale era ben lungi da trovarsi al grado di perfezione

dell'attuale cleps, dei pregi del sistema e dell'approssimazione che si ottiene, si esprime colle seguenti parole:

« Se l'uso del tacheometro perfezionato dal Sig. Porro fosse più diffuso ben presto sarebbero apprezzati i pregi di questo strumento. »

« Io ho operato con questo metodo su più di 1500 chilometri di tracciato che sono in parte eseguiti. »

« I tracciati ricavati dai piani di studio, indi applicati sul terreno, hanno raramente dato una differenza di più di un metro per chilometro fra le lunghezze ricavate graficamente dal piano e quelle che furono canneggiate sul terreno con tutte le cure che si impiegano nelle misure di una base. »

« Il profilo longitudinale sull'asse ricavato col livello a bolla d'aria, non ha mai presentata una differenza apprezzabile quando se ne fece il confronto col risultato fornito dalle quote del piano di studio. »

Questo soddisfacente risultato pratico della celerimensura cui giunse il Moinot fu pure raggiunto nelle operazioni di rilevamento eseguite per la costruzione di una rete ferroviaria dell'Italia meridionale, per la quale una società costruttrice francese ha adottato nella compilazione dei progetti i procedimenti della celerimensura ad esclusione di qualunque altro, che anzi un distinto Ingegnere appartenente alla suddetta Società, ha compilato un manuale pratico di celerimensura destinato al personale dell'impresa.

Oltre a queste applicazioni della celerimensura fatte da Ingegneri francesi, consta altresì che in questi ultimi anni da Ingegneri italiani furono compilati molti progetti di non lieve entità col sussidio della celerimensura, e fra questi in terreni tanto accidentati da rendere, se non impossibile, molto malagevole l'esecuzione del lavoro cogli antichi sistemi.

Dai fatti ora citati si può adunque concludere che attualmente l'applicazione della celerimensura è un fatto compiuto, e quel che più monta essere essa tenuta in grande pregio da coloro che l'hanno adottata. Giova poi avvertire che il Moinot ha applicato la celerimensura del professore

Porro modificandola di qualche poco nel sistema di compilare la planimetria, giacchè mentre il Porro, ben a ragione, calcola le coordinate rettangolari di ogni punto rilevato, il Moinot invece crede di poter limitare questo calcolo ai punti su cui si fa stazione ed impiega un sistema grafico per tutti gli altri. È però facile il vedere, che la modificazione del Moinot merita nemmeno il titolo di una semplificazione, giacchè, per calcolare le due coordinate orizzontali di un punto mediante le scale o mediante il circolo logaritmico e per collocarlo sulla carta quadrettata, si richiede un tempo non maggiore di quello necessario a fissare un punto sul piano mediante la sua distanza orizzontale dalla stazione, e mediante l'angolo azimutale corrispondente; che tutto al più può essere accettata in quei lavori pei quali il rilievo non è altro che un mezzo molto secondario, come in certi studii di massima per strade, canali e simili in cui la brevità del tempo più che l'esattezza del lavoro sta a cuore dell'operatore. Lorchè si tratta di opere di qualche importanza, e specialmente là dove il rilievo delle accidentalità del terreno costituisce lo scopo principale dell'operazione, il graficismo va assolutamente proscritto, e la calcolazione delle coordinate, tanto pregevole in teoria, si riconosce altresì necessaria da quegli ingegneri che non procedono empiricamente e che non scambiano la pratica coll'orrore per tutto ciò che può essere determinato e verificato col rigor del calcolo.

18. Visto come la celerimensura sia oramai nel dominio della pratica, la Commissione crede utile un breve cenno sui risultamenti con essa ottenuti per riguardo all'esattezza, al costo ed alla durata.

Per quanto si riferisce all'esattezza, la celerimensura nulla lascia a desiderare, giacchè se non dà all'operatore l'infalibilità, gli diminuisce però di molto la facilità di commettere errori in grazia dei molteplici mezzi di verificaione inerenti al sistema ed è oramai posto fuor di dubbio che i metodi di celerimensura ben applicati conducono ad un'approssimazione superiore a quella che si ottiene cogli altri

sistemi. Le tre coordinate di ciascun dei punti che marcano le accidentalità del terreno sono indipendenti dalla posizione di tutti i punti che lo avvicinano e quindi gli errori di lettura commessi nel rilevare un particolare qualunque non possono influire sugli altri. Allorquando la poligonazione trovasi definita in modo da essere ben determinate, verificate e convenientemente compensate le posizioni dei vertici delle poligonazioni, è tolto il pericolo della propagazione e dell'ingrandimento degli errori e resta eliminata la possibilità di avere considerevoli divarii fra la superficie dei rilievi e quelle dei terreni corrispondenti.

L'approssimazione che ottiensi nelle quote altimetriche è pur apprezzabile, sempre che però non si trascurino certe cautele che pur troppo non sono sempre osservate da tutti gli operatori nelle livellazioni trigonometriche. È chiaro infatti che, dipendendo una quota altimetrica qualunque dall'inclinazione dell'asse ottico all'orizzonte e dalla distanza a cui si fa la lettura, non si dovrà oltrepassare nè in questa inclinazione nè in questa distanza un certo limite oltre il quale l'errore di rifrazione prende proporzioni troppo notevoli e riesce troppo sensibile il divario fra la media delle letture fatte coi fili estremi e la lunghezza della parte di stadia compresa fra il suo piede ed il punto in cui essa viene ferita dall'asse ottico del cannocchiale.

Relativamente al costo dei rilievi eseguiti coi metodi della celerimensura, riesce facile il comprendere come esso debba risultare assai minore di quello dei rilievi fatti cogli antichi sistemi, se considerasi che in ogni operazione di rilevamento sono a distinguersi due periodi, il primo dei quali impiegasi nel lavoro di campagna, ed il secondo nel lavoro al tavolino. Di questi due periodi il primo è quello che richiede spese maggiori sia per il numero degli operatori che esige, sia perchè sovente il lavoro di necessità deve essere interrotto per impreviste circostanze. Ora coi metodi della celerimensura il lavoro di campagna trovasi di tanto ridotto che in terreni non molto coperti e di accidentalità non straordina-

rie, si giunse a rilevare in un sol giorno una zona della lunghezza di 3 chilometri e della larghezza di 500 metri con tutti i più minuti particolari sia planimetrici che altimetrici, e ciò con una squadra composta d'un ingegnere direttore dei lavori, d'un aiutante per fare le letture sul tacheometro, d'uno scrivano per marcare i risultati delle misure, di due porta stadia e di un bracciante. Non sempre però si può operare con tanta celerità, e mediamente si può ritenere che una squadra composta come si è detto può in una giornata eseguire tutte le operazioni necessarie a definire planimetricamente ed altimetricamente la superficie di una zona di terreno della lunghezza di 1200 metri e della larghezza di 500 metri.

A motivo delle verificazioni che si fanno sul terreno ed in ogni stazione, nonchè di quelle che in seguito si possono istituire per aver collimato a punti direttori oppure a punti trigonometrici, e per l'uniformità di metodo che generalmente si segue nel rilevare, le operazioni che hanno per iscopo di dedurre al tavolino le coordinate definitive, e, se vuolsi, anche il piano del terreno, non possono presentare incertezze nè richiedere determinazioni speciali e ricercate. Segue da ciò che generalmente queste operazioni si possono condurre a compimento con una celerità superiore a quella che è sperabile di raggiungere cogli altri sistemi di rilevare, i quali obbligano sovente a lunghe e noiose operazioni di gabinetto e per le discrepanze che talvolta s'incontrano per non aver verificato sul terreno l'esattezza del lavoro, e per i dubbii che nascono per insufficienza di mezzi di verificaione e per mancanza d'uniformità nei metodi d'operazione sul terreno.

19. Passando ora a dir qualche cosa sui meriti del più recente fra gli strumenti inventati dal prof. Porro, ossia del cleps-ciclo, la Commissione non può a meno che riconoscere in esso qualche cosa di nuovo e quanto vi può essere di più adatto e di più utile alle esigenze della celerimensura. La facilità di maneggio, la stabilità, la comodità e sicurezza nel trasporto, ed i mezzi che questo strumento presenta per ac-

certarsi dell'esattezza delle osservazioni, sono requisiti che dal lato pratico lo rendono eminentemente commendevole ed i quali valgono ad accreditarlo presso qualsiasi operatore che voglia munirsi di un buono e solido strumento atto a rilevare tanto planimetricamente quanto altimetricamente. Il suo uso, senza pericolo di errori, colla massima facilità permette di eliminare nelle operazioni sul terreno le misure dirette tanto fastidiose e lunghe; giacchè gli ostacoli che per lungo tempo impedirono lo sviluppo dei procedimenti colla stadia, trovansi facilmente e completamente superati in grazia dell'annullamento e del forte ingrandimento del cannocchiale. La molteplicità degli oculari e dei fili micrometrici notevolmente contribuiscono a mantenere i risultati delle diverse osservazioni nei limiti d'un'approssimazione superiore a quella che finora è stato possibile raggiungere cogli altri strumenti topografici; e tutte indistintamente le varie parti del cleps trovansi disposte nel modo il più razionale ed il più conveniente per arrivare speditamente a risultati sempre accettabili ed eminentemente buoni. Il circolo azimutale, per esempio, a motivo del piccolo suo diametro permette il capovolgimento del cannocchiale senza bisogno di altri sostegni come nei goniometri ordinarii, e questa disposizione del cannocchiale rende il maneggio del clepsciclo tanto facile e spedito da essere già questo un motivo per renderlo degno di molta considerazione per parte degli operatori cui stanno a cuore la speditezza e semplicità del lavoro. Quanto si è detto del circolo azimutale e del cannocchiale, indistintamente è applicabile a tutte le più minute parti del cleps, il quale, se pur ha un difetto, sta nella troppa perfezione che, contribuendo ad elevarne il prezzo quando lo si voglia ben costruito, lo rende inaccessibile ad una numerosa schiera di pratici operatori, con detrimento del propagarsi della celerimensura, e dei vantaggi che da essa ne derivano.

20. Concludendo sulla convenienza della celerimensura e sui pregi del cleps-ciclo, la Commissione crede di poter affermare, che la celerimensura è, sia dal lato teorico che dal

lato pratico, un sistema di rilievo che riunisce in sè tutte le doti di speditezza e precisione, che merita di essere studiato con molta cura da chi si dedica alle operazioni di rilevamento; che minutamente deve essere spiegata in tutte le scuole d'ingegneria, non che in quelle altre d'ordine inferiore in cui si insegna l'arte di rilevare i terreni; che il cleps-ciclo è attualmente il migliore degli strumenti per le operazioni di celerimensura.

Per spiegare poi il favore immenso con cui fu accolta da molti la celerimensura ed in pari tempo le censure che da altri le vennero fatte, basta osservare: che nella celerimensura convien ben distinguere il sistema dagli strumenti con cui la si applica; che il sistema è semplice, facile ad apprendersi e poco suscettivo di modificazioni radicali; che l'istrumento, dovendo soddisfare a molte esigenze e servire a molte operazioni, richiede un certo esercizio pel facile suo maneggio, ed è suscettivo di molte e svariate modificazioni, come lo attesta la serie d'istrumenti che successivamente ha costruito lo stesso Porro prima di giungere al cleps-ciclo; che le censure le quali vengono mosse contro la celerimensura quasi esclusivamente si riferiscono all'istrumento e presso che mai al sistema; che, di quanti istrumenti annovera la geodesia, nessuno ha sinora raggiunto un limite tale di perfezione da poter soddisfare tutti gli operatori; che è cosa assai rara in pratica il trovare un operatore che, dopo aver maneggiato un istrumento lunga pezza, non abbia una serie innumerevole di modificazioni a proporre e di lagnanze a fare sulla complicazione e disposizione delle sue parti; e che per conseguenza è pretendere l'impossibile il volere che il cleps-ciclo non possa essere oggetto di censura, tuttochè sia esso il più perfetto degli strumenti finora costrutti, per soddisfare alle esigenze della celerimensura, quali sono il tacheometro di Moinot, e l'onnimetro dei signori Peaucellier e Vagner. Per rapporto al primo, la Commissione francamente asserisce che il signor Moinot avrebbe fatto assai meglio coll'adottare tal quale il tacheometro di Porro, an-

zichè coll'apportarvi modificazioni che, nello scopo di perfezionarlo, lo hanno di molto allontanato dalla perfezione; e per rapporto al secondo, non può comprendere come siavi speranza di ottenere dei buoni risultati colla facilità, speditezza e precisione da cui sempre sono accompagnate le osservazioni fatte col cleps-ciclo.

Tale è il parere della Commissione, ed è speranza della medesima che questo convincimento, unito ad una nobile soddisfazione d'amor proprio nazionale, sarà diviso da quanti volenterosi vorranno applicarsi allo studio dei sistemi e degli istrumenti dovuti alla scienza ed alla infaticabile operosità del Professore Porro.

Torino, 18 giugno 1869.

Prof. CURIONI GIOVANNI.

Ing. VINCENZO SOLDATI.

ALLEMANO GIUSEPPE.

Adunanza 7 dicembre 1869.

ORDINE DEL GIORNO.

Votazione sulla domanda per la stampa negli Atti della Relazione della Commissione incaricata di riferire sul Teodolite Cleps-ciclo del prof. Porro.

Presentazione del bilancio presuntivo per l'anno 1870.

Lettura della seconda Relazione della Commissione incaricata di proporre alla discussione i principali quesiti sull'argomento — Esposizione Industriale pel 1872.

Presidenza SPURGAZZI.

Presenti 24 membri effettivi.

7 aggregati.

1. Aperta la seduta colla lettura ed approvazione del processo verbale della riunione antecedente, il Segretario legge l'elenco dei doni pervenuti alla Società dopo l'ultima adunanza.

2. Parecchi Soci avendo presentata regolare domanda per la stampa negli Atti della Società della Relazione della Commissione incaricata di riferire sul *Teodolite Cleps-ciclo* del Prof. Porro, si procede alla votazione segreta, e la stampa viene approvata.

3. Il Presidente dà comunicazione di una lettera del Segretario dell'*Institution of civil Engineers* di Londra nella quale annunzia che quella Società ha ricevuto gli Atti della Società nostra presentati dal Socio Ingegnere Casana ed aggiunge averci spedito copia dei loro *Minutes of Proceedings* dall'anno 1861 in poi; e che l'invio sarà continuato per parte loro, manifestando il desiderio che lo sia pure per parte nostra.

Questa notizia è accolta con molta soddisfazione dai Socii e la Presidenza è incaricata di esprimere alla Società degli Ingegneri di Londra, come la Società nostra sia lieta di questa circostanza che la mette in relazione e le dà modo di conoscere viemeglio i lavori di una Società cotanto illustre e benemerita.

4. Il Presidente a nome del Comitato presenta il Bilancio presuntivo per l'anno 1870, e chiede, se pur seguendo l'uso di lasciarlo esposto nelle sale di lettura, si creda di nominare una Commissione coll'incarico di esaminarlo e di riferirne in una prossima adunanza. Tale proposta essendo approvata, si procede alla votazione segreta nella quale rimangono eletti i Socii Cav. Prof. Cavallero, Ing. Ferrante e Generale Sobrero.

5. Il Socio Thovez a nome della Commissione per l'Esposizione Industriale del 1872, dà lettura della seconda relazione di detta Commissione, terminata la quale alcuni Socii esprimono il desiderio che questa relazione sia subito stampata e distribuita ai Socii prima di venire alla discussione. Ma osserva il Presidente che il Regolamento richiede per la stampa negli atti una regolare domanda coll'approvazione della Società nella seduta seguente a quella in cui fu chiesta la stampa, perciò prendendo atto della domanda, si rimanda

la votazione alla prossima adunanza, la quale viene fissata per venerdì 10 corrente, ore 8 sera.

Infine i Socii sono invitati a nominare in tre successive votazioni i membri pel Comitato del prossimo anno 1870. Si procede alla votazione e risultano eletti :

Presidente . . — PEYRON Cav. Ing. AMEDEO
Vice-Presidenti — CODAZZA Cav. Prof. GIOVANNI.
 « « PECCO Cav. Ing. EDOARDO.
Consiglieri . . — GALLI Ing. LUIGI.
 « CEPPI Conte CARLO Ingegnere.
 « THOVEZ Ing. Prof. CESARE.
 « CURIONI Cav. Prof. GIOVANNI

e l'adunanza si scioglie.

Il Presidente
 SPURGAZZI.

Il Segretario
 PULCIANO.

DESCRIZIONE succinta della macchina per fare le prove meccaniche su prismi di diversi materiali allo scopo di dedurne i coefficienti meccanici propri di ciascuno.

Già nel testo intitolato *Disamina sulla maniera di resistere dei solidi* si specificò quale fosse lo scopo di tale macchina e come con essa si traccino su una lunga lista di carta avvolta ad un cilindro tutti i particolari ingranditi che subisce il prisma nella prova, sicchè si possa conseguire operando anche sui piccoli prismi, risultati esatti senza necessità di adoperare grandi prismi, che più difficilmente si possono avere e possono d'altronde dar luogo a risultati meno esatti.

Il disegno prospettico della macchina suddetta la presenta apparecchiata per le prove alla flessione, ove il prisma è solidamente ritenuto da un capo, ed all'opposto capo ha attaccata l'articolazione di trasmissione dei movimenti ingranditi alla matita che li traccia come si disse sulla lista di carta avvolta al cilindro.

Questa istessa macchina si apparecchia anche per le prove dei prismi alla compressione, aggiungendovi, al sito ove si affrancano ed in luogo di prismi lunghi da assoggettarsi alla flessione, altri ordigni con robustissima leva, colla quale si accresce la potenza della macchina per la compressione dei più piccoli prismi, e così pure si decupla l'ingrandimento dei risultati, ossia se ne centuplica la grandezza reale.

Serve ancora volendo la stessa macchina alle prove dello schiantamento, surrogandovi alcune analoghe parti a quelle ora dette per passare dalle prove della flessione a quelle della compressione.

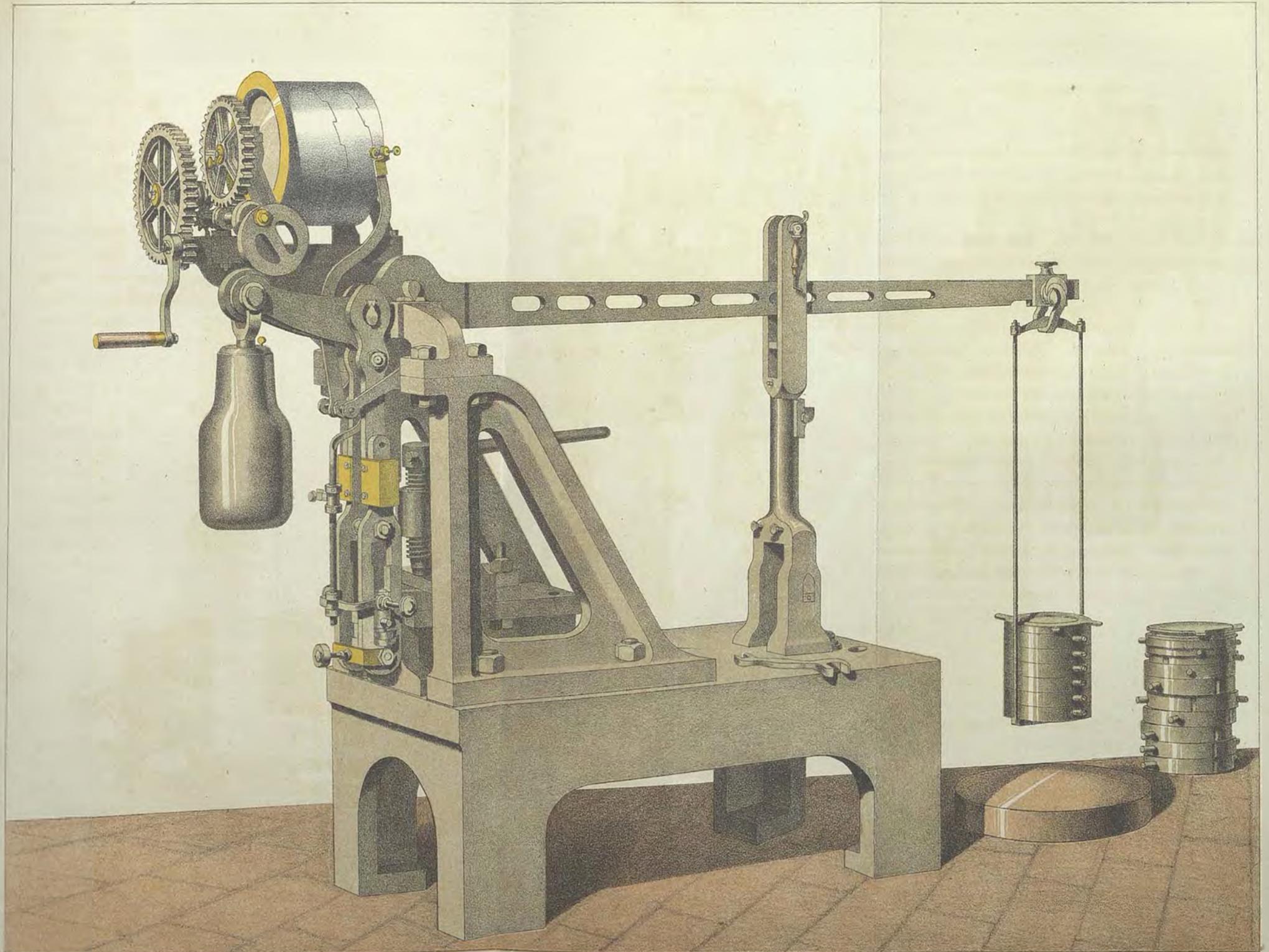
Per le prove della resistenza alla compressione può es-

sere conveniente di avere due assortimenti di detti ordegni, l'uno più appropriato a comprimere prismi piccoli di materiali di una grandissima resistenza, come per i metalli, e l'altro capace di ricevere prismi di maggior grandezza e di minor resistenza, sicchè basti sempre la stessa potenza della macchina accresciuta come si disse, a schiacciarli, o per lo meno a superare il limite di stabilità, limite ch'è il più importante da cercarsi, soprattutto per i materiali di costruzione dei grandiosi edifizii.

Vedesì nel predetto disegno prospettico come è infisso il prisma sottoposto alla flessione, e come l'operatore girando il manubrio, metta a un tempo in moto il cilindro avvolto dalla lista di carta non che la stadera; nella quale mediante l'eccentrico, alternativi si fanno i suoi movimenti, ciascuno incominciando allorchè la pendente spranga a gancio viene ad applicarsi sotto l'estremità libera del prisma, per sollevarla mediante la carica intera posta poco per volta sul piattello della stadera, e terminando dopochè rimasta tal carica interamente sorretta dal prisma, questo, proseguendo l'operatore a girare il manubrio, viene successivamente scaricato e liberato dal gancio anzidetto.

Si è allora che si aggiugne sul piattello della stadera un altro peso, e le impulsioni, le quali in ciò fare ed operando diversamente sarebbero inevitabili, non hanno più luogo o più non possono intervenire ad alterare i cercati risultati, per trovarsi il prisma isolato.

Cavalli – Macchina per la prova della resistenza dei Materiali alla Flessione.



Torino Lit. Giordana e Sabatini

Leonardi del.

2^a RELAZIONE DELLA COMMISSIONE

INCARICATA DI PROPORRE ALLA DISCUSSIONE I PRINCIPALI QUESITI

INTORNO ALL'ARGOMENTO

ESPOSIZIONE INDUSTRIALE PEL 1872

discussa ed approvata per la stampa negli Atti, nelle adunanze generali 7 e 10 dicembre 1869).

Signori,

Da quel giorno in cui la Commissione da Voi nominata per istudiare i principali quesiti intorno alla Esposizione progettata per il 1872 in Torino, vi presentò la sua prima Relazione, l'argomento è andato crescendo di gravità e d'importanza.

Le proposte dei benemeriti promotori si sono fatte più concrete, gl'incoraggiamenti del Governo e dei Corpi morali sono diventati più efficaci, ed i sussidii materiali che sono necessari per mettere in atto quella grande impresa se ancora non sono stati votati dai poteri competenti, pure sono stati affermati da promesse o da affidamenti autorevoli.

La Commissione promotrice di questa Esposizione riconosciuta dal Ministero, dalla Provincia e dal comune di To-

rino che vi nominarono i loro Rappresentanti, diede già atto della sua costituzione, e giova sperare che superato il primo stadio delle proposte entri animosamente nel campo dell'azione.

Le prime deliberazioni di quella Commissione furono cagione di viva soddisfazione per nostro e per vostro riguardo; perchè nella definizione del carattere di questa Esposizione le conclusioni di quell'egregio Consesso hanno collimato con quelle proposte che noi avemmo l'onore di fare alla nostra Società, e che la Società accolse col suo voto.

Questa soddisfazione dell'animo nostro è stato uno sprone a proseguire nei nostri studii; sebbene sembrasse a taluno che di fronte al costituirsi di quella Commissione ufficiale, la nostra opera avesse potuto trovare uno scopo più indicato nel discutere ciò che da essa fosse proposto.

La maggioranza però della Commissione ha creduto di persistere nel concetto primitivo, che animò la Società nel nominarla e che le fu guida dei suoi lavori; vale a dire che la discussione accademica delle condizioni di un'opera che si intende d'intraprendere col sussidio del pubblico denaro, fosse opportuna e proficua fino a quel giorno in cui le somme proposte saranno effettivamente concesse, ed il piano di esecuzione definitivamente stabilito.

Perciò partendo dal concetto omai determinato del carattere di questa Esposizione, nella quale dovranno essere ammessi i prodotti delle altre Nazioni, noi abbiamo proceduto allo studio dei più importanti quesiti che si presentavano, quali erano: la scelta della ubicazione per questa Esposizione; la determinazione dell'area che essa dovrà occupare, ed il carattere dell'edificio da erigere per questo intento.

Questi tre quesiti sono collegati tanto intimamente fra di loro, che sarebbe molto difficile il trovare la soluzione dell'uno senza aver preconcepito quella che agli altri si conviene; e perciò per arrivare alla più confacente soluzione di tutti conviene risalire al concetto generale e sintetico di questa Esposizione che s'intende di promuovere.

Questo concetto generale, questo pensiero direttivo e fondamentale dal quale si debbono derivare le soluzioni dei quesiti che si presentano, si riassume, secondo l'avviso della Commissione, nei seguenti termini:

Inaugurare una nuova Via internazionale aperta per opera del genio e della iniziativa nazionale, con una grande opera adatta ed utile all'Italia in generale ed alla Città di Torino in particolare, la quale sia nello stesso tempo accomodata alla civiltà dei tempi ed al decoro del paese, e proporzionata alle sue peculiari condizioni economiche.

Colla applicazione di questo principio noi abbiamo già risolto il primo quesito, ed abbiamo il convincimento che applicandolo alle altre questioni, ne raccoglieremo del pari le conseguenze che ne derivano.

La determinazione del luogo dove meglio convenga erigere il fabbricato, che dovrà servire alla Esposizione, è stato il soggetto di molte controversie.

I luoghi che sono stati proposti, a nostra cognizione, sono quattro:

La Piazza d'Armi;

I terreni adiacenti al Castello del Valentino;

I prati che sono posti al mezzogiorno della Piazza d'Armi;

E finalmente i terreni che costeggiano lo stradone di Rivoli.

Ma per indicare la scelta che sarebbe, secondo il nostro avviso, migliore, fa d'uopo prima studiare quale sia l'area necessaria per questo Edificio e per le sue adiacenze; e determinare se meglio allo scopo convenga un Edificio permanente, ovvero un fabbricato provvisorio.

Quanto all'area occorrente per l'impianto della Esposizione, la Commissione fino dalle sue prime sedute aveva cercato di determinarne la importanza, rimanendo fra due limiti: quello della Esposizione di Firenze del 1861 che occupò una superficie di metri quadrati 45,000 e quello dell'Esposizione di Parigi del 1867 che occupò una superficie di metri quadrati

155,000; poichè è cosa evidente che la Esposizione in progetto dovrà essere tale da superare la importanza della prima e necessariamente restare al di sotto della seconda.

Il Palazzo pella grande Esposizione di Londra del 1851 copriva un'area di metri quadrati 69,000, e parve che anche dopo 20 anni e dopo tanto progresso di industrie e tanto aumento di relazioni internazionali fosse pure cosa assai lusinghiera per l'Italia risorta a Nazione, di ordinare una Esposizione nella quale potesse offrire agli accorrenti uno spazio uguale a quello che venne offerto allora dalla Inghilterra.

Così fino dai primi nostri studii venne riconosciuto necessario per una Esposizione adatta allo scopo e in armonia coi tempi e colle condizioni del paese, di coprire un'area fra i sessanta ed i settanta mila metri quadrati; alla quale si ritenne indispensabile che andasse unita un'area disponibile almeno eguale, in cui si potessero convenientemente alloggiare tutti i servizi esterni inerenti alla Esposizione e gli annessi necessari per lo sviluppo della parte agraria, la quale fino dai primi studii, con saggio accorgimento, si volle parte necessaria e principale della Esposizione.

Messo così in sodo che per attuare la Esposizione secondo i criterii esposti, occorrerà un edificio che offra una superficie coperta di circa settanta mila metri quadrati; veniva spontaneamente in campo la seconda ricerca, vale a dire se questo Edificio tanto importante dovesse essere permanente o provvisorio.

Intorno a questo quesito, che ha affaticato la mente di molti, la Commissione non è rimasta perplessa.

Sembra che moltissimi ignorino la grande differenza che passa fra il costo di un Edificio permanente e quello di un fabbricato provvisorio; ed è cosa certa che molti altri si pascono di varie e brillanti fantasie intorno ai vantaggi che una città può ricavare da un grande Edificio permanente.

Quando si tratta di erigere un Edificio di questa natura, è necessario di calcolare che tanto più grandi saranno le spese annue per mantenerlo, quanto minore sarà stata la spesa di fabbricazione.

Perciò gli Edificii permanenti o debbono venire costruiti con grande studio di solidità, e quindi costare somme considerevoli, ovvero divengono sorgente annua e perpetua di gravi spese di manutenzione.

Senza entrare in estimazioni minute ed applicando solamente alcuni dati sperimentali che sono nel dominio della pratica, si può affermare che il costo di un Edificio stabile, capace di coprire una superficie, anche di soli 60,000 metri quadrati, si eleverebbe al di sopra di 10 milioni di lire, sia che lo si voglia immaginare composto di un solo piano, sia che lo si progetti a due.

Non può a nostro avviso cadere in discussione il moltiplicare i piani al di là di due, perchè un tale ripiego renderebbe l'edificio in questione meno adatto allo scopo proposto e la spesa di costruzione non diminuirebbe in proporzione per la necessità di mezzi meccanici per l'innalzamento delle materie e le grandi cure che pur bisognerebbe prestare nella costruzione dell'Edificio per assicurare la solidità delle impalcature e dei pavimenti dei piani superiori contro le prove dei gravi carichi che dovrebbero sopportare.

Per queste considerazioni calcolando la spesa di esecuzione necessaria per un edificio permanente, il costo per la stabile occupazione del suolo ed il capitale corrispondente per l'annua manutenzione che occorre per qualsiasi, anche ben costruito fabbricato, si conchiuderà facilmente che un edificio permanente deve rappresentare una spesa che supera il doppio e si approssima al triplo di quella che può occorrere per un analogo fabbricato provvisorio.

E perciò le cose fin qui esposte sarebbero, a nostro avviso, sufficienti per escludere l'idea di una costruzione permanente costosissima, nelle particolari condizioni economiche del nostro paese.

Ma quando anche l'importanza della spesa non trovasse ostacolo nelle ragioni finanziarie, noi abbiamo concordemente opinato che all'impiego di un tanto capitale non fossero per corrispondere vantaggi proporzionati, destinando il vastissimo

edificio a quegli usi di pubblico diletto o di pubblica utilità che molti sono andati patrocinando.

Noi abbiamo esaminato tutte le proposte di cui abbiamo avuto notizia, e ci proponiamo di accennare di volo le nostre opinioni in proposito.

La prima fra le proposte prese in esame, fu quella di conservare l'Edifizio della Esposizione per dedicarlo a grandi spettacoli popolari, che alcuni vorrebbero trasformare quasi in una istituzione patria, rendendone perenne e periodica la ricorrenza.

Senza dimenticare circostanze eccezionali nelle quali grandi spettacoli popolari possono essere stati valido strumento di beneficenza, noi abbiamo creduto che in tesi generale gli spettacoli considerati come istituzione appartengono piuttosto al mondo antico che al mondo moderno.

I circhi ed i teatri eretti a pubbliche spese, *cere publico*, sembrano piuttosto una caratteristica delle epoche di decadenza e di servitù che un indizio di tempi di libertà e di rinascimento.

Perciò la Commissione ha espresso il suo parere contrario a questa proposta ed è passata ad esaminarne un'altra.

Ma nemmeno la formazione di un giardino d'inverno atto alle passeggiate dei pedoni e delle carrozze ha trovato favore presso di lei.

Un lusso di simile natura, ignoto alle maggiori capitali d'Europa, sembrerebbe singolare nella città di Torino, la quale sebbene fra le più settentrionali d'Italia, pure è riscaldata dal nostro splendido sole.

Esclusa la proposta di convertire il palazzo della Esposizione in un Giardino d'inverno, rimaneva conseguentemente fuori di discussione l'altra di accoppiarvi un giardino zoologico municipale colla quale si voleva quasi giustificare e rendere accettabile la prima.

Una istituzione di questa natura, quando non vi soccorressero speciali facilitazioni, sembrò a noi sproporzionata per ora per l'erario del Municipio e poco adatta ai luoghi rela-

tivamente prossimi all'abitato nei quali la Esposizione si progetta. E parve ancora che il volere associare il progetto di un giardino zoologico a quello della Esposizione, ne potesse rendere più gravosa e più difficile l'attuazione, invece di alleggerirne le spese ed agevolarne il successo.

Con questo voto pertanto noi abbiamo chiuso la discussione intorno alle proposte che chiameremmo di lusso, per aprirla sopra le altre che possono sembrare a prima vista utili e positive, fra le quali primeggia l'idea di trasformare il palazzo della Esposizione in un edificio destinato a Docks permanente.

Ma a questo proposito, come negli altri, fa d'uopo riflettere seriamente, in primo luogo che le trasformazioni di un edificio da un uso ad un altro importeranno sempre nuove spese, che in ogni caso converrebbe sommare con quelle incontrate per la prima costruzione; in secondo luogo che il bisogno di subordinare un progetto a due impieghi diversi, è molto facile che lo renda meno atto e meno proprio a servire tanto al primo che al secondo.

Ma poniamo ancora che queste difficoltà vengano superate; altri problemi si presentano che non possiamo qui approfondire perchè sono al di fuori del nostro compito e forse dei nostri studii; ma cui pure conviene di accennare.

Sono essi utili i Docks in una città di terra ferma dopo che le strade ferrate hanno messo in comunicazione diretta i più piccoli villaggi coi più grandi centri?

È cosa prudente il preparare in Torino sessanta mila metri quadrati di nuovi Docks prima di avere constatato la utilità e la insufficienza di quelli che esistono?

Altri hanno proposto di concentrare nell'Edificio che avrà servito pella Esposizione tutti i mercati di sostanze alimentari; altri di creare in questa città un grande mercato di bestiami o di istituire fiere annuali.

Ma contro tutte queste proposte stanno in gran parte le obiezioni sopra numerate, e per giunta esse hanno l'apparenza di essere nate per sostenere la opportunità che un edificio ancora

da costruire sia destinato ad uso permanente, piuttosto che derivare da un bisogno o anche da un desiderio del paese.

Pei mercati di sostanze alimentari, Torino può a buon diritto, vantarsi di essere tra le città che hanno fatto maggiori progressi. E quando valesse la pena di turbare tutte le industrie che a questo commercio si annodano, noi andremmo domandando se non fosse cosa più acconcia di farlo per moltiplicare e decentrare i mercati anzichè per unificarli in una posizione che quantunque prossima in genere all'abitato, sarà pur sempre relativamente eccentrica per gli usi giornalieri delle famiglie.

E neppure abbiamo creduto utile o conveniente la proposta di attirare nella città di Torino i grandi mercati di bestiame, i quali assai male potrebbero alloggiarsi nelle gallerie che avessero servito all'Esposizione.

Da qualche tempo prevale piuttosto l'opinione che simili mercati si debbano allontanare dalle città industri e popolate e sembra che la loro sede più acconcia si trovi piuttosto nei minori centri situati in mezzo ai paesi più fecondi, dove la popolazione si dedica specialmente alle cure della coltivazione, ed ove simili mercati sono andati notevolmente acquistando una crescente importanza.

In simili argomenti è sempre pericoloso il far divergere artificiosamente o violentemente quel corso che hanno preso gli interessi e le abitudini, e perciò noi non abbiamo fatto miglior viso al progetto di coloro che vorrebbero istituire fiere annuali; quando altre fiere secolari e quasi storiche, di cui andavano superbe alcune città italiane sono andate per la forza delle cose e per la maggiore frequenza e facilità delle comunicazioni, cadendo in dissuetudine.

Gli interessi del capitale importantissimo che sarebbe necessario per costruire un edificio di così grande importanza e le spese della sua manutenzione, costituirebbero una annuità passiva di una somma tanto considerevole, quale potrebbe bastare volta per volta ed in ogni caso speciale per provvedere a quelle evenienze svariate, alle quali male si avvierebbe soddisfacendo in modo perenne ad un solo desiderio.

Fra tante e così diverse proposte la Commissione si è arrestata sopra una sola che parve intimamente connessa all'intento, e quasi essere il naturale complemento di quel concetto che aveva suggerito l'Esposizione di cui si tratta.

Questa proposta consiste nel perpetuare i benefici effetti della Esposizione istituendo in Torino una mostra permanente dei prodotti dell'arte e dell'industria.

Questa città, destinata dalla sua posizione geografica e dai mezzi di comunicazione che si stanno per inaugurare, a divenire un luogo di sosta dei viaggiatori che traverseranno le Alpi, può aspirare a diventare una piazza di scambi fra i prodotti nazionali ed i prodotti esteri, e perciò potrebbe qui prosperare l'istituzione di una mostra permanente.

Ma per questo scopo non abbisogna certo un locale sterminato, e soprattutto sembra opportuno un edificio che non si trovi ad un estremo della Città, perchè il forestiere lo trovi facilmente e sia condotto a visitarlo, come si visitano d'ordinario i Musei e le Gallerie. Perciò nemmeno questa proposta, che parve degna di qualche considerazione, non ci indusse a consigliare lo stabilire un edificio apposito, rendendo permanente in tutto o in parte l'Edificio per la Esposizione; e fu ritenuto che meglio avrebbe potuto essere acconcio all'intento qualcuno dei pubblici edifici, che non iscarsaggiano certo in questa Città.

Su questo argomento noi ci proponiamo di ritornare nel corso di questa relazione, mentre intanto per non ismarrirci per via, veniamo all'esame del terzo fra i quesiti principali, vale a dire alla scelta che a noi sembrò più adatta pel luogo di questa Esposizione.

Come abbiamo già notato, i luoghi che fino ad ora furono proposti, sono quattro, ma poche parole basteranno per eliminarne due ed arrestarne la discussione sui rimanenti.

Se il desiderio di animare i quartieri di Porta Susa e la nuova Piazza dello Statuto può avere fatto nascere la proposta di collocare la Esposizione sui terreni che costeggiano lo stradale di Rivoli, questa proposta non ha trovato

eco nella pubblica opinione, e perciò la Commissione non ha creduto di dedicarvi studii speciali.

I prati che sono a mezzo giorno della Piazza d'Armi non offrono, a nostro avviso, una soluzione molto diversa da quella della Piazza d'Armi medesima; e perciò riservando al fine di esaminare quelle speciali ragioni che possono accamparsi per questa ubicazione, la Commissione intese di lasciarla in disparte per arrivare alla formola dilemmatica semplice, quale fu proposta dal paese stesso a sè medesimo e quale noi la proponemmo ai nostri studii.

La Piazza d'Armi e le sue adiacenze, ovvero i terreni lungo Po presso il Castello del Valentino, ecco i due siti che vengono rispettivamente suggeriti; e sulla scelta di uno di questi si divide finora la pubblica opinione.

La vostra Commissione, o Signori, pronunciò il suo parere, favorevole per la Piazza d'Armi.

La Commissione espresse questa opinione nella seduta del 23 luglio ultimo scorso e da quel giorno in poi la discussione pubblica e i grandi lavori municipali per provvedere allo scolo facile di quella località, hanno maturato la questione in guisa che ormai si può crederla risolta in questo senso.

Perciò esponendo gli argomenti che guidarono la nostra scelta, cercheremo di tenerci alla maggior concisione.

Fissato nella nostra mente che l'Edifizio per l'Esposizione dovesse essere provvisorio, parve in primo luogo che la Piazza d'Armi rispondesse al bisogno della economia, perchè per un uso temporaneo se ne potrebbe ottenere di leggeri il godimento gratuito fra i favori che si aspettano dallo Stato.

Al Valentino vi sono bensì terreni di ragione comunale che offrirebbero lo stesso vantaggio; ma questi occupano una superficie assai inferiore ai quattordici ettari desiderati.

Per mettere insieme una superficie tanto estesa lungo il Po, presso il Valentino, sarebbe necessario d'occupare quella piccola Valle che si trova al di là del Pallamaglio e per tal modo aumentare gli svantaggi che derivano dall'eccentricità

di quella posizione e le spese relative, perchè quei terreni sono di privata proprietà e stimati di altissimo prezzo.

La distanza dal centro della Città è più che doppia per i terreni del Pallamaglio di quello che sia per la Piazza d'Armi, poichè quella prima località si trova essere distante di due chilometri dal centro di Torino figurandolo nella Piazza San Carlo, mentre questa seconda non ne dista nemmeno di uno.

Se milita in favore della Piazza d'Armi la facilità degli accessi dalla Città, più ancora sta in favore di questa l'opportunità degli accessi dalle ferrovie.

La Piazza d'Armi collocata in mezzo alle due stazioni della Città ed abbracciata dalla ferrovia di circonvallazione che le congiunge, si trova al livello delle medesime e tanto vicina che nel tratto di fronte al Carcere Penitenziario si potranno diramare binarii a piana-terra, i quali scorrendo per brevissimi tratti di uno o due cento metri in terreni privati, giungeranno in Piazza d'Armi a congiungersi colla rete dei binarii pel servizio interno della Esposizione.

Invece per accedere dalla ferrovia al Pallamaglio, farebbe d'uopo di costruire un chilometro almeno di ferrovia sopra terreni suburbani e fra case di difficile e costoso acquisto. La pendenza di questa ferrovia sarebbe assai considerevole per il dislivello che passa fra la Stazione di Porta Nuova e quei terreni.

Fu messa in campo da molti in favore del Pallamaglio la situazione pittoresca del luogo; la accidentalità di quel terreno che si può prestare alla svariata vaghezza degli annessi e finalmente la vicinanza del gran fiume sul quale si volle immaginare possibile una Esposizione navale e che, si disse, potere anche fornire una forza motrice considerevole.

Non ci fermeremo molto a parlare dell'amenità del sito, la quale è certamente singolare, tanto da non isfuggire all'osservazione dei visitatori dell'Esposizione; ma ci sembra che quest'argomento per la scelta del luogo non abbia grande importanza, massime che si tratta di contrapporvene un altro che non è senza attrattive di tal natura. Poichè se il Palla-

maglio gode specialmente della vista delle ridenti colline, la Piazza d'Armi offre meglio all'osservatore il prospetto severo della cerchia delle Alpi e a doppia e varia scena rende in diverso modo, particolarmente ameni tutti i dintorni di questa Città.

Ma quella accidentalità di terreno, la quale formerebbe l'ornamento di un parco o di un giardino, non è da noverarsi per un vantaggio, per una Esposizione, dove le fabbriche sono l'oggetto precipuo, e dove invece la regolarità del terreno sembra un vantaggio positivo.

E nemmeno bisogna credere che il Po scorrendo presso quei terreni sia per giovare gran fatto alla Esposizione, perchè le nebbie, i miasmi e la umidità che ne derivano non sono compensate dall'aspetto leggiadro di un lago tranquillo, che ha assunto dopo le recenti opere che sono state eseguite nel suo corso e lungo le sue sponde.

Una Esposizione navale sul Po potrà essere una esposizione di battelli di piacere o di barche ed arnesi da pesca, quale si potrebbe ottenere in un lago artificiale e non altro; poichè non si potrebbe concepire una Esposizione di navi in un fiume non navigabile, quale è il Po nelle vicinanze di Torino.

Nè le sue acque scorrenti tranquille nel loro letto possono fornire quella forza motrice che alcuni hanno sperato di poter godere a così buon mercato.

Per ottenere dal Po una forza motrice importante sarebbe necessaria una derivazione di acqua superiore di qualche chilometro alla Città, e quindi un canale ed un complesso di opere idrauliche, che importerebbero una rilevantissima spesa, che sarebbe per ora assolutamente inopportuna quando la Città di Torino ha già provveduto ad altre derivazioni di acque per quegli intenti che voleva raggiungere.

Queste sono le ragioni che ci hanno convinto, la posizione prossima del Valentino essere meno opportuna, più incomoda e più costosa di quella di Piazza d'Armi, ed essere illusorii alcuni vantaggi, che se ne speravano da molti.

E le ragioni medesime persuasero la Commissione, che quando non venisse concessa la occupazione temporanea e gratuita della Piazza d'Armi, sarebbe opportuno far cadere la scelta sui prossimi prati della Crocetta, i quali godono quasi al pari della Piazza medesima degli enumerati pregi, meno quello di offrire la occupazione gratuita; il che non muta sostanzialmente la questione, trattandosi di occupazione temporanea.

Nel corso dello studio di questi tre primi problemi sono andate sorgendo nel seno della Commissione alcune idee ed alcune proposte, di cui non si sarebbe potuto tener discorso finora, per non isviare la vostra attenzione dalle ragioni che ci guidarono nella soluzione dei tre principali quesiti sopra esposti.

Queste idee e queste proposte però debbono trovare qui il loro luogo, tanto per mostrare a Voi, tutti gli aspetti sotto i quali è stata studiata la questione, quanto perchè sieno conosciute e discusse, per caso che qualcuno vi trovasse materia di utile applicazione.

Molti hanno domandato se fosse veramente necessario che qualunque Esposizione venga situata esclusivamente in un solo luogo ed in un solo ed apposito Edificio.

Già nel discutere della natura del fabbricato, noi vi abbiamo fatto presentire che quando lo si fosse potuto attuare senza offesa alle ragioni di una sana economia il pensiero di consacrare un Edificio stabile ad una Esposizione permanente; quel pensiero avrebbe avuto il nostro suffragio.

Così pure nel combattere le ragioni che si pongono avanti in favore dei terreni prossimi al Valentino, noi abbiamo dovuto riconoscere alcune speciali attezze di quel sito.

Queste ragioni fecero nascere una proposta complessa, la quale avrebbe, a nostro avviso, il merito di conciliare molte aspirazioni e molti interessi e di vivificare in diverso modo le diverse parti della Città nella occasione della Esposizione.

Per intendere questa proposta, bisogna immaginare l'Esposizione divisa in tre parti e situata in tre luoghi distinti.

Una Esposizione artistica, senza la quale non si saprebbe concepire Esposizione in Italia, potrebbe venire aperta nella splendida sede del Palazzo Carignano, quando il Municipio Torinese volesse consacrarlo a questo scopo transitorio e a quello stabile di palazzo della Esposizione permanente della Industria Nazionale.

Con questo programma quel ricco e vasto Edificio potrebbe essere condotto a termine con un concetto definito, e mentre nello stato attuale delle cose esso sembra un aggravio dell'Erario Municipale, potrebbe divenirne invece un sollievo, costituendo una parte integrante del sussidio municipale per la Esposizione, rendendo minore l'importanza del fabbricato provvisorio da erigere di almeno metri quadrati 10,000 di area coperta, e finalmente inaugurando la sede di una istituzione, i cui vantaggi ridonderebbero a profitto generale della Nazione e peculiare della Città.

Se questo Edificio fosse terminato in questo intento, e supponendo coperto a cristalli il vasto cortile, si avrebbe al primo ed al secondo piano un'area disponibile di circa metri quadrati 7,000, senza toccare alla storica Sala del Parlamento Subalpino, nella quale però potrebbero aver luogo cerimonie solenni, quali sono la inaugurazione della Esposizione o le distribuzioni dei premii.

Negli ammezzati e nei piani superiori potrebbero convenientemente alloggiarsi uffici e servizi necessari.

Questo fabbricato dopo la Esposizione, diverrebbe la sede di una mostra permanente dei prodotti Nazionali, intorno alla quale potrebbe sorgere una utilissima istituzione diretta a favorire gli scambi coi prodotti esteri, della quale altra città ha già dato l'utile esempio.

Un'altra interessantissima Esposizione, e quella appunto che abbisogna di maggiore spazio e di più numerosi annessi, vale a dire la Esposizione agricola, orticola e floreale potrebbe essere collocata nei terreni presso il Valentino.

Là in apposite tettoie, potrebbero esser schierate le macchine agricole; là sorgere eleganti padiglioni per la Esposi-

zione di fiori e di frutti; là finalmente potrebbero elevarsi tettoie per le stalle, dove fossero esposti animali domestici di ogni specie, fra quelli che servono alla agricoltura ed alla alimentazione.

I vicini terreni Municipali si presterebbero per far esperienze di molte macchine agricole, e le acque del Po, che abbiamo dimostrato non poter servire, nè per una Esposizione navale, che si deve comporre di grandi galleggianti, nè per forza motrice, potrebbero benissimo sostenere piccole barche, ed offrire il campo ad esperienze per alcune macchine idrauliche, ed alla Esposizione di molte cose che riguardano l'industria della pesca.

Il prossimo castello del Valentino, altro monumento storico della Città di Torino, aumenterebbe colla sua vicinanza il decoro ed il comodo di questa Esposizione, e le ricchissime collezioni, che furono, per opera di illustri e benemeriti Personaggi, accumulate nelle sale di quel Palazzo, arricchirebbero la mostra Nazionale senza essere mutate dal loro posto.

Questa seconda Esposizione, limitata ai terreni municipali e colle leggiere costruzioni che convengono a questo intento, diminuirebbero il bisogno di area coperta per la Esposizione industriale di altri metri quadrati 20,000 almeno; e quando si verificassero quelle speciali contingenze e quelle straordinarie facilitazioni senza le quali non sembra probabile che possa sorgere in questa Città un istituto Zoologico, quale da molti si desidera; quel luogo e quel genere di costruzioni sembrerebbero singolarmente adatte allo intento.

La terza Esposizione, la Esposizione propriamente detta Industriale, sorgerebbe nella Piazza d'Armi in un Palazzo provvisorio che potrebbe coprire un'area di soli trentasei a quaranta mila metri quadrati; ed è facile immaginare che in questa ipotesi, tutto il lunghissimo Corso del Re, il giardino ed i viali del Valentino diventerebbero sede comodissima di annessi alla triplice Esposizione e presenterebbero l'aspetto festoso di una grande fiera, in cui potrebbero trovar posto

tanti e tanti prodotti che non meriterebbero di essere accolti nei luoghi destinati alle Esposizioni artistica, agricola e industriale.

E qui, o Signori, il nostro compito sembrerebbe esaurito; i quattro problemi principali che alla progettata Esposizione si riferiscono furono posati, studiati, e venne esposta quella soluzione che a noi parve migliore.

Il carattere dominante della Esposizione venne, secondo il nostro avviso, indicato: e in conseguenza di quello, fu motivato il nostro parere intorno alla estensione, alla natura ed alla località che all'Esposizione dovrà essere destinata.

Se negli studii e nelle discussioni che ebbero luogo su questi argomenti sorsero altre questioni sulla distribuzione della materia, sulla classificazione dei prodotti o sopra altri soggetti di egual natura, noi abbiamo stimato che fosse cosa troppo grave e forse intempestiva ed estranea al nostro mandato, il trattarne.

Le questioni urgenti, cui dovevano essere limitati i nostri lavori, sembrarono di preferenza quelle che è necessario vengano risolte prima che l'Esposizione passi dal campo delle aspirazioni a quello dei fatti, e perchè avvenga questo fortunato passaggio.

Quando la Esposizione sarà ufficialmente bandita; quando i Corpi deliberanti avranno cooperato coi loro voti alla costituzione del capitale necessario; quando la Commissione promotrice avrà preso il posto di Commissione Direttrice, allora quei nuovi problemi si potranno considerare come maturi, e sarà aperto un nuovo e vastissimo campo ad altri studii, ad altre proposte e ad altre discussioni per illuminare la pubblica opinione sopra un'impresa di tanto momento.

Quanto a noi, crediamo di avere esaurito il soggetto con questa seconda Relazione che presentiamo ai vostri suffragi, e nella quale ci proponiamo solo di esaminare un'altra questione.

Fino dal principio dei nostri lavori, noi abbiamo presentato il bisogno di limitare l'accorrenza degli Espositori e la

presentazione di oggetti da esporre, in primo luogo perchè la Esposizione fosse contenuta nei limiti che convengono ai mezzi finanziari che saranno da disporre; in secondo luogo per escludere nello stesso scopo e pel decoro della Esposizione una colluvie di materie e di oggetti di poco o nessun pregio o valore, che ingombrano inutilmente lo spazio, e sono causa di danno ai migliori prodotti ed alle più importanti materie, occupando e distraendo gli occhi e la mente dei visitatori.

Parvero insufficienti allo scopo alcuni espedienti genericamente indicati, e sebbene la limitazione dell'area da occuparsi limitasse necessariamente il posto disponibile, si volle cercare un mezzo più efficace e diretto che servisse allo intento.

Respinta l'idea di Comitati di ammissione, che l'esperienza ha condannato, parve a qualcuno dei nostri colleghi che ne fece proposta nella nostra seduta del 30 giugno 1869, che lo stabilire una tassa sulla superficie che ciaschedun espositore sarà per occupare potesse essere espediente atto a risolvere la questione che si agitava.

Una tassa di occupazione sarebbe divenuta altresì una sorgente di utili, la quale avrebbe potuto essere sfruttata con vantaggio per accrescere le risorse che sono necessarie perchè la Esposizione possa aver luogo.

Perciò la proposta venne nella stessa seduta dichiarata dalla Commissione come degna di essere accettata in principio.

Ma sorsero poi molte osservazioni intorno ai particolari. Dovrà questa tassa essere universale, ovvero dovrà colpire solamente gli espositori stranieri? Dovrà essere costante per ogni metro quadrato, ovvero dovrà variare secondo le diverse classi di materie e di prodotti? Dovrà infine essere grave o leggiera, diretta od indiretta?

Queste questioni e molte altre si affacciano sempre ogni qual volta si parla di una tassa da istituire, e variano le soluzioni proposte col variare dei luoghi, dei tempi ed anche delle opinioni economiche prevalenti.

Perciò noi, giunti al termine del nostro lavoro, non intendiamo di approfondire queste ricerche e ci limitiamo piuttosto ad esprimervi le nostre impressioni.

Se voi rammentate, o Signori, quei principii che ci hanno guidati nella determinazione del carattere della Esposizione che furono da voi e dalla pubblica opinione confermati, voi ne dedurrete facilmente che a noi doveva parere meno opportuno il fare una differenza fra gli espositori nazionali e gli espositori stranieri.

Da questa opinione non ci ha rimosso l'argomento che gli espositori nazionali concorrono come contribuenti nelle spese della Esposizione.

Se noi facciamo il confronto fra il numero degli Espositori probabili, e che vogliamo elevarlo fino a dieci od anche a venti mila, troviamo sempre una enorme sproporzione fra il loro numero e quello dei contribuenti, i quali, fatta ragione delle contribuzioni dirette ed indirette, eguagliano il numero degli abitanti del paese.

Questa tassa pertanto, a nostro avviso, dovrebbe essere regolata per una tariffa universale comune, per i nazionali e per gli stranieri.

Sembra però che non dovrebbe essere una tassa costante per metro quadrato, e perciò ci siamo serviti della parola tariffa; perchè la tassa dovrebbe, a ragione di giustizia, essere inversamente proporzionale alla quantità di metri quadrati occorrenti a ciascuna classe di materie, di prodotti e di espositori.

In questo caso farebbero, a nostro avviso, buona prova le tariffe differenziali, di cui si potrebbe in tale occasione fare una grande esperienza.

Interessando poi in un modo singolare al paese la riuscita della Esposizione, questa tassa, nel nostro concetto, dovrebbe essere leggera piuttosto che grave, perchè in generale le tasse leggere sono più facilmente pagate e rendono maggiori profitti, e perchè in ogni caso sembrerebbe minor danno la realizzazione di un prodotto più piccolo che il creare un osta-

colo alla buona riuscita della Esposizione colla gravezza del prezzo delle aree da occupare.

Un altro argomento per desiderare che la tassa diretta sia lieve ci parve che derivasse dalla opportunità di imporre agli espositori un'altra tassa indiretta, vale a dire la spesa delle relative installazioni.

Questo modo di tassazione che fece buona prova a Parigi nella Esposizione del 1867 meriterebbe di essere adottato, perchè diminuendo la spesa di primo impianto, scioglie la Direzione da molte e gravi responsabilità e provvede meglio alla particolare soddisfazione degli Espositori.

Resterebbe però il vivo desiderio, che nel progetto e nella distribuzione interna dell'Edifizio fosse adottato un riparto generale, regolare e simmetrico, nel quale campeggi chiaro e spiccato e predomini il concetto generale dell'Architetto, rimanendo ai singoli espositori la libertà di variare e di disporre a loro modo la peculiare disposizione degli oggetti esposti, infra prefissi limiti di forma e di spazio.

Un'altra considerazione che suggerisce di non pesare soverchiamente colla tassa di occupazione specialmente sugli espositori di macchine, è quella della spesa che essi dovranno sopportare per la forza motrice che sarà necessaria per animarle.

La Direzione della Esposizione non potrebbe sopportare quest'onere, quantunque non grave, senza pericolo di non soddisfare alle esigenze degli espositori e senza caricarsi delle brighe di una azienda difficile e complicata.

Al contrario, gli Espositori potranno di leggeri sopperirvi del proprio quando non sieno colpiti che in modo assai leggero dalla tassa di occupazione.

La determinazione dell'epoca precisa nella quale l'Esposizione potrà venire inaugurata ci è sembrato per ultimo un argomento degno della vostra attenzione.

Finora tutti i documenti che sono stati pubblicati su questo argomento, hanno accennato all'anno 1872.

Ma noi ci siamo domandati se la coincidenza precisa del-

l'apertura della ferrovia attraverso alla Galleria del Moncenisio e della Esposizione dovesse essere considerata come necessaria; oppure se non fosse miglior consiglio l'evitarla; protraendo l'Esposizione a quel tempo in cui la ferrovia non sia solamente aperta, ma abbia preso quel grande avviamento di traffico e raggiunta quella perfetta regolarità di servizio che d'ordinario non si ottiene che alcuni mesi dopo l'apertura delle ferrovie, quando l'esperienza ha già fornito i suoi preziosi suggerimenti e quando i mezzi di azione sono divenuti proporzionati al movimento.

Perciò noi abbiamo creduto che potesse essere opportuno il suggerimento di coordinare l'apertura dell'Esposizione coll'apertura dell'esercizio della ferrovia attraverso le Alpi, in modo che la ferrovia fosse in grado di rendere all'Esposizione i più grandi servizii occorrenti e di ricavarne i maggiori vantaggi per l'avviamento del commercio, in guisa che questi due splendidi avvenimenti riverberassero l'uno sull'altro il maggiore vantaggio.

Ormai non vi dovrebbero più essere incertezze intorno all'epoca dell'apertura della ferrovia Alpina e in conseguenza non dovrebbe essere difficile lo studio dell'epoca in cui l'Esposizione potrebbe essere aperta; e noi siamo d'avviso che sia cosa di suprema importanza che questo tempo sia definito e bandito al più presto.

La proclamazione solenne che l'Esposizione avrà luogo, e la determinazione delle sue condizioni principali e la definizione del tempo in cui dovrà essere inaugurata, risveglieranno certamente l'operosità nazionale dandole uno stimolo potente ed una splendida e certa meta.

Facendo pertanto plauso a tutto ciò che può e deve servire a risvegliare l'attività nazionale, noi facciamo voti perchè possano sollecitamente venire rimossi tutti gli ostacoli e definite tutte le incertezze intorno a questa grande intrapresa.

Questi sono, o Signori, i risultamenti di quegli studii che

voi ci avete commesso. Noi vi abbiamo esposto le nostre opinioni ed i nostri desiderii, ma questi rimarrebbero sterili a quelle inefficaci quando voi non veniste ad avvalorare e a convalidare l'opera nostra col vostro autorevole suffragio.

Torino, 6 dicembre 1869.

Il Relatore

Firm. Ing. LUIGI GALLI.

Adunanza 10 dicembre 1869

ORDINE DEL GIORNO

Discussione della 2^a Relazione della Commissione incaricata di proporre alla discussione i principali quesiti intorno all'argomento: Esposizione Industriale del 1872.

Lettura del Socio Regis.

Presidenza SPURGAZZI.

Presenti N. 21 Soci effettivi.

» 4 » aggregati.

1. L'adunanza è aperta colla lettura ed approvazione del processo verbale della seduta antecedente. Il Segretario legge l'Elenco dei doni pervenuti alla Società dopo l'ultima riunione.

2. Si passa alla votazione segreta pei Socii proposti nell'ultima adunanza e vengono ammessi come Socii effettivi residenti i Signori:

CALLERIO cav. Gerolamo Ingegnere capo governativo
per la Provincia di Torino;

POLLA Martino Direttore proprietario di fonderia.

3. Il Presidente prendendo occasione della presenza a quest'adunanza del Socio Ing. Casana rammenta come si debba alla sua cortesia ed all'interesse sentito per questa Società l'aver egli presentato durante la sua dimora in Londra gli Atti della nostra Società all'*Institution of Civil Engineers*, ottenendone il cambio, e glie ne esprime intanto i suoi ringraziamenti. L'adunanza si associa al Presidente nel ringraziare l'Ing. Casana e delibera che se ne faccia cenno nel processo verbale.

4. Si dà comunicazione dell'invito diretto dal signor Sindaco di Torino a questa Società affinchè voglia esprimere il suo parere sopra un nuovo sistema di cilindro compressore della ghiaia, proposto dal sig. cav. Pecco. Aggiunge che il Comitato lieto di una tale dimostrazione verso la Società e nel desiderio di corrispondere nel miglior modo all'invito del Sindaco ha nominata una Commissione coll'incarico di prendere ad esame questo sistema e riferirne in proposito, invitando a farne parte i Soci Ingegneri Berruti, Delfino e Mondino.

5. L'ordine del giorno portando la discussione della seconda relazione della Commissione per l'Esposizione Industriale del 1872, il Presidente, accenna prima alle circostanze per le quali alcuni Membri di quella Commissione sono impediti di intervenire all'adunanza e notando poi con rincrescimento l'assenza di quasi tutti gli altri, espone in brevi parole le principali questioni trattate dalla Commissione nella sua seconda Relazione, sulla quale poscia dichiara aperta la discussione.

Dopo poche osservazioni sulle conclusioni della Commissione relative alla superficie occorrente per l'impianto dell'Esposizione, alla natura del relativo Edificio da costruirsi ed alla scelta della località più opportuna per collocarlo, queste vengono approvate a grande maggioranza.

Si viene allora alla discussione sul modo e condizioni di concessione dell'area da occuparsi dagli Espositori.

Il Socio Govi crede che pella progettata Esposizione si

debba cercar modo di favorire il concorso degli Espositori che sono ad un tempo produttori, e teme che la tassa proposta dalla Commissione possa far difficoltà all'intervento di alcuni di essi. Egli ritiene che il prodotto che se ne potrebbe ricavare non sarebbe forse di sufficiente importanza, a fronte della difficoltà che opporrebbe, propone perciò che sia concesso gratuitamente ad ogni Espositore uno spazio minimo da desumersi in base ai dati e criterii ricavati dalle precedenti Esposizioni. Questo spazio sarebbe stabilito per ognuna delle varie categorie d'industrie ed ogni Espositore potrebbe avere ad un prezzo a fissarsi per metro quadrato quel maggior spazio che intendesse di occupare. La spesa di installazione e di ornamento delle singole mostre si dovrebbe lasciare a carico degli Esponenti.

Il prof. Curioni concorre nell'idea emessa dal Socio Govi di favorire il concorso degli Espositori produttori, e si associa pure al medesimo nel modo proposto per agevolare questo concorso.

L'Ing. Spezia convenendo sulla prima idea espressa, crede che lo scopo prefisso si potrebbe ottenere facilmente qualora si ponesse come condizione di ammissione o non all'Esposizione l'essere i concorrenti produttori.

L'Ing. Petiti invece ritiene che si debba in massima cercare di favorire il concorso di Espositori sieno poi essi produttori o non, purchè l'Esposizione raggiunga lo scopo, di fare conoscere lo stato delle industrie del paese e quali perfezionamenti vi si potrebbero utilmente arrecare.

Il Presidente concorre nell'idea espressa dall'Ingegnere Petiti ed osservando come nelle attuali circostanze non si potrebbe sperare dal Governo un concorso molto efficace nelle spese dell'Esposizione crede che si debba invece cercare di ricavare dall'Esposizione stessa una parte dei fondi necessari per sopperire alle spese dell'Edificio, egli si associa completamente al sistema delle tariffe proposto dalla Commissione che ritiene sotto ogni rapporto il migliore e più atto ad eliminare ogni reclamo nella distribuzione dei locali.

Alcuni Socii ritornando alla proposta Govi, osservano come a parere loro la distribuzione della superficie limite minimo da concedersi gratuitamente ad ogni Espositore sarebbe assai difficile dipendendo essa da elementi assai incerti per loro natura.

Risponde il prof. Govi che dal criterio che si è potuto formare alle grandi Esposizioni a cui ha assistito, crede che coll'aiuto degli elementi forniti dalle medesime si potranno ricavare con sufficiente precisione i dati ricercati.

Il Presidente invita allora quei Socii che hanno preso parte a questa discussione a voler formulare le loro proposte in un ordine del giorno.

Dal Socio prof. Govi viene allora presentato il seguente :

« Lo spazio minimo da occuparsi dai rappresentanti delle
 « diverse industrie si può facilmente desumere dalle Espo-
 « sizioni precedenti. Questo spazio una volta stabilito per
 « ogni categoria d'industria dovrebbe darsi *gratis* agli
 « Espositori ed esigere da loro una somma da determinarsi
 « per ogni metro quadrato in più dello spazio limite che
 « essi volessero occupare.

« La spesa d'installazione e di ornamento delle singole
 « Mostre dovrebbe rimanere a carico degli Espositori, pro-
 « curando però di facilitare i loro rapporti cogli operai del
 « paese. »

Si procede alla votazione su quest'ordine del giorno e viene approvato. — Si viene quindi alla votazione per la stampa negli Atti della seconda Relazione della Commissione che è pure approvata, si delibera anzi che copia delle due Relazioni della medesima sia inviata ai Membri del Consiglio Comunale e Provinciale davanti ai quali la questione deve essere trattata.

Il Socio Sobrero esprime il desiderio che la Società abbia ad occuparsi in una delle sue adunanze della questione del mercato del bestiame che il Municipio intende di costruire. Risponde il Presidente che questo argomento potrebbe benissimo formare oggetto di discussione nel seno della So-

cietà; ma che sarebbe perciò necessario che alcuno dei Socii le fornisse gli elementi opportuni, ed invita il Socio proponente a farlo.

In fine a compiere l'ordine del giorno rimarrebbe la lettura del Socio Ing. Regis, ma stante l'ora tarda questa si deve rimandare sino alla prossima adunanza che viene fissata per giovedì 16 corrente ore 8 sera e l'adunanza è sciolta.

Il V. Presidente

A. PEYRON.

Il Segretario

PULCIANO.

Adunanza 16 dicembre 1869

ORDINE DEL GIORNO:

Lettura del socio Regis;

*Votazione sulla domanda per la stampa negli Atti della lettura
Porro in occasione della presentazione del Cleps Ciclo;*

*Relazione della Commissione incaricata di esaminare il bilancio
presuntivo pel 1870.*

Presidenza PEYRON

Presenti 24 soci effettivi,

2 aggregati.

1. Aperta la seduta, si dà lettura del Processo Verbale dell'Adunanza antecedente il quale viene approvato. Il Segretario legge l'elenco dei doni pervenuti alla Società dopo l'ultima riunione.

2. Il socio Ingegnere Regis presenta alla Società le sue Tavole grafiche a doppio argomento rappresentanti le relazioni che si possono ritenere esistere fra i diversi elementi che si considerano nel movimento dell'acqua per canali o fiumi. — Premesse alcune notizie storiche relative alle tavole grafiche a doppio argomento, spiega quali sieno i problemi che si possono risolvere con queste Tavole, ed il modo di servirsene.

Il Presidente ringrazia l'autore della comunicazione di queste Tavole che non dubita sieno per essere molto utili nella pratica e aggiunge che trattandosi di materia la quale richiede di essere prima studiata, sarà bene di ritardarne la discussione alla prossima Adunanza.

Il Prof. Govi si associa al Presidente nell'encomiare il lavoro dell'Ingegnere Regis e poichè l'autore ha toccato anche la parte storica di questo argomento, gli chiede se conosca quelle del Lalanne il quale per la prima volta si servì di questo genere di tavole per la rappresentazione di fenomeni meteorologici. Aggiunge che lo stesso Lalanne pubblicò in seguito una tavola di questo genere, la quale serve molto comodamente ai calcoli aritmetici e logaritmici. L'autore esprime i suoi ringraziamenti al Prof. Govi per la comunicazione di tale notizia la quale non era a sua conoscenza.

Il Prof. Cavallero facendo plauso egli pure al lavoro dell'Ingegnere Regis, aggiunge che possedendo alcune copie della tavola calcolatrice del Lalanne, accennata dal Prof. Govi, è lieto di poterne offerire una all'autore della memoria.

3. Il Presidente annuncia che venne presentata una domanda per la stampa negli atti della Società della lettura fatta dal socio Onorario Porro la sera del 18 febbraio 1869.

Osserva come tale lettura essendo stata fatta non in una Adunanza generale, ma in una conferenza appositamente fissata, non si trovano a questo riguardo disposizioni del regolamento, tuttavia crede di entrare nello spirito di esso, proponendo che tale memoria rimanga esposta nella sala di lettura fino alla prossima adunanza nella quale si venga poi alla votazione. — Messa ai voti tale proposta è approvata a grande maggioranza.

Il Socio Ferrante riferisce a nome della Commissione incaricata dell'esame del bilancio presuntivo pel 1870.

La Commissione propone l'approvazione senza riserva della parte attiva, notando anzi il buon risulamento ottenuto col sistema adottato dell'esazione delle quote dei socii a domicilio per mezzo del commesso della Società.

Riguardo alla parte passiva crede di interpretare il desiderio esternato da parecchi fra i socii, che sia aumentata la collezione dei periodici ai quali si ha l'abbonamento e propone l'aumento di lire 500 nella relativa categoria, di lire 100 nella categoria acquisto di libri, osserva poi che

coll'accrescersi della biblioteca è pure utile l'accrescere la somma portata per la categoria legatura di libri, per la quale propone un aumento di lire 100 da dedursi in corrispondenza nella categoria illuminazione e riscaldamento. Aggiunge che la proposta riduzione è giustificata dal confronto delle spese effettive incontratesi nel corrente anno. — Infine propone un aumento di lire 50 per le spese casuali.

L'assemblea fa plauso a questa relazione e viene posto ai voti il progetto del bilancio colle modificazioni proposte dalla Commissione. Esso è approvato a grande maggioranza e l'adunanza si scioglie.

Il V. Presidente

A. PEYRON.

Il Segretario

PULCIANO.

Bilancio presuntivo per l'anno 1870

Attivo.

Parte ordinaria

1. Annualità di 82 Soci effettivi residenti . . .	3200	}	
2. « 18 « « non residenti . . .	540		
3. « 10 « aggregati	200		
			3940,

Parte straordinaria

1. Tasse d'Ingresso di nuovi Soci residenti . . .	100	}	
2. Annualità di nuovi Soci	200		
Residui Attivi del 1869 a calcolo	1800		
Fondo in Cassa al 27 novembre	3809,22		
Totale Attivo	L. 9849,22		

Passivo.

Parte ordinaria

1. Manutenzione del Locale e Mobilio	150	}	
2. Illuminazione e riscaldamento	400		
3. Stipendio al Commesso	500		
4. Cancelleria e legatura di libri	300		
5. Abbonamenti a Periodici	1500		
6. Pubblicazioni	2000		
			4850

Parte straordinaria

1. Acquisto di libri	400	}	
2. Casuali, indennità	150		
3. Residui Passivi a calcolo	1800		
Totale Passivo	L. 7200		
Avanzo a pareggio	« 2649,22		
Pari all'Attivo	L. 9849,22		

TAVOLE GRAFICHE A DUE ARGOMENTI

FATTE

SULLE FORMOLE di DARCY e BAZIN, di PRONY e di EYTELWEIN

RELATIVE

al movimento uniforme dell'acqua in un canale od in un fiume

(Memoria letta ed approvata per la stampa negli Atti nelle adunanze
16 dicembre 1869 e 1° febbraio 1870).

I.

Considerazioni generali sulle tavole grafiche a doppio argomento.

1. Le tavole numeriche possono dividersi in due classi principali, cioè a semplice entrata e a doppia entrata; fra le prime cito le tavole dei logaritmi, appartiene alla seconda classe la tavola Pitagorica. Le prime sono formate ordinariamente a due colonne, e danno i valori di una funzione di una sola variabile, corrispondente ai valori che si vogliono attribuire alla variabile, nelle seconde si hanno due variabili, o due argomenti, i cui valori possono prendersi arbitrariamente, e si considera una terza quantità variabile, funzione delle prime due; nella tavola Pitagorica i due argomenti sono i due fattori, ed il loro prodotto è la terza variabile funzione dei due fattori.

2. Alle tavole numeriche possono sostituirsi, soventi volte con vantaggio, delle tavole grafiche. In una tavola grafica ad un solo argomento vedesi disegnata una curva, le cui ordinate rappresentano i valori della funzione, e le ascisse quelli della variabile che si fa variare arbitrariamente. Esempi di simili disegni s'incontrano frequentemente nelle scienze matematiche e nelle loro applicazioni.

Ne abbiamo anche un esempio in una tavola che pubblica annualmente la Camera di Commercio di Torino, rappresentante le variazioni dei valori della Rendita Italiana.

3. Nelle tavole grafiche a due argomenti le tre variabili si considerano come le coordinate dei varii punti di una superficie, la cui equazione sia quella relazione che lega fra di loro le tre variabili. Si stabiliscono in disegno due assi per le due coordinate che formano i due argomenti della tavola, e si rappresenta la superficie per mezzo delle sue linee di livello quotate; le quote dei varii punti della superficie danno i valori della terza variabile che è funzione delle prime due.

4. Considerando le tavole grafiche ad un solo argomento, il cui uso è ora comune, vedesi come queste presentano due grandi vantaggi sulle tavole numeriche. Uno è che su di esse si possono riconoscere con un sol colpo d'occhio le variazioni dei valori delle variabili; e quando si abbiano due o più funzioni di una stessa variabile, si possono facilmente riconoscere le relazioni dei valori di queste funzioni per eguali valori della variabile comune, così si possono facilmente conoscere per quali valori della variabile comune corrispondano massimi o minimi valori delle funzioni, oppure dei valori eguali. Un esempio di tale rappresentazione si ha nelle curve che servono per il calcolo dei massimi momenti di rottura di un ponte a travate rettilinee. Il secondo gran vantaggio che voglio indicare è che quando si conosca la natura della curva che si deve disegnare, basta calcolare il valore di poche ordinate per poterla tracciare, e questa tracciata si possono avere graficamente e con molta speditezza i valori delle ordinate comprese fra quelle che sono state calcolate; ed ancorchè non si conosca la natura della curva che deve disegnarsi, l'interpolazione ottenuta graficamente, dà soventi volte risultati utili.

Queste tavole grafiche presentano poi l'inconveniente che non danno quell'approssimazione dei valori delle variabili, che possono dare le tavole numeriche; perchè per queste

basta calcolare la variabile con un gran numero di cifre decimali, onde ottenere una grande approssimazione; che se si dovesse costruire una curva le cui coordinate potessero leggersi nella scala del disegno con molte cifre decimali, dovrebbe farsi il disegno in scala talmente grande, che ne riuscirebbe incomodo l'uso, e cesserebbe di presentare quei vantaggi che gli sono proprii, e sono pure importanti. Ma intanto la tavola grafica servirà per dare un primo valore approssimato della variabile che si cerca, col calcolo poi della formola algebrica potrà aversi dopo quella maggior approssimazione che si desidera.

5. Gli stessi vantaggi che ho detto riconoscersi per le tavole grafiche ad un solo argomento si hanno anche per quelle a due argomenti; questi si riconosceranno meglio, quando l'uso delle tavole grafiche a due argomenti potrà riescire facile e comune a tutti come è ora l'uso di una curva per rappresentare una tavola ad un solo argomento.

6. Furono già pubblicati varii esempi di tavole a doppio argomento. Una bellissima memoria su tale oggetto venne presentata all'Accademia delle Scienze di Parigi dal signor Lalanne e pubblicata nei *Comptes rendus de l'Académie année 1843*. In questa memoria il signor Lalanne indica il miglior modo di costruire simili tavole, dando varii esempi, fra i quali è da notarsi specialmente il suo *Abaque ou Comptoir universel*, e dà poscia un sunto storico dei lavori fino allora eseguiti su tale argomento.

Dopo la pubblicazione di questa memoria si videro molte altre tavole simili; io mi limiterò qui a citare quelle che vennero pubblicate in Torino. Una trovasi negli Atti dell'Accademia delle scienze anno 1867, in una memoria intitolata *Tableaux graphiques donnant à vue l'altitude d'une station au moyen de la seule observation du baromètre et du thermomètre*, del conte P. de Saint Robert.

Altre tavole simili vedonsi nel *Giornale d'Artiglieria*, anni 1863, 1864 e 1868, che si pubblica in Torino dal Comitato della stessa Arma; sulle quali tavole trovansi raccolti i

risultati di esperienze fatte sul tiro in arcata di alcuni cannoni, e dalle quali col mezzo di interpolazioni grafiche vennero dedotte alcune tavole di tiro numeriche.

Chi ha l'onore di presentare alla Società la presente memoria, pubblicò nel corrente anno altre tre tavole le quali servono a risolvere, con un'approssimazione soventi volte sufficiente, qualunque problema relativo agli interessi composti ed alle annualità.

II.

Tavole rappresentanti le relazioni date dalle formole di Darcy e Bazin, di Prony e di Eytelwein fra gli elementi che si considerano in un canale o fiume a regime costante.

Le tavole che formano l'oggetto della presente memoria sono formate sullo stesso principio sopra indicato; in esse però si considerano cinque variabili legate fra di loro da due equazioni, per modochè tre di esse possono assumersi arbitrariamente.

Queste cinque variabili sono le seguenti cinque quantità che si considerano ordinariamente in un canale o fiume, nel quale s'intende che l'acqua si muova con moto uniforme:

Ω superficie di una sezione che si considera;

R raggio medio, cioè il quoziente della superficie Ω divisa per il perimetro bagnato;

i pendenza;

Q portata per minuto secondo;

v velocità media per secondo, cioè il quoziente della portata divisa per la superficie della sezione.

Fra queste cinque quantità si ritiene che esista l'equazione:

$$Q = \Omega v \quad (1)$$

ed una delle tre seguenti, come trovasi indicato in capo a

ciascheduna tavola, cioè la formola di Prony:

$$Ri = \alpha v + \beta v^2 \quad \begin{array}{l} \alpha = 0,00004445 \\ \beta = 0,00030931 \end{array} \quad (2)$$

La formola di Prony coi coefficienti indicati da Eytelwein:

$$Ri = \alpha v + \beta v^2 \quad \begin{array}{l} \alpha = 0,0000243 \\ \beta = 0,0003655 \end{array} \quad (3)$$

e la formola di Darcy e Bazin:

$$Ri = \alpha \left(1 + \frac{\beta}{R} \right) v^2 \quad (4)$$

α e β essendo dei coefficienti che hanno dei valori diversi dipendenti dalla qualità delle pareti del canale che si considera; distinguendosi quattro categorie di canali, cioè:

1^a Categoria. Canali a pareti perfettamente lisce, come pareti in muratura rivestite di cemento ben liscio, oppure pareti di tavole piallate accuratamente; per i quali si ritiene:

$$\alpha = 0,00015 \quad \beta = 0,03$$

2^a Categoria. Canali a pareti unite, come muratura di mattoni, pietra taglio, tavole ecc., per i quali si ritiene:

$$\alpha = 0,00019 \quad \beta = 0,07$$

3^a Categoria. Canali a pareti poco unite, come muratura di moellons, di pietre spaccate ecc., per i quali si ritiene:

$$\alpha = 0,00024 \quad \beta = 0,25$$

4^a Categoria. Canali a pareti in terra, per i quali si ritiene:

$$\alpha = 0,00028 \quad \beta = 1,25$$

8. Le prime quattro tavole sono fatte sulla formola di Darcy e Bazin nel modo che è indicato al N. 9; le stesse unite alla tavola V servono a risolvere tutti i problemi che possono essere dati sulle cinque quantità sopra indicate riferite ad un canale o ad un fiume di non grande portata.

Nelle tavole VI e VII sono ripetute la IV e la V, con questa differenza però, che i valori della velocità sono portati in scala minore e salgono fino a 5 metri per secondo; così i valori della portata i quali salgono fino a 10,000 metri cubi per secondo. Ho fatto queste due tavole con queste scale perchè servano nei calcoli relativi alle grandi piene dei fiumi.

È ben vero che in questi casi non può dirsi ordinariamente che l'acqua si muova con moto uniforme, e quindi non possono applicarsi le formole sulle quali sono fatte queste tavole; ma tuttavia anche in questi casi l'impiego facile di queste tavole darà dei risultati approssimativi che potranno anche essere utili.

Per far conoscere l'uso di queste tavole indicherò la soluzione di due quesiti che s'incontrano ordinariamente in pratica.

Sia per es. da calcolarsi la portata di un canale in terra del quale si abbiano i dati seguenti:

Pendenza $i = 0,25$ per mille;
 Sezione $\Omega = 40$ metri quadrati;
 Raggio medio $R = 0,55$ metri.

Guardando sulla tavola IV si segua la colonna verticale corrispondente ad $i = 0,25$ finchè s'incontri la linea di livello la cui quota è 0,55, si leggerà sulla orizzontale corrispondente a quel punto la velocità $v = 0^m,388$; seguendo poi la stessa orizzontale si guardi sulla tavola V al punto in cui quell'orizzontale incontra la linea di livello quotata 40 mq., si leggerà su quella colonna verticale corrispondente a quel punto d'incontro il valore della portata $Q = 15^{mc},8$. Sarebbe inutile di cercare maggior precisione col calcolo, perchè l'im-

piego di queste formole non può dare con grande approssimazione il valore della portata.

Per secondo esempio sia da calcolarsi l'altezza alla quale dovrà trovarsi l'acqua di un fiume in un tratto di pendenza $i = 0,0002$, inalveato fra due argini, la portata dovendo essere eguale a 400 metri cubi, essendo la distanza degli argini di metri 200.

Questo problema non può risolversi che per tentativi, ma con queste tavole, la ricerca per tentativi del valore di quest'altezza incognita si fa molto facilmente. Potendo ritenersi in questo caso il raggio medio eguale alla stessa altezza incognita, e detta R questa altezza, sarà $\Omega = 200 R$; pertanto osservando la tavola VI scendasi lungo la colonna verticale corrispondente al valore $i = 0,2$ per mille, e nello stesso tempo si osservi anche sulla colonna verticale della tavola VII, che corrisponde alla portata di $400^{\text{m.c.}}$, si vedrà facilmente, e dopo pochi tentativi, che alla velocità $v = 0,96$ corrisponde sulla colonna $i = 0,2$ un valore di R approssimativamente eguale a $2^{\text{m}}, 1$, e sulla colonna $Q = 400^{\text{m.c.}}$ un valore di Ω approssimativamente eguale a 420 , cioè eguale a $200 R$. Questo valore di R è l'altezza che si cerca.

9. Le superficie che sono rappresentate nelle prime quattro tavole hanno per equazione la seguente formola:

$$v^2 = \frac{R}{1000 \alpha \left(1 + \frac{\beta}{R} \right)} J^2; \quad (5)$$

gli assi delle coordinate essendo $O V$ per le velocità, $O J$ per la variabile J ; e per i valori del raggio medio R un terzo asse che può immaginarsi condotto per O perpendicolarmente al piano del disegno.

La variabile J poi ha colla pendenza i la seguente relazione: $J^2 = 1000 i$; ed ho cambiato la variabile i nella variabile J sia perchè la pendenza i essendo sempre data da un numero molto più piccolo, che non sia quello che dà il

valore della velocità, non avrebbe potuto essere rappresentata nella stessa scala grafica nella quale è rappresentata la velocità; sia poi affinché le linee di livello risultino delle linee rette, invece di parabole che si avrebbero colla formola (4). Le equazioni delle varie linee di livello si ottengono dalla formola (5) ponendovi in luogo di R i numeri 0,05, 0,10, 0,15, 0,20, ecc., indicati dalle varie quote.

Sull'asse OJ poi invece di segnare le divisioni ed i numeri che corrispondono alla variabile J ho segnato invece le divisioni ed i numeri che corrispondono ai valori della pendenza i .

La superficie che è rappresentata nella tavola VI ha per equazione:

$$(2v)^2 = \frac{R}{1000 \alpha \left(1 + \frac{\beta}{R}\right)} J^2, \quad J^2 = 1000 i.$$

10. Nelle tavole V e VII poi si considera la formola (1), e facilmente si capisce come si abbiano le varie linee di livello, che corrispondono ai varii valori numerici della sezione Ω indicati dalle varie quote. Queste linee di livello sono ancora rette; le stesse vedonsi piegate sulla colonna che corrisponde alla portata di 10 metri cubi nella tavola V e di 1000 metri cubi nella tavola VII; ciò è perchè per i valori della portata Q maggiori a quei numeri ho preso una scala minore di quella impiegata per i valori di Q inferiori.

11. Nei fogli 4° e 5° ho voluto porre in evidenza le differenze dei valori che corrispondono alla velocità V per determinati valori di i e di R , quando si voglia applicare la formola e coefficienti dati da Prony oppure la formola di Prony coi coefficienti di Eytelwein, oppure la formola di Darcy-Bazin.

Nelle tavole I, II e III del foglio 4° sono rappresentate le tre superficie che hanno per equazione le tre formole suddette, le quali vedonsi scritte in capo a ciascheduna tavola. Si ottengono le equazioni delle linee di livello ponendo in quelle formole $i = \frac{1}{600}$, e per R le varie quote corrispondenti.

Tutte le linee di livello di ciascheduna superficie sono parabole; quelle che vedonsi disegnate nella tavola I hanno l'asse comune sulla retta OO ; quelle che sono disegnate nella tavola II e quelle che vedonsi nella III hanno per assi comuni le due rette punteggiate $A'A'$.

Usando queste tavole per trovare la portata del canale che è citato all'esempio 1° del N° 8, trovansi nella tavola I fatta sulle formole di Darcy e Bazin, la velocità di 0,388, alla quale corrisponde la portata di metri cubi 15,8 come si è già veduto; nella tavola III costrutta sulla formola di Prony, leggesi la velocità di 0^m,60 alla quale corrisponde la portata di metri cubi 24, che può leggersi sulla tavola V; finalmente sulla tavola II, fatta sulla formola di Eytelwein, leggesi la velocità di metri 0,585, alla quale corrisponde la portata di metri cubi 23,5.

Nel foglio 5° ho disegnato in scala più grande quelle parti delle tre superficie suddette, che sono vicine alle loro linee d'intersezione; ed ho supposto le tre superficie riunite per vederne meglio la loro vicendevole posizione.

Per aver l'equazione delle linee di livello disegnate in queste tavole, bisogna porre nelle formole che leggonsi in capo alle tavole I, II e III del foglio 4° $i = \frac{1}{5000}$, e per R le quote corrispondenti.

12. Le varie linee di livello delle tre superficie s'incontrano tutte nell'origine delle coordinate ed in un punto di una delle tre linee AMB , CMD , GMH , le quali sono le proiezioni delle intersezioni due a due delle tre superficie.

La linea AMB è retta, parallela all'asse delle pendenze, e distante dallo stesso di una quantità V approssimativamente eguale a 0^m,3585, e più esattamente $V = \frac{\alpha' - \alpha}{\beta' - \beta}$, α, β essendo i coeficienti di Prony α', β' quelli di Eytelwein.

Le linee CMD e GMH che sono le proiezioni delle intersezioni della superficie data dalla formola di Darcy con quelle date dalla formola di Eytelwein e di Prony, sono due parabole che hanno ancora il loro asse parallelo all'asse delle pendenze.

L'equazione seguente

$$\left(v + \frac{\beta}{\alpha} \cdot \frac{\beta - 0,00014}{\beta - 0,00028} \right)^2 = \frac{0,00035}{\beta(\beta - 0,00028)} \left(i + \frac{0,00028}{5 \cdot \beta(\beta - 0,00028)} \alpha^2 \right)$$

ottenuta eliminando R fra le due formole di Darcy e di Prony, dà l'equazione della parabola CMD , oppure quella della parabola GMH disegnata nella tavola 5^a, quando vi si ponga per α, β i coefficienti dati da Eytelwein, oppure quelli dati da Prony, e si faccia $i = \frac{I}{5000}$.

La linea CMD incontra tutte le linee di livello della superficie data dalla formola di Eytelwein, di quota inferiore a metri 4,09 approssimativamente, ma le incontra in un punto solo, l'altro punto d'incontro trovasi al disopra dell'asse delle pendenze, corrispondente cioè a valori negativi di V . Così la linea GMH incontra tutte le linee di livello della superficie data dalla formola di Prony che hanno la quota inferiore a metri 10,94, e non incontra più quelle di quota superiore.

Ciò può riconoscersi anche analiticamente; infatti si trova coll'analisi che la curva orizzontale della superficie data dalla formola di Eytelwein di quota approssimativamente eguale a 4^m,094 ha il parametro eguale al parametro della parabola CMD ; e la curva orizzontale di quota 10,941 della superficie data dalla formola di Prony ha il parametro eguale a quello della linea GMH .

13. Pertanto quando siano dati valori per i e per R , si vede subito su queste tavole, se a quei dati valori di i e di R , corrisponda per la velocità v un valore maggiore nella formola di Eytelwein, oppure in quella di Darcy, oppure in quella Prony; credo bene tuttavia di raccogliere qui a questo riguardo le seguenti proposizioni, che nascono dalla osservazione di queste tavole, e dalle considerazioni fatte al numero 12.

1° I valori di v e di R che corrispondono alle coordinate del punto M , soddisfano a tutte tre le formole di Prony,

di Eytelwein e di Darcy, questi valori sono approssimativamente i seguenti:

$$i = 0,00002439 \quad R = 2^m,2835 \quad V = 0^m,3585.$$

Il punto M è il solo punto per il quale le coordinate soddisfino a tutte tre le formole.

2° Per tutti i punti che si proiettano sulla linea AMB i valori di v , i ed R soddisfano alle due formole di Prony e di Eytelwein; per tutti questi punti la velocità v è costante, ed approssimativamente eguale a 0,3585, ed i valori di i e di R debbono soddisfare all'equazione $Ri = 0^m,00005569$ (1).

Così per tutti i punti che si proiettano sulla linea CMD , i valori di v , i ed R soddisfano alla formola di Darcy ed a quella di Eytelwein, e finalmente tutti i punti che si proiettano sulla linea $G M H$, hanno le coordinate v , i ed R che soddisfano alle due formole di Darcy e di Prony, e non vi sono altri punti comuni a due delle tre superficie, i quali corrispondano a valori di v , i ed R finiti e diversi da zero.

3° Per i punti che trovansi vicini alla linea d'intersezione di due superficie, i valori di v , i ed R che soddisfano alle due formole corrispondenti a quelle due superficie, sono fra di loro poco differenti, perchè i piani tangenti alle due superficie in un punto qualunque della loro intersezione, fanno fra di loro un angolo molto piccolo; (2) ed allontanandosi un punto dalla linea d'intersecazione, cresce la differenza fra i due valori di v che si ottengono colle due formole corrispondenti a due determinati valori di i e di R ;

Ne viene che:

- (a) I valori di v ottenuti colla formola di Prony per due dati valori di i e di R , sono maggiori di quelli ottenuti colla formola di Eytelwein tutte le volte che la velocità v trovasi maggiore di V , inferiori invece quando trovisi $v < V$.

(1) L'iperbole data da quest'equazione è rappresentata dal profilo RMS della tavola V.

(2) Se si determinano le scale di pendenza dei due piani tangenti suddetti, in disegno si vedono quasi a coincidere.

(b) Semprechè sia

$$R < 2^m,5$$

$$i > 0,00003$$

La formola di Darcy dà per v un valore minore di quelli che si hanno colla formola di Eytelwein o di Prony.

(c) Semprechè sia

$$R \begin{cases} > 3^m \\ < 4,^m5 \end{cases}$$

$$i > 0,00007$$

I valori di v ottenuti colle due formole di Eytelwein e di Darcy differiscono poco uno dall'altro, e sono minori di quelli ottenuti colla formola di Prony.

(d) Semprechè sia

$$R \begin{cases} > 4,10 \\ < 5. \end{cases}$$

$$i > 0,00007$$

oppure

$$R \begin{cases} > 4,10 \\ < 8. \end{cases}$$

$$i > 0,00022$$

I valori di v ottenuti colla formola di Eytelwein sono minori di quelli ottenuti colla formola di Darcy, i quali a loro volta sono ancora minori di quelli che si ottengono colla formola di Prony.

(e) Finalmente quando fosse

$$R > 10,5$$

$$i > 0,000001$$

I valori di v ottenuti colla formola di Eytelwein sono minori di quelli ottenuti colla formola di Prony, i quali a loro volta sono ancora minori di quelli ottenuti colla formola di Darcy.

Torino, il 16 dicembre 1869.

DOMENICO REGIS.

INDICE DELLE MATERIE

contenute nei tre fascicoli dell'anno 1869

	<i>Pag.</i>	
Elenco dei Soci	3	1
Verbale dell'Adunanza 5 marzo 1869	8	2
— SOBRERO — Dei cementi magnesiaci	11	3
— CAVALLI — Disamina sulla maniera di resistere dei solidi, dell'allungamento ed accorciamento loro, stabile insta- bile, elastico e duttile, rettificazione sulla tenacità, sul limite di elasticità ed apprezzamento nella resistenza alle impulsioni delle velocità che sopportar possono con esempi varii del calcolo della resistenza viva	19	4
Verbale dell'Adunanza 30 aprile	72	4
» » 17 maggio	75	5
Prima relazione della Commissione incaricata di proporre alla discussione i principali quesiti intorno all'argomento Esposizione Industriale del 1872	79	5
Resoconto dell'esercizio finanziario del 1868	89	6
Verbale dell'Adunanza 24 maggio 1869	93	7
» » 1 giugno »	95	7
» » 18 giugno »	98	7
— PORRO — Parole dette nell'occasione in cui presentava alla Società il suo Teodolite Cleps-Ciclo	100	8
Relazione della Commissione incaricata di dare un breve Cenno dei nuovi metodi della Celerimensura, e di riferire sul Teodolite Cleps-Ciclo del Prof. Porro	113	9
Verbale dell'Adunanza 7 dicembre 1869	170	
Seconda Relazione della Commissione incaricata di proporre alla discussione i principali quesiti sull'argomento Espo- sizione Industriale pel 1872	173	
Verbale dell'Adunanza 10 dicembre	194	
» » 16 dicembre	199	
Bilancio presuntivo per l'anno 1870	202	
— REGIS — Tavole grafiche a doppio argomento rappresen- tanti le relazioni date dalle formole di Darcy, Bazin, Prony e Eytelwein, fra gli elementi che si considerano nel movimento dell'acqua nei canali o fiumi	203	

INDICE DELLE TAVOLE

Disegno prospettico della macchina Cavalli per dedurre i coefficienti meccanici dei prismi di diversi materiali preparata per la prova alla flessione, con annessa descrizione.

REGIS — Tavole grafiche fatte sulle formole di Darcy, Bazin, Prony, Eytelwein relative al movimento delle acque in un canale o fiume (in atlante separato).
