25

COSTRUZIONI

CIVILI, STRADALI ED IDRAULICHE

LAVORO AD USO

degli Ingegneri, degli Architetti, dei Periti in costruzione
e di quanti si trovano applicati alla direzione ed alla sorveglianza di costruzioni
civili, stradali ed idrauliche

UTILE

**agli studenti delle scuole d'applicazione per gli Ingegneri
e dei corsi tecnici pei Periti in costruzione**

PER

CURIONI GIOVANNI

Ingegnere, Architetto e Dottore aggregato al Collegio della Facoltà di scienze fisiche e matematiche
nella Regia Università di Torino, Professore di costruzioni civili, stradali ed idrauliche
e Presidente della Regia Scuola d'applicazione per gli Ingegneri di Torino.

TORINO
SOCIETÀ EDITRICE SUCC. A. F. NEGRO & C°
Via Assarotti, 10

1905.

INDICE ANALITICO

PARTE PRIMA

Costruzioni civili.

CAPITOLO I.

Nozioni generali sulle costruzioni civili.

1. Principali requisiti di qualsiasi costruzione civile . . . . . *Pag.* 7
2. Comodità . . . . . » *ivi*
3. Solidità . . . . . » 11
4. Bellezza . . . . . » 13

CAPITOLO II.

Fondazioni e sotterranei.

5. Fondazioni . . . . . » 15
6. Sotterranei . . . . . » *ivi*
7. Muri dei sotterranei . . . . . » 16
8. Vôlte dei sotterranei . . . . . » 18
9. Finestre e porte pei sotterranei . . . . . » 20
10. Pavimenti dei sotterranei . . . . . » 23
11. Scale dei sotterranei . . . . . » *ivi*
12. Mezzi per rendere asciutti i sotterranei . . . . . » 24

CAPITOLO III.

Parti componenti l'ossatura di una costruzione civile al di sopra dei sotterranei.

13. Assunto del presente capitolo 25
14. Nozioni generali sulle grossezze da assegnarsi ai muri . . . . . » 26
15. Grossezze dei muri isolati e dei muri di cinta . . . . . » 27
16. Grossezza dei muri degli edifizii coperti solamente da tetti . . . . » 29

17. Fabbriche semplici, doppie e triple in profondità; muri perimetrali, muri longitudinali e muri trasversali . . . . . Pag. 30
18. Grossezza dei muri delle fabbriche numeranti varii piani con solai . » 31
19. Grossezze dei muri delle fabbriche numeranti diversi piani con vôlte . » 32
20. Colonne . . . . . » 33
21. Pilastri . . . . . » 38
22. Sostegni e colonne di legno . . . . . » ivi
23. Sostegni e colonne di ghisa . . . . . » 41
24. Sostegni e colonne di ferro . . . . . » 45
25. Osservazione relativa al modo di resistere di più sostegni assieme riuniti . . . . . » 47
26. Piattabande . . . . . » ivi
27. Archi . . . . . » 51
28. Piedritti . . . . . » 55
29. Operazioni preliminari alla verificazione della stabilità di un arco . . » 57
30. Verificazione della stabilità di un arco, nell'ipotesi che la rottura tenda a manifestarsi per aprimento alla chiave verso l'intrados . » 64
31. Verificazione della stabilità di un arco, nell'ipotesi che la rottura tenda a manifestarsi per aprimento alla chiave verso l'estrados . . . . » 81
32. Verificazione della stabilità di un arco, quando non si hanno indizii per decidere se, ammessa la possibilità di rottura, sarà questa per avvenire con aprimento alla chiave verso l'intrados o con aprimento alla chiave verso l'estrados . . . . . » 83
33. Verificazione della stabilità dei piedritti . . . . . » 84
34. Determinazione delle grossezze dei piedritti . . . . . » 88
35. Chiavi di ferro pel consolidamento degli archi e delle piattabande . » 90
36. Radiciamenti e ligati . . . . . » 95

CAPITOLO IV.

Coperture per costruzioni civili.

37. Assunto del presente capitolo . . . . . » 96

ARTICOLO I. — Tetti e tettoie.

38. Nozioni e definizioni generali . . . . . » ivi
39. Composizione geometrica dei tetti su base rettangolare, su base parallelogrammica e su base trapezia . . . . . » 97
40. Composizione geometrica dei tetti pel complesso di più corpi di fabbrica » 98
41. Composizione geometrica dei tetti sopra basi qualunque . . . . . » 103
42. Inclinazione delle falde dei tetti . . . . . » 106
43. Armature dei tetti . . . . . » 108
44. Carichi permanente ed accidentale, gravitanti sulle armature dei tetti. » 112
45. Parti di cui importa calcolare le dimensioni nel dare il progetto di un tetto . . . . . » 116
46. Grossezze dei tavolati per tetti . . . . . » ivi
47. Dimensioni dei listelli orizzontali . . . . . » 123
48. Dimensioni dei panconcelli . . . . . » 124
49. Dimensioni degli arcarecci . . . . . » 126

50. Dimensioni dei puntoni . . . . . Pag. 127
51. Dimensioni delle incavallature . . . . . » 132
52. Tettoie formate colle ordinarie incavallature di legno . . . . . » 136
53. Tettoie con incavallature metalliche . . . . . » 137
54. Dimensioni degli arcarecci per tettoie con incavallature metalliche . » 142
55. Dimensioni delle incavallature metalliche . . . . . » 150
56. Influenza delle variazioni di temperatura sui diversi pezzi delle incavallature e conseguenze che da essa derivano . . . . . » 156
57. Tettoie con centine . . . . . » 159
58. Determinazione approssimativa della sezione retta e del peso di una centina . . . . . » 160
59. Dimensioni delle centine il cui asse è un arco circolare . . . . . » 163
60. Tavola numerica per la determinazione della spinta orizzontale di una centina con asse circolare e caricata d'un peso uniformemente distribuito sulla sua lunghezza . . . . . » 174
61. Cenno di altri metodi che si possono seguire nella determinazione delle dimensioni delle centine . . . . . » 176
62. Piedritti delle tettoie . . . . . » 178
63. Collocamento in opera delle incavallature e delle centine per tettoie . » *ivi*

ARTICOLO II. — **Solai.**

64. Nozioni generali sui solai . . . . . » 180
65. Carichi permanente ed accidentale gravitanti sui solai . . . . . » *ivi*
66. Dimensioni delle principali parti di un solaio . . . . . » 181

ARTICOLO III. — **Vôlte.**

67. Uso delle vôlte nelle costruzioni civili . . . . . » 187
68. Dimensioni delle vôlte per costruzioni civili . . . . . » 189
69. Riempimenti da porsi tra l'estrados dei vôlti ed il sovrastante pavimento . . . . . » 191
70. Carichi permanente ed accidentale, gravitanti sulle vôlte per costruzioni civili . . . . . » 192
71. Verificazione della stabilità delle vôlte a padiglione . . . . . » *ivi*
72. Verificazione della stabilità delle vôlte a botte con teste di padiglione. » 194
73. Verificazione della stabilità delle vôlte a schifo e delle vôlte a padiglione sopra schifo . . . . . » 195
74. Verificazione della stabilità delle vôlte a vela su pianta rettangolare . » 196
75. Verificazione della stabilità delle vôlte a crociera su pianta rettangolare » 198
76. Verificazione della stabilità delle vôlte a bacino . . . . . » 201
77. Osservazioni sugli esposti metodi per verificare la stabilità delle vôlte » 202
78. Verificazione della stabilità dei piedritti . . . . . » *ivi*
79. Chiavi di ferro pel consolidamento delle vôlte . . . . . » 204
80. Cerchiature di ferro pel consolidamento delle vôlte a bacino . . . » 205

CAPITOLO V.

Portoni, portoncini, androni, atrii, portici e scale.

81. Portoni e portoncini . . . . . *Pag.* 207
82. Androni, atrii e portici . . . . . » 208
83. Scale . . . . . » 209
84. Distinzione delle scale per rapporto alla loro pianta, e dimensioni di questa . . . . . » 211
85. Scale in cui i gradini trovano appoggio su due muri paralleli . . . » 214
86. Scale a sbalzo . . . . . » 217
87. Scale a vôlta . . . . . » 218
88. Cenno sulle scale di legno e sulle scale di ghisa . . . . . » 221

CAPITOLO VI.

Altezze, interassi, finestre ed altre aperture.

89. Ripartizione delle altezze . . . . . » 223
90. Ripartizione degli interassi . . . . . » 224
91. Finestre ed altre aperture . . . . . » 225
92. Osservazioni . . . . . » 227

CAPITOLO VII.

Riscaldamento, ventilazione e salubrità degli abitati.

93. Apparecchi pel riscaldamento degli abitati . . . . . » 227
94. Camini . . . . . » *ivi*
95. Stufe . . . . . » 232
96. Caloriferi ad aria calda . . . . . » 233
97. Caloriferi a vapore . . . . . » 234
98. Caloriferi ad acqua calda . . . . . » 235
99. Caloriferi ad acqua ed a vapore . . . . . » 236
100. Conclusioni sui diversi sistemi di riscaldamento . . . . . » *ivi*
101. Ventilazione . . . . . » 240
102. Cenno di alcune disposizioni per ottenere una conveniente ventilazione » 242
103. Disinfezione degli abitati . . . . . » 246

PARTE SECONDA

Costruzioni stradali.

CAPITOLO I.

Nozioni generali.

104. Strade e loro distinzione . . . . . *Pag.* 249
105. Limiti di pendenza delle strade . . . . . » 250
106. Norme per la distribuzione delle pendenze . . . . . » 251
107. Limiti di lunghezza dei raggi delle risvolte . . . . . » 252
108. Considerazioni generali sulla determinazione della direzione di una strada . . . . . » *ivi*
109. Considerazioni generali sulla determinazione del punto più basso di una catena di montagne . . . . . » 253
110. Profili trasversali . . . . . » 256
111. Norme per lo studio del progetto di una strada . . . . . » 261
112. Argomenti da trattarsi nel seguito di questa seconda parte . . . . » 265

CAPITOLO II.

Muri di sostegno.

113. Scopo dei muri di sostegno . . . . . » 265
114. Principali tipi di muri di sostegno . . . . . » 266
115. Equazioni per dedurre una delle dimensioni della sezione trasversale di un muro di sostegno . . . . . » 267
116. Muri pieni con scarpa esterna . . . . . » 269
117. Muri pieni con scarpa interna . . . . . » 274
118. Muri pieni con riseghe . . . . . » 275
119. Muri pieni con profili curvi . . . . . » 278
120. Muri con contrafforti interni . . . . . » 282
121. Muri di sostegno con contrafforti ed archi di scarico . . . . . » 290
122. Muri di sostegno con contrafforti esterni . . . . . » 294
123. Conclusione sulla convenienza relativa dei diversi tipi di muri di sostegno . . . . . » 298
124. Avvertenze da aversi nella costruzione dei muri di sostegno . . . . » 300
125. Cenno di alcuni muri di sostegno stati impiegati in alcune eccezionali circostanze . . . . . » 301

CAPITOLO III.

Gallerie.

126. Gallerie per strade e condizioni principali alle quali devono soddisfare *Pag.* 303
127. Sezione retta della superficie interna di una galleria e sue principali dimensioni . . . . . » 304
128. Rivestimenti delle gallerie . . . . . » 307
129. Condotti per lo scolo delle acque . . . . . » 308
130. Pozzi delle gallerie . . . . . » 310
131. Nicchie . . . . . » 311
132. Teste delle gallerie . . . . . » 312
133. Gallerie a cielo scoperto . . . . . » 315

CAPITOLO IV.

Ponti.

ARTICOLO I. — Nozioni generali.

134. Ponti e loro distinzione relativamente ai materiali impiegati nel costruirli . . . . . » 317
135. Generale conformazione dei ponti . . . . . » *ivi*
136. Condizioni generali pel buono stabilimento di un ponte . . . . . » 318
137. Operazioni preliminari per lo studio di un progetto di ponte . . . » *ivi*
138. Determinazione della luce libera di un ponte . . . . . » 321
139. Innalzamento del livello dell'acqua, causato dalla costruzione di un ponte » 326
140. Asse di un ponte, assi delle luci. Distinzione dei ponti in retti ed obliqui . . . . . » 327
141. Fondazioni dei ponti . . . . . » *ivi*

ARTICOLO II. — Ponti di struttura murale.

142. Costituzione generale dei ponti di struttura murale . . . . . » 336
143. Pile, rostri e cappucci . . . . . » *ivi*
144. Spalle dei ponti, muri di risvolto e muri d'ala . . . . . » 337
145. Muri andatori, timpani, cornici, parapetti ed occhi di ponte . . . . » 339
146. Cappa, sfogatoi delle acque che cadono sopra un ponte e marciapiedi. » *ivi*
147. Suolo stradale sui ponti di struttura murale . . . . . » 341
148. Larghezza dei ponti di struttura murale, numero delle loro arcate, loro corde e loro saette . . . . . » 342
149. Grossezza delle arcate dei ponti . . . . . » 344
150. Carichi permanente ed accidentale, gravitanti sulle arcate dei ponti di struttura murale . . . . . » 346
151. Verificazione della stabilità delle arcate . . . . . » 348
152. Formole di Léveillé per trovare la grossezza delle spalle dei ponti di struttura murale . . . . . » 351
153. Verificazione della stabilità delle spalle dei ponti di struttura murale . » 352

154. Grossezza delle spalle dei ponti di struttura murale . . . . . Pag. 356
155. Dimensioni dei muri di risvolto e dei muri d'ala . . . . . » 363
156. Grossezza delle pile dei ponti di struttura murale . . . . . » 365
157. Pile-spalle . . . . . » 369
158. Superficie e linee dei giunti nei ponti retti . . . . . » 370
159. Ponti con strombature . . . . . » 371
160. Generazione delle superficie d'intrados e d'estrados delle strombature » 372
161. Altro metodo per la generazione delle superficie d'intrados e d'estrados delle strombature . . . . . » 376
162. Superficie dei giunti in un'arcata con strombature . . . . . » 379
163. Ponti a torri . . . . . » 380
164. Ponti obliqui, ed inconveniente che si presenta, quando i giunti delle loro arcate si dispongono come quelli delle arcate dei ponti retti . » 385
165. Condizioni alle quali devono soddisfare le arcate dei ponti obliqui . . » 385
166. Obliquità di un ponte obliquo; apparecchio delle sue arcate . . . . » *ivi*
167. Arcata obliqua costituita da più archi per passaggio obliquo . . . . » 386
168. Arcata obliqua costituita da una serie di archi retti . . . . . » 387
169. Apparecchio elicoidale per la costruzione delle arcate oblique . . . » 389
170. Dati del problema e calcolo di alcuni elementi principali . . . . . » 390
171. Sviluppo della superficie d'intrados . . . . . » 392
172. Tracciamento delle linee dei giunti longitudinali e delle linee dei giunti trasversali sullo sviluppo della superficie d'intrados . . . » 394
173. Sviluppo della superficie d'estrados . . . . . » 397
174. Tracciamento delle linee dei giunti longitudinali e delle linee dei giunti trasversali sullo sviluppo della superficie d'estrados . . . . . » 399
175. Scomposizione delle superficie d'intrados e d'estrados nelle facce sviluppabili dei diversi cunei componenti un'arcata obliqua . . . » 405
176. Intersezioni delle superficie dei giunti longitudinali coi piani di testa . » 408
177. Corona di testa di un'arcata obliqua, e curve su essa determinate dalle superficie dei giunti longitudinali . . . . . » 416
178. Angoli che le tangenti alle intersezioni dei giunti longitudinali coi piani di testa fanno colle tangenti alle rispettive eliche direttrici . . . » 418
179. Cunei componenti un'arcata obliqua e cuscinetti d'imposta . . . . » 421
180. Apparecchio elicoidale applicato solamente alle estremità di un'arcata obliqua . . . . . » 426
181. Arcate oblique di struttura laterizia . . . . . » 427
182. Costruzione delle arcate oblique . . . . . » 430
183. Brevi cenni su altri apparecchi per la costruzione delle arcate oblique . » 434
184. Maniere di togliere gli spigoli degli angoli acuti nelle arcate oblique e nei loro piedritti . . . . . » 437

ARTICOLO III. — **Ponti di legname.**

185. Principali tipi di ponti di legname . . . . . » 441
186. Palate . . . . . » *ivi*
187. Palate a cavalletto . . . . . » 444
188. Testate di legname . . . . . » 445
189. Ponti di legname con incavallature rette . . . . . » *ivi*
190. Norme per la determinazione delle dimensioni dei diversi pezzi dei ponti con incavallature rette . . . . . » 448

191. Ponti di legname a travate rettilinee . . . . . Pag. 453
192. Come si considerano i sovraccarichi per rapporto alle travi longitudinali dei ponti a travate rettilinee . . . . . » 457
193. Come si considerano i sovraccarichi per rapporto alle travi trasversali dei ponti a travate rettilinee . . . . . » 459
194. Determinazione della grossezza del tavolato, oppure della distanza alla quale si devono collocare le travi destinate a sopportarlo . . . . » 463
195. Determinazione di una dimensione della sezione retta delle longarine o della distanza alla quale si devono collocare le travi trasversali . » ivi
196. Determinazione di una dimensione della sezione retta delle travi trasversali . . . . . » 468
197. Determinazione approssimativa del peso proprio di una trave longitudinale di legno a parete reticolata . . . . . » 471
198. Determinazione di alcune principali dimensioni delle travi longitudinali principali dei ponti in legno a travate rettilinee e dei pezzi più importanti di una palata a cavalletto . . . . . » 476
199. Ponti con archi di legname . . . . . » 486
200. Norme per la determinazione di alcune principali dimensioni dei ponti con archi di legname . . . . . » 487
201. Tavola numerica per la determinazione della spinta orizzontale di un arco con asse circolare e caricato d'un peso uniformemente distribuito sulla sua corda . . . . . » 492
202. Impiego degli archi equilibrati nella costruzione dei ponti con archi di legname . . . . . » 494
203. Piedritti dei ponti con archi di legname . . . . . » 496

ARTICOLO IV. — **Ponti metallici.**

204. Principali sistemi di ponti metallici . . . . . » 497
205. Considerazioni principali sui ponti a travate rettilinee, e loro distinzione in ponti di piccola e di grande portata . . . . . » 499
206. Principali tipi di ponti a travate rettilinee di piccola portata . . . . » 500
207. Ponti a travate rettilinee di piccola portata con coperta pesante . . » 506
208. Principali tipi di ponti a travate rettilinee di grande portata . . . . » 507
209. Paragone fra le travi a traliccio e le travi a parete verticale piena . . » 517
210. Carichi permanente ed accidentale, gravitanti sulle travi dei ponti in ferro a travate rettilinee . . . . . » 520
211. Determinazione di alcune principali dimensioni delle travi longitudinali secondarie . . . . . » 523
212. Determinazione di alcune principali dimensioni delle travi trasversali » 527
213. Determinazione approssimativa del peso proprio di una trave longitudinale principale . . . . . » 530
214. Determinazione di alcune dimensioni delle travi longitudinali principali dei ponti in ferro a travate rettilinee, sostenuti solamente da due appoggi . . . . . » 536
215. Stato della quistione relativa al calcolo della resistenza e delle dimensioni delle travi longitudinali principali dei ponti in ferro a travate rettilinee, sostenuti dai più di due appoggi . . . . . » 542
216. Ipotesi che generalmente si ammettono nel calcolo delle dimensioni

delle travi longitudinali principali dei ponti in ferro a travate rettilinee, sostenuti da più di due appoggi . . . . . *Pag.* 547
217. Riassunto di alcune nozioni teoriche relative ai momenti inflettenti nei solidi rettilinei, orizzontalmente collocati su più appoggi e caricati di pesi uniformemente distribuiti sulle diverse travate . . . . . » *ivi*
218. Principio della sovrapposizione degli effetti, applicato alla flessione di una trave longitudinale principale di ponte a travate rettilinee . . » 549
219. Segni di momenti inflettenti su travate cariche e su travate scariche . » 550
220. Punti di concorso pel sovraccarico sulle travate di sinistra e punti di concorso pel sovraccarico sulle travate di destra . . . . . » 551
221. Inviluppo dei momenti inflettenti positivi, inviluppo dei momenti inflettenti negativi ed inviluppo utile . . . . . » 554
222. Proprietà dei punti in cui la parabola del carico permanente taglia l'asse della trave . . . . . » 555
223. Determinazione e tracciamento dell'inviluppo utile dei momenti inflettenti . . . . . » *ivi*
224. Operazione per la determinazione e pel tracciamento dell'inviluppo utile dei momenti inflettenti in un caso particolare . . . . . » 557
225. Semplificazione del problema nella maggior parte dei casi pratici . . » 574
226. Determinazione delle lamiere componenti le tavole orizzontali delle travi longitudinali principali . . . . . » 576
227. Riassunto di alcune nozioni teoriche relative agli sforzi di taglio nelle travi orizzontalmente collocate su più appoggi e caricate di pesi uniformemente distribuiti sulle diverse travate . . . . . » 578
228. Principio della sovrapposizione degli effetti, applicato allo scorrimento trasversale provocato in una trave longitudinale principale di ponte a travate rettilinee . . . . . » 579
229. Segni degli sforzi di taglio su travate cariche e su travate scariche . . » 580
230. Inviluppo degli sforzi di taglio positivi, inviluppo degli sforzi di taglio negativi ed inviluppo utile . . . . . » 581
231. Proprietà del punto in cui la retta del carico permanente taglia l'asse della trave . . . . . » 582
232. Determinazione e tracciamento dell'inviluppo utile degli sforzi di taglio » *ivi*
233. Operazioni per la determinazione e pel tracciamento dell'inviluppo utile degli sforzi di taglio in un caso particolare . . . . . » 583
234. Determinazione delle pareti verticali delle travi longitudinali principali » 596
235. Determinazione delle sezioni orizzontali della travi longitudinali principali in corrispondenza degli appoggi . . . . . » 598
236. Piedritti dei ponti in ferro a travate rettilinee . . . . . » 600
237. Osservazioni sulla convenienza relativa delle travi continue e delle travi discontinue . . . . . » 602
238. Collocamento dei ponti in ferro a travate rettilinee sui loro appoggi . » 603
239. Ponti con archi metallici . . . . . » 605
240. Paragone fra i ponti di ferro con archi ed i ponti a travate rettilinee . » 609
241. Timpani dei ponti con archi metallici . . . . . » 612
242. Cenni sulla determinazione di alcune principali dimensioni dei ponti con archi metallici . . . . . » *ivi*
243. Paragone fra i ponti con archi di ferro ed i ponti con archi di ghisa . » 614
244. Piedritti dei ponti con archi metallici . . . . . » 616
245. Collocamento degli archi dei ponti metallici sui loro appoggi . . . » *ivi*

CAPITOLO V.

Viadotti.

246. Viadotti, loro scopo e loro struttura . . . . . *Pag.* 617
247. Viadotti di struttura murale con un sol ordine di arcate . . . » 618
248. Viadotti di struttura murale con più ordini di arcate . . . . » 620
249. Viadotti metallici . . . . . » 622
250. Cenno sulla determinazione delle dimensioni delle principali parti delle pile metalliche . . . . . » 626
251. Cenno sul collocamento in opera dei grandi viadotti con pile metalliche . . . . . » 629

PARTE TERZA

Costruzioni idrauliche

CAPITOLO I.

Nozioni generali sui canali manufatti.

252. Canali manufatti e loro distinzione . . . . . » 633
253. Limiti di pendenza dei canali . . . . . » 634
254. Norme per la distribuzione delle pendenze . . . . . » *ivi*
255. Considerazioni generali sulla determinazione della direzione di un canale . . . . . » 635
256. Profili trasversali dei canali e dati relativi a questi profili . . » 636
257. Relazioni fra la portata di un canale, la sua pendenza e gli elementi determinanti la sua sezione retta . . . . . » 638
258. Norme per lo studio del progetto di un canale . . . . . » 642
259. Principali opere d'arte necessarie al compimento di un canale . . » 643

CAPITOLO II.

Dighe.

260. Dighe e loro uffizio . . . . . » 644
261. Dighe per l'alimentazione di canali . . . . . » *ivi*
262. Dighe di struttura murale . . . . . » 646
263. Dighe di legname . . . . . » 647
264. Altezza delle dighe . . . . . » 648

CAPITOLO III.

Derivatori e scaricatori.

265. Derivatori . . . . . Pag. 650
266. Derivatori per grandi canali . . . . . » 652
267. Luce libera dei derivatori . . . . . » 655
268. Scaricatori . . . . . » 657
269. Scaricatori con porte *marinières* . . . . . » 658
270. Posizione rispettiva di uno scaricatore e di un derivatore; fondazioni di questi edifizii . . . . . » 660
271. Cenno sulla determinazione della luce libera degli scaricatori . . . . » 661

CAPITOLO IV.

Ponti-canali ed acquedotti.

272. Ponti-canali . . . . . » 662
273. Acquedotti . . . . . » 665
274. Norme per convenientemente regolare le dimensioni delle diverse parti dei ponti-canali e degli acquedotti . . . . . » *ivi*

CAPITOLO V.

Sifoni e tombe.

275. Sifoni, tombe e loro uffizii . . . . . » 666
276. Sifoni e tombe di struttura murale . . . . . » 667
277. Determinazione della sezione retta della tromba e della minima sezione orizzontale dei pezzi dei sifoni . . . . . » 669
278. Determinazione pratica della colonna premente, cui corrisponde la massima pressione sulle pareti delle trombe . . . . . » 671
279. Determinazione delle pressioni che tendono a produrre la rottura delle trombe dei sifoni e delle tombe . . . . . » 673
280. Norme per la determinazione delle dimensioni delle varie parti di un sifone e di una tomba . . . . . » 677
281. Sifoni e tombe con tubi metallici . . . . . » 681

CAPITOLO VI.

Sostegni e conche.

282. Sostegni e loro ufficio . . . . . » 683
283. Parti principali dei sostegni . . . . . » 684
284. Norme per determinare le principali dimensioni dei sostegni . . . . » 688
285. Altezza della caduta delle conche e sostegni accollati . . . . . » 692

CAPITOLO VII.

Argini.

286. Argini e loro distinzione in argini longitudinali ed in argini trasversali . . . . . Pag. 693
287. Opportunità degli arginamenti . . . . . » ivi
288. Scelta del sistema di arginamento . . . . . » 694
289. Argini longitudinali . . . . . » 695
290. Distanza ed altezza degli argini longitudinali . . . . . » 699
291. Grossezza da assegnarsi agli argini longitudinali . . . . . » 702
292. Argini traversali . . . . . » 705
293. Relazioni fra gli elementi principali di un sistema di argini trasversali » 711
294. Argini contenitori . . . . . » 713
295. Argini trasversali a difesa di un ponte . . . . . » ivi
296. Argini longitudinali a difesa di un ponte . . . . . » 715
297. Materiale struttura degli argini . . . . . » 716

CAPITOLO VIII.

Condotte d'acqua.

298. Condotte libere e condotte forzate . . . . . » 718
299. Nozioni generali sulle condotte forzate . . . . . » 719
300. Unione dei tubi metallici . . . . . » 721
301. Principali resistenze dell'acqua scorrente in una condotta forzata . » 726
302. Diametro interno di una condotta principale . . . . . » 730
303. Condotta portante le acque in un serbatoio o in una cassa chiusa . » 733
304. Distribuzione dell'acqua di una condotta mediante serbatoi e mediante casse chiuse . . . . . » 735
305. Diametro di una diramazione staccantesi da una condotta principale » 736
306. Condotta con una distribuzione uniforme per via . . . . . » 741
307. Grossezza delle pareti dei tubi delle condotte . . . . . » 742
308. Disposizioni ed avvertenze per lo stabilimento di una condotta d'acqua » 746

INDICE ANALITICO

PARTE PRIMA

Delle linee.

CAPITOLO I.

Tracciamento di allineamenti e misura di distanze.

1. Assunto del presente capitolo . . . . . *Pag.* 7
2. Voltate e deviazioni dei lati di una linea poligonale rilevata per camminamento . . . . . » *ivi*
3. Coordinate dei vertici di un poligono rilevato per camminamento . » 9
4. Coordinate dei vertici di una rete trigonometrica stabilita fra due punti dati . . . . . » 12
5. Tracciare sul terreno l'allineamento determinato da due punti molto lontani, e tali che da uno di essi non si possa scoprire l'altro . . » 14
6. Determinare la distanza orizzontale fra due punti molto lontani e tali che da uno di essi non si possa scoprire l'altro . . . . . » 20
7. Trovare l'angolo di due direzioni che vengono ad intersecarsi in un punto inaccessibile ed invisibile, e fissare la posizione di questo punto » 21
8. Tracciamento di una linea poligonale sul terreno . . . . . » 23
9. Nozioni generali sul tracciamento di una galleria in direzione rettilinea » 98

CAPITOLO II.

Tracciamento di linee curve sul terreno e misura del loro sviluppo.

10. Assunto del presente capitolo . . . . . » 34
11. Calcolo degli elementi necessarii alla costruzione di un arco circolare per punti . . . . . » *ivi*
12. Risvolta circolare passante per un punto preso su una delle direzioni da raccordarsi . . . . . » 37

13. Risvolta circolare passante per un punto preso fuori delle direzioni da raccordarsi . . . . . Pag. 38
14. Risvolta circolare di raggio dato . . . . . » 40
15. Effettivo tracciamento delle risvolte circolari col metodo delle perpendicolari alla tangente . . . . . » ivi
16. Effettivo tracciamento delle risvolte circolari col metodo delle seganti » 44
17. Tracciamento delle risvolte circolari in galleria . . . . . » 49
18. Risvolte circolari successive . . . . . » 51
19. Risvolte paraboliche . . . . . » 52
20. Sviluppo delle risvolte circolari . . . . . » 57
21. Sviluppo delle risvolte paraboliche . . . . . » 62

CAPITOLO III.

Tracciamento e misura dello sviluppo delle curve direttrici.

22. Indicazione delle curve più usate in qualità di direttrici nella genesi delle vôlte . . . . . » 64
23. Mezza circonferenza di circolo . . . . . » ivi
24. Arco circolare . . . . . » 65
25. Condizioni a cui deve soddisfare una curva policentrica per essere ben tracciata . . . . . » 68
26. Il problema di descrivere una semi-ovale quando sono date la sua corda e la sua monta, è indeterminato . . . . . » ivi
27. Metodi da seguirsi per rendere determinato il problema di descrivere una semi-ovale conoscendosi la corda e la monta . . . . . » 70
28. Metodo generale per la descrizione di una semi-ovale a qualsivoglia numero di centri . . . . . » 71
29. Calcolo delle coordinate dei centri di una semi-ovale e calcolo dei raggi dell'arco culminante e dell'arco che lo precede . . . . . » 72
30. Lunghezza degli archi diversi componenti una semi-ovale e lunghezza della curva intiera . . . . . » 74
31. Coordinate di un punto qualunque di una semi-ovale e principalmente dei punti di raccordamento degli archi . . . . . » 75
32. Semi-ovale cogli archi della medesima ampiezza tendente a confondersi colla mezza ellisse avente i semi-assi eguali alla semi-corda ed alla monta della semi-ovale a descriversi . . . . . » 76
33. Tavole di Michal per la descrizione delle semi-ovali a cinque, a sette e a nove centri . . . . . » 79
34. Descrizione della semi-ovale a tre centri coi suoi tre archi della stessa ampiezza . . . . . » 80
35. Lunghezze dei due raggi diversi di una semi-ovale a tre centri coi suoi tre archi della stessa ampiezza . . . . . » 81
36. Sviluppo di una semi-ovale a tre centri coi suoi tre archi della medesima ampiezza . . . . . » 83
37. Semi-ovali cogli archi della stessa ampiezza e coi raggi crescenti in progressione aritmetica . . . . . » 84

38. Tavole di Leruge pel tracciamento delle semi-ovali a tre, a cinque, a sette e a nove centri . . . . . Pag. 85
39. Tavole di Michal per la descrizione di semi-ovali cogli archi presso a poco della medesima lunghezza per le curve a cinque, a sette e a nove centri . . . . . » 88
40. Metodi generalmente seguiti nella pratica delle costruzioni pel tracciamento delle ellissi . . . . . » 90
41. Sviluppo di una semi-ellisse . . . . . » 91
42. Formole atte al calcolo dello sviluppo delle mezze ellissi . . . . » 96
43. Tracciamento dell'elica . . . . . » 98
44. Sviluppo di un arco d'elica . . . . . » 99

CAPITOLO IV.

Trasformazione dei profili.

45. Pendenza di una retta in funzione delle ordinate di due dei suoi punti e della loro distanza orizzontale . . . . . » 100
46. Ordinata di un punto qualunque di una retta data colla sua pendenza e coll'ordinata di un suo punto . . . . . » 101
47. Intersezione di due rette date colle ordinate dei loro estremi . . . » *ivi*
48. Intersezione di due rette di pendenza cognita e partenti da due punti dati sulla stessa verticale . . . . . » 102
49. Intersezione di due rette di pendenza data e partenti da due punti di cui si conoscono la distanza e le ordinate . . . . . » *ivi*
50. Tracciamento di due rette passanti per due punti dati ed aventi pendenza e contropendenza eguali . . . . . » 103
51. Tracciamento della linea di progetto su un profilo longitudinale . . » 104
52. Determinazione delle ordinate e delle quote rosse nei profili longitudinali . . . . . » 105
53. Determinazione dei punti di passaggio nei profili longitudinali . . . » 107
54. Condizioni diverse dietro le quali si può determinare la linea di progetto su un profilo longitudinale . . . . . » 108
55. Tracciamento della linea di progetto sui profili trasversali . . . . » 109
56. Determinazione delle ordinate nere nei profili trasversali . . . . » 111
57. Determinazione delle ordinate rosse e delle quote rosse nei profili trasversali . . . . . » 112
58. Determinazione dei punti di passaggio e delle lunghezze orizzontali delle scarpe nei profili trasversali . . . . . » 113
59. Disegno dei profili . . . . . » 114
60. Determinazione del punto d'incontro di un profilo trasversale colla superficie cilindrica avente per direttrice una data risvolta ed avente le sue generatrici verticali . . . . . » 115
61. Determinazione di più punti posti su una retta di data pendenza . » 116

PARTE SECONDA

Delle superficie.

CAPITOLO I.

Misura delle superficie piane.

62. Norme generali . . . . . Pag. 119
63. Area di un triangolo . . . . . » 120
64. Area di un quadrilatero . . . . . » 122
65. Area di un poligono regolare . . . . . » 126
66. Area di un poligono qualunque quando si conoscono le coordinate dei suoi vertici rispetto a due assi ortogonali . . . . . » *iv*
67. Area di un poligono qualunque rilevato per irradiamento . . . . . » 127
68. Area di un poligono qualunque rilevato per camminamento . . . » 128
69. Area di un poligono rilevato per intersezione . . . . . » 130
70. Area del circolo e delle sue parti . . . . . » 131
71. Area delle semi-ovali . . . . . » 134
72. Area di un segmento parabolico . . . . . » *ivi*
73. Area dell'ellisse e dei segmenti ellittici . . . . . » 135
74. Calcolo dell'area compresa fra una curva, una retta e due perpendicolari a questa retta; fra una curva, una retta passante per un suo estremo ed una perpendicolare a questa retta; fra una curva e la sua corda . . . . . » 139
75. Formola di Simpson . . . . . » 140
76. Aree delle zone comprese fra due linee parallele . . . . . » 142
77. Valutazione delle aree dei terreni . . . . . » 143
78. Relazione esistente fra una scala di proporzione, una superficie naturale e la corrispondente superficie sul piano . . . . . » 145
79. Planimetri . . . . . » 146
80. Descrizione del planimetro ortogonale . . . . . » *ivi*
81. Teoria del planimetro ortogonale . . . . . » 147
82. Uso del planimetro ortogonale . . . . . » 149
83. Descrizione del planimetro polare . . . . . » 153
84. Teoria del planimetro polare . . . . . » 154
85. Uso del planimetro polare . . . . . » 156
86. Approssimazione data dai planimetri . . . . . » 161

CAPITOLO II.

Misura delle superficie curve e principalmente delle superficie delle vôlte.

87. Assunto del presente capitolo . . . . . Pag. 162
88. Superficie cilindriche rette ed oblique . . . . . » 163
89. Superficie dei fusi cilindrici . . . . . » 165
90. Superficie dei fusi cilindrici incompleti . . . . . » 180
91. Superficie dell'unghia cilindrica . . . . . » 182
92. Superficie coniche rette ed oblique . . . . . » 188
93. Superficie delle unghie coniche . . . . . » 192
94. Superficie sferiche . . . . . » *ivi*
95. Superficie dell'unghia sferica . . . . . » 194
96. Superficie degli ellissoidi . . . . . » 195
97. Regola di Guldino per ottenere le superficie di rivoluzione . . . » 214
98. Metodo approssimato per la valutazione di una superficie di rivoluzione . . . . . » 216
99. Superficie dell'elicoide a piano direttore . . . . . » 218
100. Metodi approssimati per la valutazione delle superficie qualunque . » 222
101. Superficie delle vôlte a botte . . . . . » *ivi*
102. Superficie delle vôlte a collo d'oca . . . . . » 225
103. Superficie delle vôlte anulari . . . . . » *ivi*
104. Superficie delle vôlte elicoidali . . . . . » 226
105. Superficie delle vôlte anulari ed elicoidali . . . . . » 228
106. Superficie delle vôlte coniche . . . . . » 229
107. Superficie delle vôlte conoidiche . . . . . » 231
108. Superficie di una vôlta con strombature . . . . . » 232
109. Superficie delle vôlte a bacino su pianta circolare . . . . . » 234
110. Superficie delle vôlte a bacino su pianta ellittica e su pianta ovale . » 237
111. Superficie delle vôlte a conca . . . . . » 238
112. Superficie delle vôlte a vela sferiche . . . . . » 241
113. Superficie delle vôlte a vela sferiche su pianta regolare . . . . » *ivi*
114. Superficie delle vôlte a vela sferica su pianta rettangolare . . . . » 242
115. Superficie della vôlta a vela su pianta rettangolare coll'intrados generato da un arco di circolo di forma variabile . . . . . » 243
116. Superficie delle vôlte a padiglione . . . . . » 245
117. Superficie delle vôlte a padiglione su pianta regolare . . . . . » *ivi*
118. Superficie delle vôlte a padiglione su pianta rettangolare . . . . » 248
119. Superficie delle vôlte a botte con teste di padiglione . . . . . » 255
120. Superficie della vôlta a botte con teste di padiglione su pianta rettangolare . . . . . » 257
121. Superficie delle vôlte a schifo . . . . . » 258
122. Superficie della vôlta a schifo su pianta rettangolare . . . . . » 260
123. Superficie della vôlta a padiglione sopra schifo . . . . . » 261
124. Superficie della vôlta a crociera con unghie cilindriche . . . . . » *ivi*
125. Superficie della vôlta a crociera su pianta regolare e con unghie cilindriche . . . . . » 262

126. Superficie della vôlta a crociera su pianta rettangolare e con unghie cilindriche . . . . . Pag. 265
127. Superficie delle vôlte a crociera con unghie cilindroidiche . . . . » 271
128. Superficie della vôlta a crociera su pianta regolare con unghie cilindroidiche . . . . . » 274
129. Superficie della vôlta a crociera su pianta rettangolare con unghie cilindroidiche . . . . . » 275
130. Superficie delle vôlte a crociera con unghie, dette sferiche, generate da un arco circolare di forma variabile . . . . . » 276
131. Superficie delle vôlte a crociera con unghie, dette sferiche, generate da un arco circolare di raggio costante . . . . . » 277
132. Superficie della vôlta a crociera su pianta regolare con unghie dette sferiche . . . . . » 284
133. Superficie della vôlta a crociera su pianta rettangolare con unghie dette sferiche . . . . . » *ivi*
134. Superficie delle vôlte lunulate . . . . . » 286
135. Superficie delle vôlte a fascioni . . . . . » 288
136. Superficie delle vôlte a cupola composta . . . . . » 289
137. Conclusione sulla misura delle superficie delle vôlte . . . . . » 291

PARTE TERZA

Dei volumi.

CAPITOLO I.

Misura dei volumi dei solidi poliedrici.

138. Norme generali . . . . . » 292
139. Volume di un prisma . . . . . » 293
140. Volume di un tronco di prisma . . . . . » *ivi*
141. Volume di una piramide . . . . . » 296
142. Volume di un tronco di piramide a basi parallele . . . . . » *ivi*
143. Volume di un poliedro qualunque . . . . . » 297
144. Misura delle ghiaie e delle sabbie . . . . . » *ivi*
145. Misura delle travi e dei legnami squadrati ricavabili dai fusti naturali delle piante . . . . . » 300
146. Misura del volume dei muri pieni . . . . . » *ivi*
147. Misura del volume dei muri con speroni . . . . . » 303
148. Misura del volume del complesso di più muri . . . . . » 304
149. Misura del volume dei vani praticati nei muri ed aventi forma poliedrica . . . . . » 306

CAPITOLO II.

Misura dei volumi dei solidi terminati da superficie curve, e principalmente dei volumi delle vôlte.

150. Assunto del presente capitolo . . . . . *Pag.* 307
151. Volume dei cilindri e dei tronchi di cilindro . . . . . » 308
152. Volume degli spicchii cilindrici . . . . . » 309
153. Volume dello spicchio cilindrico incompleto . . . . . » 313
154. Volume del cuneo cilindrico . . . . . » 314
155. Volume dei coni e dei tronchi di cono . . . . . » 316
156. Volume dell'unghia conica . . . . . » 317
157. Volume della sfera e delle sue parti . . . . . » *ivi*
158. Volume del cuneo sferico . . . . . » 319
159. Volumi degli ellissoidi . . . . . » 320
160. Regola di Guldino per ottenere i volumi dei solidi di rivoluzione . . » 321
161. Metodi approssimati per la valutazione dei solidi di rivoluzione . . » 323
162. Volume compreso fra due superficie cilindriche concentriche, una loro sezione retta ed una porzione di elicoide a piano direttore . . . . » 324
163. Metodi approssimati per la valutazione di volumi qualunque . . . . » 325
164. Volume compreso fra la superficie d'intrados d'una vôlta a botte ed il suo piano d'imposta . . . . . » 327
165. Volume compreso fra la superficie d'intrados d'una vôlta a collo d'oca ed il piano orizzontale passante per la sua generatrice più bassa . » 328
166. Volume compreso fra la superficie d'intrados di una vôlta anulare ed il suo piano d'imposta . . . . . » *ivi*
167. Volume compreso fra la superficie d'intrados di una vôlta elicoidale ed il piano orizzontale passante per la sua generatrice più bassa . » 329
168. Volume compreso fra la superficie d'intrados d'una vôlta anulare ed elicoidale e la superficie dell'elicoide a piano direttore, determinata dalle due eliche d'imposta . . . . . » 330
169. Volume compreso fra la superficie d'intrados d'una vôlta conica ed il suo piano d'imposta . . . . . » 331
170. Volume compreso fra la superficie d'intrados d'una vôlta conoidica ed il suo piano d'imposta . . . . . » *ivi*
171. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta con strombature . . . . . » 333
172. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta di una vôlta a bacino su pianta circolare . . . . . » 334
173. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta di una vôlta a bacino su pianta ellittica e su pianta ovale . . . . » 335
174. Volume compreso fra il piano d'imposta e la superficie d'intrados d'una vôlta a conca . . . . . » *ivi*
175. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta di una vôlta a vela sferica . . . . . » 337
176. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta di una vôlta a vela sferica coprente un poligono regolare . . . . » *ivi*

177. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a vela sferica su pianta rettangolare . . . . . *Pag.* 338
178. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a vela su pianta rettangolare coll'intrados generato da un arco di circolo di forma variabile . . . . . » 339
179. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta di una vôlta a padiglione . . . . . » *ivi*
180. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a padiglione su pianta regolare . . . . . » 340
181. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta di una vôlta a padiglione su pianta rettangolare . . . . . » 341
182. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a botte con teste di padiglione . . . . . » *ivi*
183. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a botte con teste di padiglione su pianta rettangolare » 342
184. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta di una vôlta a schifo . . . . . » *ivi*
185. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a schifo su pianta rettangolare . . . . . » 343
186. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a padiglione sopra schifo . . . . . » *ivi*
187. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a crociera con unghie cilindriche . . . . . » *ivi*
188. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a crociera su pianta regolare e con unghie cilindriche . » 344
189. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta di una vôlta a crociera su pianta rettangolare e con unghie cilindriche . . . . . » *ivi*
190. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a crociera con unghie cilindroidiche . . . . . » 345
191. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a crociera su pianta regolare e con unghie cilindroidiche » 349
192. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a crociera su pianta rettangolare e con unghie cilindroidiche . . . . . » *ivi*
193. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a crociera con unghie, dette sferiche, generate da un arco circolare di forma variabile . . . . . » 350
194. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a crociera con unghie, dette sferiche, generate da un arco circolare di raggio costante . . . . . » 351
195. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta di una vôlta a crociera su pianta regolare e con unghie dette sferiche » 354
196. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a crociera su pianta rettangolare e con unghie dette sferiche » 355
197. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta lunulata . . . . . » 356
198. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a fascioni . . . . . » *ivi*

199. Volume compreso fra la superficie d'intrados ed il piano d'imposta d'una vôlta a cupola . . . . . *Pag.* 357
200. Volume compreso fra la superficie d'intrados e la superficie d'estrados d'una vôlta qualunque . . . . . » 358
201. Conclusione sulla misura dei volumi delle vôlte . . . . . » 361

CAPITOLO III.

Misura degli sterri e degli interri.

202. Assunto del presente capitolo . . . . . » 362
203. Norme generali per il calcolo degli sterri e degli interri, nel caso in cui la superficie del terreno che si vuol ridurre ad altra forma è comunque terminata . . . . . » *ivi*
204. Metodo seguito da molti pratici nel fare il piano quotato per operazioni di spianamenti . . . . . » 364
205. Pendenza di una superficie . . . . . » 365
206. Condizioni diverse per determinare un piano costituente la superficie di progetto in un'operazione di spianamento . . . . . » *ivi*
207. Pendenza di una retta qualunque contenuta in un piano dato . . . » 369
208. Ordinate dei varii punti di un piano, posti su una direzione qualunque e su una serie di direzioni fra loro parallele . . . . . » 370
209. Metodo della rete ortogonale nella formazione del piano quotato per operazioni di spianamenti . . . . . » 371
210. Determinazione della superficie di progetto . . . . . » 374
211. Determinazione delle ordinate rosse e delle quote rosse . . . . . » 375
212. Determinazione dell'intersezione della superficie attuale del terreno colla superficie di progetto . . . . . » 379
213. Calcolo dei volumi degli sterri e degli interri . . . . . » 383
214. Norme generali per il calcolo degli sterri e degli interri, nel caso in cui la proiezione orizzontale della superficie del terreno che si vuol ridurre ad altra forma, è una lunga lista o zona, come succede per la costruzione di strade, di canali, di argini e simili . . . . . » 384
215. Metodo delle sezioni ragguagliate . . . . . » *ivi*
216. Volume del prismoide . . . . . » 388
217. Metodo delle altezze ragguagliate . . . . . » 394
218. Calcolo degli sterri e degli interri per strade, canali, argini e simili, col metodo delle sezioni ragguagliate . . . . . » 395
219. Calcolo degli sterri e degli interri per strade, canali, argini e simili, scomponendoli in prismoidi . . . . . » 397