

# L'INGEGNERIA CIVILE

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

### IDRAULICA PRATICA

#### POCHI CENNI

#### SUI MECCANISMI PER ELEVAZIONE D'ACQUA

costruiti ed impiantati dall'Officina meccanica Locarni  
per il servizio dell'Ospedale Maggiore della città di Vercelli

Veggasi la Tav. VIII

Nell'agosto dell'anno passato ho avuto l'incarico di procedere al collaudo di un impianto idraulico eseguito nell'Ospedale Maggiore degli Infermi della città di Vercelli dalla Officina meccanica del signor ingegnere comm. Locarni, — e consistente in una piccola turbina ad asse orizzontale, che animata dall'acqua di una chiavica sotterranea, di cui si è così utilizzata la non grande caduta di un metro e mezzo, mette in moto due corpi di tromba aspiranti e prementi, destinati ad ottenere il sollevamento, fino all'altezza del sottotetto, dell'acqua di pozzo occorrente a tutti i servizi dell'Ospedale.

Non è a dire quanto io aggradiassi un tale incarico, sia perchè rivoltomi da una Amministrazione cospicua, che ogni suo atto informa ad idee di progresso scientifico e di patriottismo sincero, sia perchè esso offrivami occasione di rendere i miei umilissimi servizi ad una città di molto cara ricordanza per avervi trovato in tempi di mia giovinezza chiarissimi maestri di ginnasio e di liceo; ed infine perchè è sempre una soddisfazione quella di aver ad esaminare e constatare i buoni risultati tecnici di una officina meccanica, che sorta e mantenuta dai bisogni di una regione eminentemente agricola, a cui si collegano industrie speciali, camminò prudentemente, quando altri credevano di poter correre sfrenati, e sviluppandosi secondo i principii di sana economia ci diede, e continua a dare saggi di operosità la cui eccellenza non è superata che dalla modestia insigne di chi vi è a capo.

E per ultimo ho pure pensato che non sarebbe stata inutile ai lettori di questo periodico una breve notizia su tale modestissimo impianto idraulico, inquantochè ai giorni nostri per le esigenze delle moderne abitazioni in armonia coi progressi della meccanica e della fisica puossi abbisognare sovente di forza motrice a domicilio, vuoi a scopo di distribuzioni d'acqua, come nel caso speciale del quale si parla, vuoi a scopo di ventilare, rinfrescare od inumidire l'aria degli ambienti, di illuminare a luce elettrica, e via dicendo. Or qui noi abbiamo appunto un non spregevole esempio di utilizzazione di piccola forza la quale andava perduta, e di cui forse non conoscevasi neppure la esistenza.

Nella tavola VIII si ha sufficiente idea dell'impianto idraulico eseguito. D'altra parte la facilità con cui ogni meccanismo può essere visitato in ogni sua parte, la semplicità della disposizione, il modo ingegnoso con cui sono utilizzati gli spazii, la bontà e la qualità appropriata dei materiali prescelti, e la perfetta lavorazione sono pregi evidenti a chiunque volesse recarsi a visitare quei meccanismi in funzione. Epperò non si può a meno di riconoscere come

dal sotterraneo, nel quale si è dovuto confinare le macchine, e dai limiti necessariamente angusti nei quali doveva contenersi la cifra della spesa per parte dell'Amministrazione dell'Ospedale Maggiore, l'egregio ingegnere comm. Locarni abbia voluto elevarsi al concetto dell'opera pia e caritatevole per la quale è stata non invano richiesta l'opera sua, e come abbia anche voluto spaziare nel più largo campo della propria generosità.

L'acqua motrice arriva da un canale che ha sponde inclinate a 45° ed una larghezza di fondo di 70 cent., e nel quale scorre coll'altezza di cent. 60. Attraversata una griglia discende in un pozzetto di sezione rettangolare, largo m. 1,05 e lungo m. 0,60, ed entra per mezzo di conveniente imbuto ad asse orizzontale in un tubo di sezione rettangolare, di cent. 40 di larghezza e cent. 20 di altezza, il quale termina nel distributore della turbina.

Il motore è una ruota ad asse orizzontale, con immisione parziale di un ottavo, dalla periferia. Il suo diametro è di m. 1,25, la sua velocità di 45 giri al minuto. L'altezza totale della caduta è di m. 1,53 ed il centro della ruota si trova a m. 0,675 sul livello dell'acqua nel canale di fuga.

L'albero orizzontale della turbina, che è lungo due metri circa, trovasi connesso mercè di una unione a guscio ad un albero a due gomiti, al quale si raccomandano le aste motrici di due corpi di tromba a stantuffo verticale, aspiranti e prementi. I due corpi di tromba, interamente di bronzo, hanno il diametro di 68 cent., e la corsa degli stantuffi è di 140 mm. Le valvole sono tutte a clapets; il diametro, dei tubi aspiranti e prementi è di 40 mm. La camera d'aria, che è comune e nella quale immettono i due tubi prementi dei corpi di tromba, è cilindrica, di ghisa, del diametro di 28 cent., dello spessore di 10 mm. e dell'altezza di 25 cent., sormontata ancora da cupola emisferica, nella sommità della quale passa il tubo di sollevamento dell'acqua del diametro interno di 50 mm.

L'albero a doppio gomito della pompa può anch'essere, occorrendo, girato a mano, e a tal fine porta all'estremità un volante del diametro di m. 1,28 con bottone di manovella nel raggio di 96 cent.

L'acqua da sollevare è presa nel pozzo d'acqua viva e spinta in ampii serbatoi di lamiera di zinco collocati in un sottotetto e mantenuti costantemente pieni. L'altezza totale di sollevamento è di metri 15,00. La quantità d'acqua sollevata è di litri 1,3 ad ogni minuto secondo, ciò che equivale ad ettolitri 44,80 all'ora.

A chi scrive incombeva pure il compito di verificare se l'effetto utile ottenibile da un impianto di meccanismi razionalmente studiato si fosse nel caso concreto realmente ottenuto, e se i meccanismi soddisfinno pertanto allo scopo per il quale sono stati costruiti.

Ora l'esperienza insegna che da un motore idraulico destinato ad usufruire un piccolo volume d'acqua (29 litri al 1°) ed una molto piccola caduta (metri 1,53) non è possibile pretendere un rendimento superiore al 60 per cento. Si potrebbe ottenere di più solo sacrificando alla robustezza delle diverse parti, facendo tutte le parti eccessivamente



leggere, con che non si arriverebbe più allo scopo pratico di avere un motore di conveniente durata.

Dietro gli istituiti calcoli è pure risultato al sottoscritto che la totalità del lavoro meccanico somministrato dalla caduta vuol essere considerata ridotta al 90 per cento per tener conto della resistenza che l'acqua da sollevare incontra nei tubi di sollevamento (lung. m. 50, diam. 0,05) per attrito, e per le risvolte dei tubi.

Quanto ai due corpi di tromba, essendo a doppio effetto il volume generato ad ogni giro, espresso in litri è:

$$4\pi \frac{(0,68)^2}{4} 1,40 = \text{litri } 2,0327$$

ed in ogni minuto primo, facendosi 45 giri:

$$45 \times 2,0327 = \text{litri } 91,5.$$

In realtà essendosi ottenuti litri 78 ne risulta un rendimento in volume di:

$$\frac{78}{91,5} = 0,85.$$

Inoltre i due corpi di tromba oppongono necessariamente un complesso di resistenze passive, ecc., attalchè si suole ritenere, in seguito a comprovati esperimenti, ridotto almeno all'80 per cento l'effetto meccanico ottenibile.

Così ne segue che il lavoro teorico somministrato al minuto secondo dalla caduta, che è di 29 litri d'acqua, pari a 29 chilogrammi, cadenti da un'altezza di m. 1,53, ossia di:

$$29 \times 1,53 = 44,37 \text{ chilogrammetri}$$

dovrebbe in questo caso ritenersi, in causa di tutte le resistenze inerenti al meccanismo, ridotto a:

$$0,60 \times 0,90 \times 0,80 = 0,432$$

ossia al 43 per cento circa.

Nel caso concreto del quale ci occupiamo, si ottiene effettivamente da quel complesso di meccanismi il sollevamento a 15 metri di altezza di ben 78 litri d'acqua ogni minuto primo, ossia litri 1,3 ogni minuto secondo.

E quindi il lavoro utile effettivamente raccolto per mezzo di quei meccanismi è quello di chilogrammi 1,3 elevati nel 1° a 15 metri di altezza, ossia di:

$$1,3 \times 15 = 19 \text{ chilogrammetri.}$$

Teoricamente adunque si spenderebbero 44,37 chilogrammi, mentre se ne raccolgono effettivamente utilizzati 19,5. Il rapporto è dunque di:

$$\frac{19,5}{44,37} = 0,439,$$

ossia quasi il 44 per cento.

Si è detto più sopra che non ravvisavasi guari possibile di poter ottenere molto di più del 43 per cento, e se ne sono detti anche i motivi.

Si ha dunque dal fatto e dai calcoli che ne derivano la miglior prova che i meccanismi anzidetti sono stati ideati e costruiti nel miglior modo possibile, e che da essi effettivamente si ritrae tutto quanto è razionalmente possibile di pretendere. La turbina eseguisce il suo lavoro normale con 3/48 di immissione. Ma avendo il distributore sei canali, potrebbesi avere dalla medesima anche una forza doppia, disponendo naturalmente della quantità d'acqua necessaria.

G. SACHERI.

## COSTRUZIONI STRADALI

### I DUE NUOVI PONTI COSTRUITI SUL MALONE E SULL'ORCO PER LA STRADA PROVINCIALE DA TORINO A MILANO.

*Appunti dell'Ing. LANINO LUCIANO.*

(Veggansi le Tav. V, VI e VII)

#### X. — Considerazioni particolari sulle dimensioni e sulla stabilità dell'arco e dei suoi sostegni.

1. La grossezza della vòlta alla chiave (metri 1,04) venne determinata colla formola (\*):

$$(a) \quad e = 0,20 + 0,025 \times L + \frac{L}{f} (0,020 + 0,001 \times L)$$

ricavata da osservazioni fatte sopra molti archi di ponte, in muratura laterizia, costruiti in Italia, ed applicabile ad archi circolari di saetta  $f$  e di corda  $L$  non eccedente i metri 20.

Il valore di m. 1,04 (\*\*), dato, nel caso concreto, da questa formola, si accorda con quelli che si otterrebbero dalle altre, più conosciute, del Leveillé, del Dupuit e del Roffiaen, rispettivamente, cioè:

$$e = \frac{1 + 0,1 \times L}{3} = \text{m. } 1,00$$

$$e = 0,15 + \sqrt{2 \times r} = \text{» } 1,035$$

$$e = 0,30 + 0,03 \times r = \text{» } 1,01$$

ma si allontana già sensibilmente da quello dato dalla formola del Dejarin:  $e = 0,30 + 0,035 \times r = \text{m. } 1,14$ .

Risalendo poi alle formole più antiche, del Perronet:

$$(e = 0,325 + 0,0347 \times 2r)$$

e del Saint-Guilhem:

$$\left( e = \frac{1,00 + 0,20 \times r}{3} \right)$$

si avrebbero da esse grossezze notevolmente maggiori, cioè rispettivamente di m. 1,97 ed 1,92.

L'uso delle formole empiriche, dedotte dall'osservazione delle costruzioni esistenti, è tuttora una necessità pratica, nello stato imperfetto della teoria delle vòlte in muratura; esso conduce naturalmente a dimensioni superiori all'assoluto bisogno; ma non si deve dimenticare che, in queste costruzioni, a differenza di quelle in ferro, un qualche eccesso di stabilità, mentre non ha influenza sensibile sulla economia della spesa, premunisce contro eventualità non sempre prevedibili, o per lo meno non calcolabili con sufficiente esattezza, i cui effetti, in caso di resistenze troppo limitate, non sarebbero così facilmente ed efficacemente riparabili come nelle costruzioni metalliche, e potrebbero anche riuscire disastrosi.

2. Ai giunti d'imposta venne assegnata la grossezza di m. 1,30, con un'eccedenza di 16 centimetri sul valore dato dalla formola:

$$e' = \frac{e}{\cos \phi}$$

che esprime il *minimum* di grossezza per un giunto qualunque inclinato dell'angolo  $\phi$  alla verticale.

(\*) V. *Giornale del Genio Civile*, anno 1863.

(\*\*) Questo valore nell'esecuzione risultò poi di m. 1,055, in conseguenza delle dimensioni effettive dei mattoni.



3. La grossezza dei piedritti estremi o *spalle* del ponte, calcolata colla formola:

$$(b) \quad s = 0,05 \times h + 0,20 \times L + \frac{L}{f} (0,100 + 0,005 L)$$

(dedotta, come la precedente (a), da osservazioni fatte su ponti costruiti in Italia), risultava di m. 5,98; ma, trovandosi le spalle stesse rinforzate a tergo da robusti *muri di ritorno*, che si estendono per cinque metri di lunghezza ed hanno, nei contatti colle spalle del ponte, grossezze di circa due metri, il valore suddetto, dato dalla formola (b), venne ridotto a soli metri 5,50.

Anche per le spalle, le altre formole più usitate, che si trovano nei trattati e nei prontuari, avrebbero condotto a grossezze molto superiori ed evidentemente esagerate; la formola del Leveillé:

$$s = (0,33 + 0,212 \times L) \sqrt{\frac{h}{H} \times \frac{L}{f + e}}$$

e quella del Roffiaen:

$$s = 0,20 + 0,30 (r + 2 e) + 0,10 \times h,$$

darebbero rispettivamente:

$$s = 7,57 \quad \text{ed} \quad s = 8,27.$$

4. Ai sostegni intermedi o *pile*, venne assegnata la grossezza di metri 2,80, corrispondente a:

$$2,70 \times e$$

superiore al limite minimo indicato da Perronet e da altri autori ( $s = 2 e$ ), ma sensibilmente inferiore ai valori, che si otterrebbero da altre formole, fra le quali citeremo solo quella del Roffiaen, che, per archi di luce superiore ai 10 metri, sarebbe:

$$s = 3,50 \times e$$

e darebbe, nel nostro caso:

$$s = 3,74.$$

La grossezza adottata di m. 2,80 venne calcolata in relazione specialmente alla pressione verticale risultante sulla base della pila, ed alla correlativa resistenza dei materiali.

5. Date le condizioni sopradescritte di forma e di dimensioni dell'arco e dei suoi sostegni, l'occhio pratico dell'ingegnere costruttore vi può scorgere garanzie sufficienti, e ad un tempo non eccessivamente larghe, per la stabilità dell'opera.

Tuttavia non è senza interesse l'istituire quelle ricerche analitiche, informate ai principii della meccanica, combinati coi dati dell'osservazione, che possono servire a rendersi conto, anche teoricamente, dell'equilibrio e della stabilità delle varie parti della costruzione, sotto l'azione delle forze che la sollecitano, e che tendono a provocare in essa deformazioni o rotture, sia per rovesciamento, sia per scorrimento di una parte sull'altra, sia finalmente per ischiacciamento dei materiali che la compongono.

A tale effetto, esamineremo separatamente:

1° l'equilibrio proprio dell'arco, supponendone gli appoggi assolutamente fissi;

2° l'equilibrio dell'intero sistema formato dall'arco e dai suoi sostegni.

6. Il metodo, che si segue in generale, per verificare la stabilità degli archi in muratura, e che consiste nella costruzione grafica della *curva delle pressioni*, presenta molta incertezza, per l'impossibilità nella quale si è, di determinare il *vero valore* della *spinta orizzontale*, che si sviluppa alla chiave dell'arco, sotto il disarmo, non che la *vera posizione* del punto d'applicazione di questa spinta.

Per togliere questa indeterminazione, si è costretti a ricorrere ad ipotesi, le quali sono in parte assolutamente

arbitrarie, ed in parte non accettabili senza riserve, quantunque dedotte da dati d'osservazione.

Così si comincia per considerare la *vôlta* come un corpo rigido, cioè privo affatto d'elasticità, il che permette di stabilire l'equazione semplicissima di equilibrio statico:

$$Q \times \beta = P \times b \quad (1)$$

fra il momento della spinta orizzontale  $Q$  e quello del peso  $P$  di una metà dell'arco, essendo  $\beta$  e  $b$  i rispettivi bracci di leva di queste due forze rispetto all'asse di rotazione del sistema, che, nel caso di una *vôlta* circolare molto depressa, qual'è la nostra, coincide, secondo l'ipotesi fatta, collo spigolo d'intradosso del giunto d'imposta.

7. Ma questa equazione contiene due incognite  $Q$  e  $\beta$ , per determinare le quali bisogna quindi procurarsene un'altra; il che si suol fare determinando *a priori* la posizione del punto di applicazione della spinta  $Q$  nel giunto di chiave, in base ad una legge ipotetica di ripartizione della pressione, data da Navier e da Bélanger, secondo la quale le pressioni elementari in tutti i punti del giunto sarebbero proporzionali alle ordinate di un triangolo (o di un trapezio), il cui centro di gravità corrisponda al punto d'applicazione della risultante.

Applicando questa legge al nostro caso, ed osservando che gli archi circolari ribassati tendono, nel deformarsi, ad aprirsi in chiave all'intradosso, schiacciandosi invece verso l'estradosso, si suole ammettere che in questo giunto, anche nello stato di equilibrio, la pressione sia nulla all'intradosso e raggiunga il suo valore massimo all'estradosso, aumentando gradatamente in modo uniforme dall'una all'altra estremità del giunto; ciò si esprime analiticamente scrivendo:

$$q = K \frac{v \cdot dv}{e} \quad (2)$$

d'onde:

$$Q = \int_0^e \frac{K v \cdot dv}{e} = \frac{K e}{2} \quad (3)$$

nelle quali espressioni:

$e$  rappresenta la lunghezza del giunto;

$dv$  » un elemento superficiale del giunto posto alla distanza  $v$  dall'intradosso;

$q$  » la pressione su tale elemento;

$K$  » la pressione massima all'estradosso.

Il momento della pressione elementare  $q$  rispetto all'asse di rotazione del sistema, essendo:

$$q (f + v) = \frac{K}{e} (f + v) v \cdot dv$$

(dove  $f$  rappresenta la saetta dell'arco); e dovendo la somma di tutti questi momenti elementari essere eguale al momento della risultante  $Q$ , abbiamo:

$$Q \times \beta = \frac{K}{e} \int_0^e (f + v) v \cdot dv = \frac{K e}{2} \left( f + \frac{2}{3} e \right)$$

d'onde, per la relazione (3), ricavasi:

$$\beta = f + \frac{2}{3} e;$$

cioè la spinta orizzontale  $Q$  risulta applicata ai  $\frac{2}{3}$  del giunto di chiave partendo dall'intradosso.

Il valore di questa spinta orizzontale è poi rappresentato, secondo la relazione (3), dall'area di un triangolo, d'altezza



eguale a quella del giunto  $e$ , e di base eguale alla pressione massima  $K$ , che si verifica all'estradosso; per cui ponendo:

$$\frac{e}{3} = \varepsilon$$

avremo:

$$Q = \frac{K}{2} \times 3 \cdot \varepsilon$$

e finalmente:

$$K \cdot \varepsilon = \frac{2}{3} \cdot Q.$$

8. Méry, a cui si deve la concezione semplice ed ingegnosa della *curva delle pressioni*, ammetteva che la pressione massima  $K$  si eserciti in tutta l'estensione  $\varepsilon$  della terza parte del giunto prossima all'estradosso (il che non è vero, poichè si è supposto, per contro, che la pressione vada diminuendo dall'estradosso verso l'intradosso); e concludeva che l'estensione  $\varepsilon$  dovesse essere sufficiente per sopportare, compatibilmente col grado di resistenza dei materiali, i  $\frac{2}{3}$  della pressione  $Q$ .

Posta questa condizione, che il Méry applicava pure, invertendola, al giunto d'imposta, ponendo quivi il centro di pressione al terzo dell'altezza, partendo dall'intradosso, Méry ne traeva la conseguenza che, per la stabilità della costruzione, la curva delle pressioni non dovesse mai uscire dal *terzo medio* dell'arco, il che in pratica conduceva quasi sempre a dimensioni troppo abbondanti.

Da quanto si è detto si comprende come, senza fissare *a priori* i due punti estremi della curva delle pressioni, questa potrebbe prendere, secondo il metodo indicato da Méry, nei limiti del *terzo medio* dell'arco, una infinità di posizioni diverse, tutte egualmente compatibili coll'equilibrio dell'arco stesso, il che sarebbe assurdo, poichè, in realtà, la curva dei centri di pressione non può essere che una sola, come unico è il valore della spinta orizzontale, ed unico il punto d'applicazione di questa alla chiave, per quanto l'uno e l'altro non determinabili con precisione.

9. Dupuit restrinse il campo dell'indeterminazione inerente al metodo del Méry, col precisare la posizione del giunto di rottura (1) e col dimostrare, mediante uno studio accurato degli effetti del disarmo e della genesi della spinta orizzontale, che, nei casi ordinarii, il punto d'applicazione di questa forza alla chiave è sempre superiore alla metà del giunto, e che, nel giunto di rottura, la risultante delle pressioni non può allontanarsi molto dallo spigolo d'intradosso, intorno al quale tende a farsi la rotazione. Ma neppure gli studi del Dupuit giunsero a dare una soluzione completa del problema.

10. Un altro autore, che trattò diffusamente della teoria delle volte in muratura, lo Scheffler, rigettando affatto l'ipotesi di Navier e di Bélanger sulla ripartizione delle pressioni, studiò il problema, considerando il sistema come perfettamente rigido, e subordinò la posizione della curva

delle pressioni al principio della *minima resistenza*, per virtù del quale il vero valore della spinta orizzontale dovrebbe essere quello, che corrisponde al massimo braccio di leva, col quale la detta forza può agire rispetto all'asse di rotazione; nel caso di un arco depresso, quest'asse sarebbe lo spigolo d'intradosso del giunto di imposta e la spinta risulterebbe applicata in chiave allo spigolo d'estradosso; questa teoria è d'una semplicità molto attraente, e soddisfa a tutte le esigenze dei molteplici altri casi di conformazione delle volte, finchè si rimane nel campo astratto; ma, passando da questo alle applicazioni, ed in queste ultime dovendosi tener conto della compressibilità dei materiali, si ricade nell'indeterminazione; ed i metodi empirici, che Scheffler propone per uscirne, con tentativi grafici e con raffronti numerici, basati sull'osservazione delle costruzioni esistenti, non hanno incontrato presso i pratici favore sufficiente, per potersi sostituire ai metodi di Méry e di Dupuit.

11. L'indeterminazione del problema nasce, come si è visto, da ciò, che le equazioni somministrate dalla statica, dietro la considerazione del semplice equilibrio delle forze applicate al sistema, non sono in numero sufficiente a determinare tutte le incognite. Torna quindi necessario di procurarsene altre, e queste si devono desumere dalle leggi, che regolano la compressibilità dei corpi.

Queste leggi, delle quali si conoscevano già da tempo enunciati parziali, dati dal Vené (1), dal Pagani (2) e dal Mossotti (3), per il caso particolare della ripartizione delle pressioni prodotte da un peso, si possono oggi riassumere nel *principio del minimo lavoro*, esposto per la prima volta dal generale Menabrea (4) sotto il nome di *principio di elasticità* e dimostrato più recentemente sotto una nuova forma ed ampiamente sviluppato dal compianto ing. Alberto Castigliano, il quale ne fece anche l'applicazione ai sistemi imperfettamente elastici, quali sono appunto gli archi in muratura, nei quali le reazioni molecolari per tensione sono minime, in confronto di quelle per compressione.

Qui, in luogo dell'indeterminazione inerente alle teorie più sopra accennate, nelle quali facevasi astrazione assoluta dalla compressibilità dei materiali, o se ne teneva conto soltanto per via indiretta ed in modo imperfetto, ricorrendo ad ipotesi più o meno arbitrarie, si ha per contro l'inconveniente opposto, derivante dall'applicare le teorie proprie dei sistemi elastici a costruzioni, la cui elasticità non solo è molto imperfetta, ma va anche probabilmente soggetta a leggi speciali e varie, per le complicazioni che nascono dalla mancanza di omogeneità e di continuità molecolare dell'insieme, dalla non sempre assoluta immobilità degli appoggi e da altre cause intrinseche ed estrinseche, che possono variamente influire sull'assetto d'una volta e modificarne sensibilmente le condizioni d'equilibrio, in casi identici di forma, di dimensioni e di struttura.

Ciò non ostante, gli studi del Castigliano segnano un progresso notevole anche nella teoria delle volte murarie, e permettono di verificarne la stabilità con metodo più razionale.

12. Il procedimento di calcolo, nel quale si concreta questo metodo, è il seguente:

Si esprime il *lavoro di deformazione* del corpo, che si considera, in funzione delle forze e dei momenti esterni, che vi sono applicati, e si eliminano, dall'espressione così

(1) *Mémoires sur les lois que suivent les pressions* (1836).

(2) Memorie inserite negli *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino* (Vol. I, Serie II) e di Bruxelles (Vol. VII).

(3) *Lezioni di Meccanica Razionale*. Opera rimasta incompleta per la morte dell'autore.

(4) Memorie inserite negli *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino* (1857-1868).

(1) Ponendo le due equazioni della curva d'intradosso e della curva delle pressioni, riferite ad uno stesso sistema di assi coordinati; facendo per entrambe le derivate  $\frac{dy}{dx}$ , ed eguagliandone i valori, cioè esprimendo la condizione che le due curve abbiano la tangente comune, si ottiene una nuova equazione in  $y$  ed  $x$ , la quale, combinata con quella della curva d'intradosso, serve a determinare le coordinate del punto d'intradosso, che corrisponde al giunto di rottura. Con questo procedimento Dupuit trovò che, nelle volte complete, a pieno sesto od a più centri, la posizione di questo giunto è indipendente dall'apertura, e corrisponde quasi esattamente alla metà della monta; nelle volte circolari depresse, il giunto di rottura coincide con quello d'imposta, sempre quando la monta non è superiore alla metà del raggio, ma, per queste volte, le due curve non sono più tangenti, cioè la direzione della pressione risultante sul giunto di rottura (o d'imposta) è obliqua.



ottenuta, altrettante incognite, quante sono le equazioni disponibili di equilibrio somministrate dalla statica; quindi si fanno le *derivate* parziali dell'espressione stessa, così trasformata, per rapporto a ciascuna delle incognite, che vi sono rimaste e delle quali si determinano i valori, uguagliando le suddette derivate a zero, cioè esprimendo la condizione del *minimo lavoro*. Sostituendo infine i valori di queste incognite nelle altre equazioni, si trovano i valori di tutte le altre incognite, e si vengono così a conoscere tutte le forze e tutti i momenti, che sono applicati al sistema nei suoi singoli punti, o per lo meno per un numero determinato e sufficiente di questi punti.

13. Per un solido, che si trovi, rispetto alla sua configurazione ed alle forze applicate, nelle condizioni di un arco di ponte, il cui asse cioè, o luogo geometrico dei centri di gravità delle sezioni, sia una curva piana, di raggio molto grande, rispetto alle dimensioni normali all'asse medesimo; tutte le sezioni trasversali abbiano uno degli assi principali d'inerzia nello stesso piano, che è quello della sezione longitudinale del solido, e nel quale siano contenute tutte le forze applicate al sistema, per modo che, in ogni sezione, risulti nullo e il momento di torsione e il momento di flessione intorno all'altro asse principale d'inerzia, giacente nel piano del sistema, e lo sforzo di taglio perpendicolare a questo piano; ritenuto il solido stesso come elastico, il lavoro di deformazione è espresso da:

$$L = \frac{1}{2E} \left( \int \frac{M^2}{I} ds + \int \frac{N^2}{\Omega} ds \right) + \frac{1}{2F} \int \frac{AS^2}{\Omega} ds \quad \dots (4)$$

rappresentando quivi il differenziale  $ds$  l'accrescimento infinitesimo dello sviluppo lineare dell'asse,  $E$  ed  $F$  i coefficienti di elasticità longitudinale e trasversale, ed esprimendosi:

a)..... con  $\frac{1}{2E} \frac{M^2}{I} ds$ , il lavoro di deformazione, dovuto

al momento di flessione  $M$ , ossia alla coppia, che nasce dalla eccentricità del punto reale d'applicazione della pressione normale  $N$ , rispetto al centro di figura della sezione che si considera, e della quale  $I$  è il momento d'inerzia; riferendosi tanto  $M$  che  $I$  a quello di due assi principali d'inerzia della sezione stessa, che è perpendicolare al piano del sistema;

b)..... con  $\frac{1}{2E} \frac{N^2}{\Omega} ds$ , il lavoro di deformazione do-

vuto alla pressione normale  $N$ , che ha luogo in una sezione qualunque d'area  $\Omega$ , e che si suppone trasportata nel centro di gravità (o di figura) della sezione stessa;

c)..... con  $\frac{1}{2F} \frac{AS^2}{\Omega} ds$ , il lavoro di deformazione do-

vuto allo sforzo di taglio  $S$ , cioè allo scorrimento, che tende a prodursi nella sezione  $\Omega$ , per l'obliquità di direzione della risultante delle forze esterne ivi applicate, la quale si risolve per ciò nelle due componenti  $N$  ed  $S$ , normale la prima e la seconda parallela al piano della sezione, ma contenute entrambe nel piano del sistema.

14. Il lavoro di deformazione delle forze elastiche tangenziali essendo, nei solidi della natura di quello considerato, molto piccolo, in confronto di quello delle forze elastiche normali, si suol trascurare, nell'espressione generale sopra riferita del lavoro complessivo, il termine:

$$\frac{1}{2F} \int \frac{AS^2}{\Omega} ds,$$

e così si riduce l'espressione stessa alla forma più semplice:

$$L = \frac{1}{2E} \left( \int \frac{M^2}{I} ds + \int \frac{N^2}{\Omega} ds \right) \quad \dots (5)$$

15. Un'altra semplificazione utilissima per il calcolo, e compatibile col grado d'approssimazione, che si attende dai risultati della analisi intrapresa, consiste nell'applicare al calcolo degli integrali  $\int \frac{M^2}{I} ds$  e  $\int \frac{N^2}{\Omega} ds$ , la

formola di Simpson.

Dividendo l'asse dell'arco in un numero *pari*  $m$  di parti uguali, di lunghezza  $l$ , e ponendo:

$$\int \frac{M^2}{I} ds = l \sum \frac{M^2}{I}$$

$$\int \frac{N^2}{\Omega} ds = l \sum \frac{N^2}{\Omega}$$

si ha:

$$\sum \frac{M^2}{I} = \frac{1}{3} \left( \frac{M_0^2}{I_0} + 4 \frac{M_1^2}{I_1} + 2 \frac{M_2^2}{I_2} + 4 \frac{M_3^2}{I_3} + \dots \dots \dots + 4 \frac{M_{m-1}^2}{I_{m-1}} + \frac{M_m^2}{I_m} \right) \quad \dots (6)$$

$$\sum \frac{N^2}{\Omega} = \frac{1}{3} \left( \frac{N_0^2}{\Omega_0} + 4 \frac{N_1^2}{\Omega_1} + 2 \frac{N_2^2}{\Omega_2} + 4 \frac{N_3^2}{\Omega_3} + \dots \dots \dots + 4 \frac{N_{m-1}^2}{\Omega_{m-1}} + \frac{N_m^2}{\Omega_m} \right) \quad \dots (7)$$

nelle quali espressioni, gli indici  $0, 1, 2, 3 \dots (m-1), m$ , si riferiscono ai successivi punti di divisione dell'asse dell'arco, partendo dalla chiave e procedendo verso l'imposta.

16. Nel giunto di chiave, o sezione corrispondente al punto di origine  $o$ , la pressione normale  $N_0$  si confonde colla spinta orizzontale  $Q$ , il momento di flessione  $M_0$  è il momento della coppia  $M$ , introdotta supponendo trasportato nel centro di figura del giunto il punto d'applicazione della suddetta spinta; e lo sforzo di taglio  $S_0$  è nullo, per la simmetria del sistema rispetto alla sezione.

17. Per un altro giunto qualunque  $n$ , rappresentando:

a) con  $P_n$  il peso, che gravita su di esso, e che si compone del peso proprio della porzione d'arco compresa fra il detto giunto e la chiave, e di quello dei relativi carichi, permanente ed eventuale;

b) con  $d_n$  e  $\beta_n$  i bracci delle forze  $P_n$  e  $Q$ , rispetto al centro di figura del giunto  $n$ ;

c) con  $\varphi_n$  l'inclinazione del giunto  $n$  alla verticale, si avrà:

$$M_n = M - Q \times \beta_n + P_n \times d_n \quad \dots (8)$$

$$N_n = P_n \times \sin \varphi_n + Q \times \cos \varphi_n \quad \dots (9)$$

$$S_n = P_n \times \cos \varphi_n - Q \times \sin \varphi_n \quad \dots (10)$$

Con queste formole, si possono esprimere, in funzione delle incognite  $M$  e  $Q$  e delle altre variabili  $P_n, d_n, \beta_n$  e  $\varphi_n$  (tutte determinabili numericamente), le quantità:

$$\begin{array}{ccccccc} M_0 & , & M_1 & , & M_2 & , & \dots \dots \dots M_{m-1}, M_m \\ N_0 & , & N_1 & , & N_2 & , & \dots \dots \dots N_{m-1}, N_m \end{array}$$



che entrano nelle relazioni (6) e (7), e così l'espressione generale (5) del lavoro di deformazione dell'arco viene a prendere quest'altra forma:

$$L = \frac{1}{2E} \frac{l}{3} \left( A \times M^2 - B \times 2MQ + C \times 2M + D \times Q^2 - E \times 2Q + F \right) \dots (11)$$

nella quale più non entrano che due sole incognite,  $M$  e  $Q$ , e coefficienti o termini numerici, rappresentati dalle lettere  $A, B, C, D, E, F$ .

18. Se ora si fanno le due *derivate* dell'ultima espressione (11) rispetto alle due incognite  $M$  e  $Q$ , e si eguagliano queste derivate a zero, si ottengono le due equazioni di primo grado:

$$\begin{aligned} A \times M - B \times Q + C &= 0 \\ -B \times M + D \times Q + E &= 0 \end{aligned}$$

dalle quali si ricavano i valori di  $M$  e di  $Q$ , che, sostituiti poi nelle precedenti relazioni (8) (9) e (10) faranno conoscere i valori di  $M_n$ ,  $N_n$  ed  $S_n$  relativi a tutte le sezioni, che si sono prese a considerare.

(Continua).

## COSTRUZIONI METALLICHE

### DEI PONTI GIREVOLI IN GENERALE

#### E DI QUELLO RECENTEMENTE COSTRUITO PER L'ARSENALE DI TARANTO

Veggansi le Tavole X a XII del 1887

(Continuazione).

#### 9. — PONTI GIREVOLI A TRAVATURE CONTINUE.

##### PRIMA CATEGORIA.

PONTI APPOGGIATI SU TRE SOSTEGNI E CON UNA LUCE UNICA.

I ponti girevoli a travatura continua possono essere ad una od a due luci, ed appoggiare sopra tre o quattro sostegni; li divideremo quindi nelle classi seguenti:

a) Ponti a travatura continua appoggiata su tre punti e con una luce unica;

b) Ponti a travatura continua appoggiata su tre punti e con due luci;

c) Ponti a travatura continua appoggiata su quattro punti.

Le condizioni di stabilità dei ponti della categoria *b* si possono tutte dedurre da quelle dei ponti della categoria *a*.

a) *Ponti a travatura continua appoggiata su tre punti e con una luce unica.* — Il ponte consta della trave  $AC$  (fig. 57 del testo) ruotante intorno al perno  $B$ ; quando è chiuso, il suo avambraccio viene ad appoggiare nei punti  $D$  e  $C$  e la coda nel punto  $A$ ; il perno  $B$  si abbassa alquanto e resta così scaricato, dimodochè si viene ad avere una travatura continua con due campate  $\alpha_1 + d$  e  $l$ . Durante la rotazione, invece, tutto il peso della travatura appoggia sul

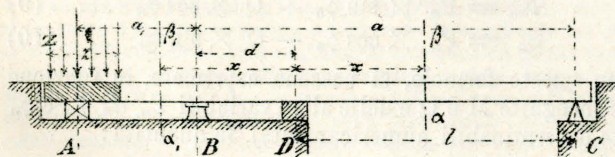


Fig. 57.

perno  $B$ , salvo qualche piccola quantità, che si può fare gravitare eventualmente sulle ruote di accompagnamento o di corona, quando esistono; siccome l'avambraccio è più pesante, così lo si equilibra mediante una zavorra  $Z$  applicata sul tratto  $z$  dell'estremità  $A$ .

Consideriamo quindi le condizioni di stabilità del ponte nei due casi.

1° *Caso.* — *Durante la rotazione.* — Supponiamo che la coda abbia lo stesso peso dell'avambraccio per metro corrente; quando fosse più pesante, sarà facile introdurre nei calcoli un valore  $p$ , diverso, che corrisponda al suo peso reale. Il caso considerato è l'identico di quello esaminato al N. 7; quindi il contrappeso verrà calcolato colla medesima formola (18), e i massimi momenti di flessione e i massimi sforzi di taglio per l'avambraccio e la coda colle formole (16), (17), (19), (20), (21) e (22), tenendo conto delle modalità ivi indicate. Come già si disse, in questo caso la sezione di massima cimentazione si trova nelle vicinanze del perno, e pel calcolo si supporrà nell'asse di rotazione.

2° *Caso.* — *Ponte chiuso.* — A ponte chiuso la travatura appoggia in tre punti  $A, D$  e  $C$ , supponendo che il perno, come si usa fare ordinariamente, venga messo fuori di azione od abbassandolo, od innalzando la travatura mediante il sollevamento degli appoggi stessi.

Dalla parte della coda poi, abbiamo la piccola porzione  $\frac{z}{2}$ , che non è sostenuta ed è libera d'infietersi in quel modo che conviene al carico; la cimentazione a cui verrà sottoposta sarà però di pochissima importanza, visto la sua breve lunghezza; infatti lo scopo principale di essa e del contrappeso che ivi si trova, è quello, come già dicemmo più sopra, di creare un momento col quale si faccia equilibrio ai momenti che si sviluppano dall'altra parte dell'asse di rotazione.

Le forze esterne agenti sul ponte sono di tre specie:

1° Il peso permanente o peso proprio della travatura, il quale è invariabile, e designiamo con  $p$  per metro lineare di trave;

2° Il contrappeso nel tratto  $z$  della coda, la cui intensità può graduarsi in modo da renderlo utile, servendo a controbilanciare i pesi che agiscono sull'avambraccio;

3° Il sopraccarico, variabile nelle sue posizioni, e che noi assimiliamo ad un carico  $q$  per metro lineare, uniformemente ripartito sulla travatura.

Pel principio della sovrapposizione degli effetti, noi possiamo, come già dicemmo altrove, esaminare gli effetti prodotti da ciascuno dei carichi suddetti separatamente, e aggiungere in seguito i risultati. Cominciamo dunque dal peso proprio della travatura.

Supponiamo i tre appoggi della travatura situati in una linea retta nel piano della fibra mediana e allo stesso livello. La travatura sarà caricata del peso  $p$  per metro corrente sulle lunghezze  $l$  e  $\alpha_1 + d + \frac{z}{2}$ , e di un sovrappeso nel tratto  $z$ . Trascurando per ora il sovrappeso nella piccola porzione  $\frac{z}{2}$  compresa fra  $A$  e  $D$ , avremo il solo peso  $p$  nelle prime due campate  $l$ , e  $\alpha_1 + d$ ; e  $p + Z$  nell'appendice in isbalzo al di là dell'appoggio  $A$ .

Designiamo rispettivamente con  $M_a, M_d, M_c$  i momenti di flessione sui tre appoggi  $A, B$  e  $C$ ; con:

$E_t$  il coefficiente di elasticità tangenziale; con

$E$  id. id. normale; con

$A$  un coefficiente numerico dipendente dalla forma della sezione; con



F l'area della medesima, e finalmente con

$M_s$  il momento statico rispetto all'asse di flessione di ciascuna delle due parti della sezione separate da detto asse.

Siccome la trave è semplicemente appoggiata alle estremità A e C, così i momenti di flessione in questi punti sono nulli; senonchè nella estremità A, oltre al carico uniforme su tutta la lunghezza della travatura, ne abbiamo un altro Z sull'appendice sporgente, il quale produce ivi un momento:

$$M_a = \frac{p+Z}{8} z^2.$$

L'equazione dei tre momenti, essendo  $M_c = 0$ , sarà, ammettendo che la trave abbia una sezione continua, e facendo  $E_t = \frac{2}{5} E$ :

$$M_a (a_1 + d) \left\{ 1 - \frac{15 A I}{(a_1 + d)^2 F} \right\} + 2 M_d (a_1 + d + l) \left\{ 1 + \frac{15 A I}{2 (a_1 + d) l F} \right\} = \frac{p}{4} \{ (a_1 + d)^3 + l^3 \},$$

donde si ricava il valore di  $M_d$ :

$$M_d = \frac{p \{ (a_1 + d)^2 - (a_1 + d) l + l^2 \}}{4 \left\{ 2 + \frac{15 A I}{(a_1 + d) l F} \right\}} - \frac{(p+Z) z^2 (a_1 + d) \left\{ 1 - \frac{15 A I}{(a_1 + d)^2 F} \right\}}{16 (a_1 + d + l) \left\{ 1 + \frac{15}{2} \frac{15 A I}{(a_1 + d) l F} \right\}}$$

e facendo  $a_1 + d = l_1$  per brevità, si ha riducendo:

$$M_d = \frac{p}{4} \frac{l_1^2 - l_1 l + l^2}{2 + \frac{15 A I}{l_1 l F}} - \frac{l \{ (p+Z) z^2 l_1^3 F - 15 A I \}}{8 (l_1 + l) l_1 \{ 2 l_1 l F + 15 A I \}} \quad (23).$$

Per tracciare il diagramma dei momenti e quello degli sforzi di taglio, si avrà dunque in una sezione qualunque  $\alpha \beta$  dell'avambraccio (rispettivamente  $\alpha_1 \beta_1$  della coda), alla distanza  $x$  (rispettivamente  $x_1$ ) dall'appoggio centrale D, il momento variabile:

$$M_x = \frac{M_d}{l} - \frac{p x}{2} (l - x)$$

e rispettivamente dall'altra parte dove è la coda:

$$M_{x_1} = \frac{M_d x_1}{a_1 + d} + \left( \frac{M_d}{a_1 + d} - \frac{p x_1}{2} \right) (a_1 + d - x_1);$$

e lo sforzo di taglio in una sezione  $\alpha \beta$  dell'avambraccio:

$$T_x = - \frac{M_d}{l} - p \left( \frac{l}{2} - x \right),$$

e in una sezione  $\alpha_1 \beta_1$  della coda:

$$T_{x_1} = \frac{M_d - M_a}{a_1 + d} - \frac{p}{2} (2 x_1 - a_1 - d).$$

Ora si possono facilmente dedurre le reazioni sugli appoggi, che distingueremo con  $R_a$ ,  $R_d$  e  $R_c$ ; quindi (1):

$$\begin{aligned} R_a &= (p+Z) \frac{z}{2} + \frac{p}{2} l_1 + \frac{M_a - M_d}{l_1} = \\ &= \left( \frac{p+Z}{2} \right) z \left\{ 1 + \frac{z}{4 l_1} + \frac{z}{8 (l_1 + l)} \right\} + p \frac{3 l_1^2 + l_1 - l^2}{8 l_1} \\ R_d &= p \frac{l_1 + l}{2} + \frac{M_d}{l} + \frac{M_d - M_a}{l_1} = \\ &= p \frac{l_1 + l}{8} \left( 3 + \frac{l}{l_1} + \frac{l_1}{l} \right) - \frac{p+Z}{4 l l_1} (2 l + l_1) \frac{z^2}{4} \\ R_c &= \frac{p l}{2} - \frac{M_d}{l} = \\ &= p \frac{3 l^2 + l l_1 - l_1^2}{8 l} + \frac{z^2}{16} \frac{l_1}{l} \frac{p+Z}{l+l_1}. \end{aligned}$$

Esaminati così gli effetti prodotti dal peso permanente  $p$ , possiamo ora vedere quelli che risultano dall'azione del carico Z sul tratto  $\frac{z}{2}$  della campata AD.

È evidente che si avrà un momento sull'appoggio D, che noi chiameremo pure  $M'_d$ , mentre in A il momento sarà nullo. Per la ricerca del valore di  $M'_d$  si può procedere dalla nota formola dei tre momenti, ma preferiamo adottare il metodo seguito dal prof. Gaudard nella sua dotta memoria (1). Egli considera un peso P isolato e applicato ad una distanza  $u'$  dal punto intermedio D (fig. 58 del testo); il momento  $M_d$  da esso sviluppato sarà:

$$M'_d = P u' \frac{l_1 - u'}{2 l_1} \frac{2 l_1 - u'}{l + l_1}.$$

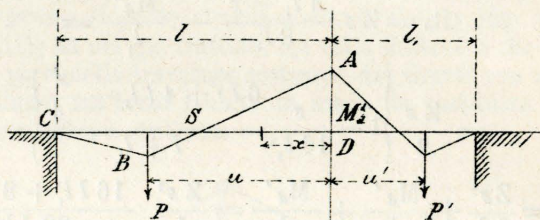


Fig. 58.

Basterà quindi addizionare gli effetti prodotti da una moltitudine di pesi  $Z du'$  analoghi, nei limiti d'integrazione  $u' = l_1 - \frac{z}{2}$  e  $u' = l_1$ ; si avrà:

$$\begin{aligned} M'_d &= \frac{Z}{2 l_1 (l + l_1)} \int_{l_1 - \frac{z}{2}}^{l_1} u' (l_1 - u') (2 l_1 - u') du' = \\ &= Z z^3 \frac{8 l_1^2 - z^2}{128 l_1 (l + l_1)} \quad (24). \end{aligned}$$

Il diagramma risultante dall'azione di questo peso è una retta nella campata DC della forma:

$$m = M'_d \frac{l - x}{l};$$

e nella campata AD una linea discontinua, composta di un arco parabolico nel tratto compreso fra  $x' = l$  e il punto  $x' = l_1 - \frac{z}{2}$ , la cui forma sarà data da:

$$M' = (l - x') \left\{ Z \left( \frac{l_1 - z - x'}{2} + \frac{z^2}{8 l_1} \right) + \frac{M'_d}{l_1} \right\};$$

JULES GAUDARD, ingénieur civil, professeur à l'Académie de Lausanne. Paris, 1877, pag. 14.

Dr W. FRÄNKEL, Anhang zum VIII Capitel, nel Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 2<sup>er</sup> Band, § 6.

(1) Memoria citata, N. 15-17.

(1) Allgemeine Theorie und Berechnung der kontinuierlichen und einfachen Träger, von Dr PHIL. JAKOB J. WEYRAUCH. Leipzig, 1873, 1<sup>er</sup> Abschnitt, § 7.

WINKLER, Vorträge über Brückenbau. Wien, 1872. 1<sup>er</sup> Theil. 1<sup>es</sup> Heft. 1<sup>er</sup> Abschnitt. B.

Étude sur les conditions de résistance des ponts tournants, par



indi di una retta tangente:

$$M' = M'_d - \frac{8 M'_d + Z z^2}{8 l_1} x'$$

per le ascisse da  $l_1 - \frac{z}{2}$  fino a zero.

Il momento nel punto dove incomincia a gravitare il carico  $Z$  sulla coda, ossia alla distanza  $x' = l_1 - \frac{z}{2}$  da  $D$ , è dato dalla formola:

$$\frac{z}{2 l_1} \left( M'_d - Z z \frac{l_1 - \frac{z}{2}}{4} \right).$$

Siccome però di solito la lunghezza  $\frac{z}{2}$  è così piccola che l'ultimo valore dato resta negativo, quindi il momento zero, ossia il punto d'inflexione, corrispondente al solo carico speciale della zavorra  $\left( Z \frac{z}{2} \right)$ , si troverà sulla retta alla distanza dall'appoggio  $D$  di:

$$x' = \frac{2 l_1 M'_d}{2 M'_d + \frac{Z z^2}{4}} = \frac{2 l_1^2 - \frac{z^2}{4}}{2 l_1^2 - \frac{z^2}{4} + 4 l_1 (l + l_1)}.$$

Le reazioni saranno determinate dalle note formole:

$$\begin{aligned} R_a &= Z z \frac{4 l_1 - z}{8 l_1} - \frac{M'_d}{l_1} = \\ &= \frac{Z z}{2} \left\{ 1 - \frac{z}{16 l_1^2} \frac{6 l_1^2 + 4 l l_1 - \frac{z^2}{4}}{l + l_1} \right\} \\ R_d &= \frac{Z z^2}{8 l_1} + \frac{M'_d}{l_1} + \frac{M'_d}{l} = \frac{Z z^2}{4} \frac{16 l l_1 + 8 l_1^2 - z^2}{32 l l_1^2} \\ e \\ R_c &= - \frac{M'_d}{l} = - \frac{Z z^2}{4} \frac{8 l_1^2 - z^2}{32 l l_1 (l + l_1)}. \end{aligned}$$

Addizionando ora gli effetti prodotti dal carico permanente  $p$  distribuito su tutta la travatura, e dall'azione del contrappeso  $Z$ , ossia le due formole (23) e (24), si otterrà il momento totale:

$$M = M_d + M'_d.$$

Da questo valore poi si può dedurre il momento variabile nel punto di ascissa  $x$  nella campata dell'avambraccio:

$$M_x = \left( \frac{M}{l} - \frac{p x}{2} \right) (l - x),$$

il quale diventa negativo al di là del punto d'inflexione, la cui ascissa è:

$$x = \frac{2 M}{p l}.$$

Esso tende quindi ad incurvare la travatura in modo da farla divenire concava superiormente.

Nella campata  $a_1 + d = l_1$  della coda, il momento permanente è una funzione discontinua, e si ha la formola:

$$M_1 = \left( \frac{M}{l_1} - \frac{p x_1}{2} \right) (l_1 - x_1) + \frac{p x_1 z^2}{8 l_1}$$

valevole fra le ascisse  $x_1 = 0$  e  $x_1 = l_1 - \frac{z}{2}$ . In seguito diventa:

$$\begin{aligned} M_1 &= \left\{ \frac{M}{l_1} - \frac{p x_1}{2} + Z \frac{\left( l_1 - \frac{z}{2} \right)^2 - l_1 x_1}{2 l_1} \right\} (l_1 - x_1) + \\ &\quad + \frac{p + Z}{8 l_1} z x_1. \end{aligned}$$

con raccordo tangenziale.

Da ultimo, la porzione di travata al di là dell'appoggio  $A$  dalla parte esterna della coda, caricata di un peso  $Z$  uniformemente distribuito sulla medesima, presenta un arco parabolico:

$$M = \frac{p + Z}{2} \left( \frac{z}{2} - x_{11} \right)^2$$

contando le ascisse a partire dall'appoggio  $A$  e designandole con  $x_{11}$ .

\*

*Ipotesi in cui il ponte sia chiuso e sopraccaricato.* — Abbiamo studiato le condizioni di stabilità del ponte sottoposto all'azione del suo proprio peso e di quello della zavorra; ora vogliamo esaminare gli sforzi prodotti dal sopraccarico. Questo è mobile: la sua posizione può variare, per cui anche i momenti possono risultare positivi o negativi, secondochè il sopraccarico si trova in un punto od in un altro, occupando una porzione più o meno grande di travatura. Questo studio però ci allontanerebbe dal nostro scopo, obbligandoci a trattare la teoria delle travi continue appoggiate su diversi sostegni, che noi qui dobbiamo supporre come conosciuta; per cui rimandiamo il lettore ai libri speciali che ne trattano, da noi già citati, e specialmente, per questo caso, alla Memoria già citata del prof. Gaudard (pag. 16 e 17), limitandoci a dare qui appresso i risultati che fanno al caso nostro.

Il sopraccarico per metro lineare di travatura sia  $q$ ; il massimo momento positivo da esso prodotto nella campata  $DC$  (fig. 57 del testo) corrispondente all'avambraccio ha luogo per un'ascissa compresa fra i valori  $0$  e

$$\frac{l^2}{3 l + 2 (a_1 + d)} \quad \text{ossia} \quad \frac{l^2}{3 l + 2 l_1}$$

ponendo  $a_1 + d = l_1$  come al solito. Questo momento sarà dato dall'addizione degli effetti prodotti da una moltitudine di pesi  $P' = q du'$  applicati su tutta la lunghezza  $a_1 + d$  della coda, e da una moltitudine analoga di pesi:

$$P = q du$$

applicati parzialmente sulla travata dell'avambraccio fra i limiti:

$$u_1 = l - \sqrt{l^2 - 2 l x \frac{l + l_1}{l - x}}$$

e  $u = l$ . Sarà dunque:

$$\begin{aligned} M &= \frac{q}{l} \int_{u_1}^l \left( u \frac{2 l - u}{2 l} \cdot \frac{l - x}{l + l_1} - x \right) (l - u) du + \\ &\quad + \frac{q}{2 l l_1} \frac{l - x}{l + l_1} \int_0^{l_1} u' (l_1 - u') (2 l_1 - u') du' \end{aligned}$$

e riducendo:

$$\begin{aligned} M &= \frac{q}{2 l^2} \cdot \frac{l - x}{l + l_1} \int_{u_1}^l (u^3 - 3 l u^2 + 2 l^2 u) du - \\ &\quad - \frac{q x}{l} \int_{u_1}^l (l - u) du + \frac{q}{2 l l_1} \cdot \frac{l - x}{l + l_1} \int_0^{l_1} (u'^3 - \\ &\quad - 3 l u'^2 + 2 l^2 u') du'. \end{aligned}$$



Ora integrando si ha:

$$\int (u^3 - 3lu^2 + 2l^2u) du = \left( u \frac{2l-u}{2} \right)^2$$

e

$$\int (l-u) du = u \frac{2l-u}{2};$$

sostituendo i valori trovati nella formola precedente e riducendo, si ottiene il valore del massimo momento positivo fino all'ascissa da noi già indicata:

$$x = \frac{l^2}{3l + 2l_1} \quad (25)$$

ossia:

$$M = \frac{q}{2} \left( \frac{l^2 - ll_1 + l_1^2}{4} \frac{l-x}{l} + \frac{l+l_1}{l-x} x^2 - lx \right) \quad (26)$$

Al di là dell'ascissa sopraddeata, la coda sola dovrà essere caricata; il massimo momento-limite diventerà:

$$M_1 = \frac{ql_1^3}{8l} \frac{l-x}{l+l_1} \quad (27)$$

Dall'esame delle due equazioni trovate (26) e (27) si scorge facilmente che l'una, la prima, rappresenta una curva, la seconda una retta tangente alla medesima nel punto corrispondente all'ascissa  $x$ , dove il valore del momento si otterrà sostituendo l'equazione (25) di questa ascissa, quindi:

$$M = \frac{q}{4} \frac{l_1^3}{3l + 2l_1}$$

Così avremmo trovato i momenti massimi positivi; per avere ora quelli negativi, che sono i valori minimi dei positivi, non si avrà che ad operare in modo inverso a quello che si è fatto, caricare cioè quelle parti che non lo erano e reciprocamente.

Siccome però conosciamo già i valori trovati, così per non ripetere le operazioni fatte, basterà cercare il momento corrispondente alle due campate interamente caricate, e toltone da esso i valori suddetti dei momenti positivi, si otterranno i momenti massimi negativi compresi l'uno fra le ascisse  $x=0$  e  $x = \frac{l^2}{3l + 2l_1}$ , e l'altro fra questa ultima ascissa e l'estremità, ossia  $x=l$ , esattamente come nel caso precedente.

Il momento pel carico completo delle due campate è:

$$M_{com.} = q \frac{l-x}{8} \left( l-l_1 + \frac{l_1^2}{l} - 4x \right)$$

quindi fra le prime due ascisse:

$$M = -q \frac{x^2}{2} \frac{l_1+x}{l-x};$$

e fra l'ultima delle suddette e  $x=l$ , ossia quando l'avambraccio è completamente e unicamente sopraccaricato:

$$M_1 = q \frac{l-x}{8} \left( \frac{l^2}{l+l_1} - 4x \right).$$

I due diagrammi rappresentati dalle equazioni suddette hanno un raccordo tangenziale, il che era da prevedersi, non potendo variare lo sforzo di taglio che di una quantità infinitesimale nel passare da una parte all'altra dell'ordinata comune.

Nel punto comune alle due curve il momento è dato dalla formola:

$$-q \frac{l^2}{4(3l + 2l_1)^2}$$

Il massimo valore negativo sarà:

$$-\frac{q}{2} \left( \frac{l}{8} \cdot \frac{3l + 4l_1}{l+l_1} \right)^2$$

ed ha luogo alla distanza

$$x = \frac{l}{8} \frac{5l + 4l_1}{l+l_1}$$

Per la coda le formole saranno completamente analoghe scambiando  $l$  e  $l_1$ .

\*

Trovate così le condizioni di stabilità pei tre carichi diversi che agiscono sulla travatura, non si avrà che ad addizionarle per avere i risultati definitivi.

#### 10. — CASI PARTICOLARI.

Nelle nostre ricerche abbiamo ammesso che una volta il ponte chiuso, venga abbassato il perno B (fig. 57 del testo), o sollevata la travatura in modo da riposare sui tre sostegni A, D e C, e di non cimentare menomamente il punto B. Quando ciò non avesse luogo, e, invece del sostegno D, continuasse ad agire anche a ponte chiuso il perno B, ci troveremmo sempre nello stesso caso di una travatura continua a due campate e tre sostegni, quindi le formole trovate precedentemente sono valide, purchè si faccia  $d=0$ , il che torna lo stesso come se si facesse la luce della prima campata  $l=a$ , e quella della seconda  $l_1=a_1$ . Le ascisse si misurerebbero a partire da B invece che da D.

\*

Un caso particolare di quello esaminato nei numeri precedenti ha luogo per una travatura a due campate ed una sola luce, ma con tiranti che dalle estremità libere dell'avambraccio e della coda, vanno ad un montante o colonna elevantesi sul perno in prolungamento dell'asse di rotazione. Questo genere di ponte ricorda quello di Quincy (fig. 189, anno XIII) da noi già trattato, ma colla differenza che qui le due parti della travatura sostenute dai tiranti non sono discontinue, ma bensì riunite in modo da costituire una travatura unica e continua.

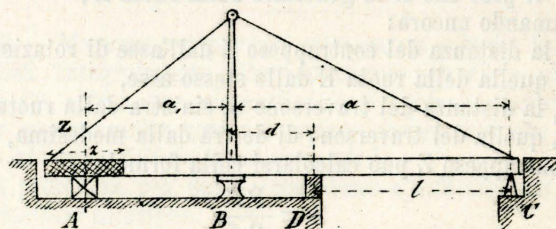


Fig. 59.

Il ponte (fig. 59 del testo) si calcolerà quindi esattamente come nei numeri precedenti, introducendo la tensione che ha luogo nei tiranti, da calcolarsi colle formole date pel ponte di Quincy, avendo cura però di aumentare il valore del contrappeso ottenuto colla formola (18), per maggior sicurezza; indi si terrà conto della reazione diretta dal basso verso l'alto nel punto A dove è applicato il contrappeso Z per metro corrente sulla lunghezza  $z$ , la quale è data dalla formola:

$$A = \frac{1}{a_1} \left\{ \frac{p}{2} (a_1 - a)^2 + Z \left( a_1 - \frac{Z}{2} \right) \right\}.$$

Quando il ponte è chiuso ci troviamo perfettamente nello stesso caso dei numeri precedenti.

#### 11. — SECONDA CATEGORIA. — PONTI A TRAVATURA CONTINUA APPOGGIATA SU TRE PUNTI E CON DUE LUCI.

Questo genere di ponti viene ordinariamente eseguito in America e ne abbiamo dati diversi esempi; il perno di rotazione trovasi sopra un pilone situato nel mezzo del corso



d'acqua da scavalcarsi e lateralmente al medesimo da una parte e dall'altra sono le due luci  $l$  ed  $l_1$ , di solito uguali  $l = l_1$ , ma possono anche avere lunghezze diverse. Il perno serve quasi sempre di punto d'appoggio anche a ponte chiuso, e però quando vi si aggiunge una o più ruote di accompagnamento per facilitare la rotazione, esse servono specialmente per impedire gli sbilanciamenti nel senso trasversale, o di guida durante la rotazione, quindi nel calcolo della resistenza si possono trascurare.

Allora il ponte viene a trovarsi perfettamente nelle stesse condizioni di quelli della 1ª categoria, colla differenza che nel caso presente anche la seconda campata diventa una vera luce pel passaggio, per cui le formole trovate nei numeri precedenti serviranno anche pel calcolo di questi ponti.

\*

In modo analogo si possono trattare i ponti girevoli costruiti secondo il sistema Schwedler, di cui parlammo al numero 2, III. Quando essi sono chiusi la travatura (fig. 60 del testo) riposa sui tre appoggi A, B e C, per conseguenza si calcolerà come una travatura continua a due campate uguali o no, colle formole date nei numeri precedenti. Il contrappeso Z occupa qui un'estensione minore di quella che occupava nel ponte della fig. 57, esso può riguardarsi come concentrato in A; d'altronde ha un valore molto inferiore, perchè non serve che a fare bilicare la travatura, il suo effetto può quindi trascurarsi, abbreviando così i calcoli.

A ponte aperto e durante la rotazione la travatura non appoggia più sui tre punti A, B e C, ma solamente sul perno D e per una parte piccolissima, di solito 5 tonnellate, sulla ruota E; ne segue che la pressione da essa esercitata sarà per ogni trave (fig. 61 del testo):

$$D = 2 p a_1 + Z - \frac{P}{2}.$$

dove  $a_1$  designa la distanza delle sue estremità dal perno,

P il peso che si fa gravitare sulla ruota E;  
chiamando ancora:

$f$  la distanza del contrappeso Z dall'asse di rotazione,

$d$  quella della ruota E dallo stesso asse,

$e_1$  la distanza del traversone di sinistra dalla ruota E,

$e_2$  quella del traversone di destra dalla medesima,

il contrappeso Z può calcolarsi colla formola:

$$Z = \frac{P d}{2 f}.$$

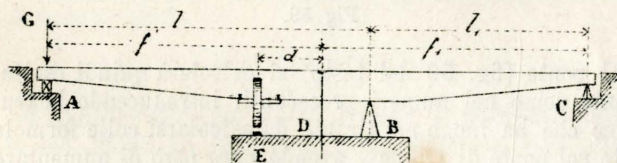


Fig. 60.

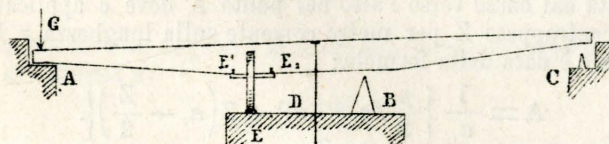


Fig. 61.

La pressione della ruota E si ripartisce sulle ruote minori  $E_1$  e  $E_2$ , come segue:

$$E_1 = \frac{P}{2} \frac{e_2}{e_1 + e_2} \quad \text{e} \quad E_2 = \frac{P}{2} \frac{e_1}{e_1 + e_2}.$$

Da questi elementi si calcoleranno facilmente i momenti di flessione e gli sforzi di taglio colle note formole (1).

Per la travata a destra e su tutta l'estensione il momento inflettente sarà:

$$M_1 = \frac{p x^2}{2}$$

e lo sforzo di taglio:

$$T_1 = -p x_1.$$

Il diagramma dei momenti è una parabola tangente in C (fig. 62 del testo); quello degli sforzi di taglio una retta  $Cd$ , come lo indica la figura.

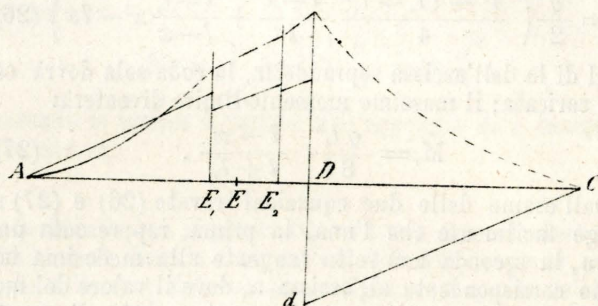


Fig. 62.

Per la travata di sinistra A D, tanto il momento, quanto lo sforzo di taglio, variano nei diversi punti della travatura. Nel tratto compreso fra l'estremità e l'appoggio A determinato dalle ascisse  $x = 0$  e  $x = a - f$ , avremo gli stessi valori come per la travata di destra, ossia:

$$M = \frac{p x^2}{2} \quad \text{e} \quad T = p x$$

quindi, una parabola il primo e una retta il secondo.

Pel tratto successivo compreso fra l'appoggio A e il primo traversone  $E_1$ , ossia per le ascisse  $x = a - f$  e  $x = a - d - e_1$ , si avrà:

$$M = Z(x - a + f) + \frac{p x^2}{2}$$

e lo sforzo di taglio:

$$T = Z + p x.$$

Pel tratto compreso fra le due ruote minori, ossia fra  $x = a - d - e_1$  e  $x = a - d + e_2$ , sarà:

$$M = Z(x - a + f) + \frac{p x^2}{2} - E_1(x - a + d + e_1)$$

e

$$T = Z + p x - E_1.$$

Finalmente per l'ultimo tratto compreso fra  $E_2$  e D, ossia per  $x = a - d - e_1$  e  $x = a$ , avremo:

$$M = Z(x - a + f) + \frac{p x^2}{2} - E_1(x - a + d + e_1) - E_2(x - a + d - e_2) \quad \text{e} \quad T = Z + p x - E_1 - E_2.$$

Si vede che il diagramma dei momenti è una curva continua, mentre quello degli sforzi di taglio è una spezzata che presenta due passaggi bruschi nei punti  $E_1$  e  $E_2$ . Questi diagrammi furono indicati nella figura 62 del testo.

## 12. — TERZA CATEGORIA. — PONTI A TRAVATURA CONTINUA APPOGGIATA SU QUATTRO PUNTI.

Fanno parte di questa categoria tutti quei ponti a due luci col pilone nel mezzo e sopportati da una corona di rotelle, nei quali il perno, se esiste, non serve che per gui-

(1) Per maggiori dettagli veggasi la memoria di Schwedler, già citata a pag. 146 di questo Periodico, anno 1887.



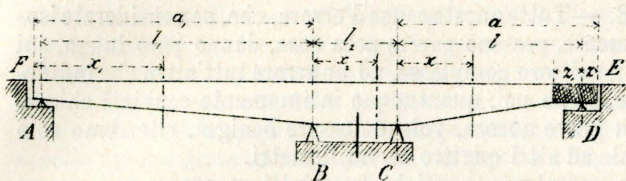


Fig. 63.

darli durante la rotazione. Infatti, essi appoggiano su due punti della corona, la quale ha spesso un diametro abbastanza grande perchè anche la lunghezza della porzione di trave, compresa fra due punti della sua circonferenza, abbia una certa importanza. A ponte chiuso poi appoggiano anche le due altre estremità. Abbiamo quindi una trave continua con tre campate. Lo studio delle condizioni di stabilità di questa trave richiede lo sviluppo della teoria delle travi continue, che non potremmo svolgere qui senza uscire dai limiti che ci sono imposti dalla natura di questa Memoria, per cui rimandiamo alle opere speciali da noi già citate, e qui ci limitiamo a dare i valori necessari pel calcolo dei momenti di flessione e degli sforzi di taglio che hanno luogo nella travatura durante la rotazione, nel qual caso la travatura non appoggia che in B e in C (fig. 63 del testo), quindi le reazioni in questi punti saranno:

$$B = C = \frac{p(a_1 + l_2 + a) + Z(z_1 + z)}{2} = p\left(a_1 + \frac{l_2}{2}\right).$$

Il momento d'inflexione per una sezione qualsiasi compresa fra F e B alla distanza  $x_1$  da F, e lo sforzo di taglio saranno:

$$M = \frac{p x_1^2}{2} \quad \text{e} \quad T = p x_1.$$

Analogamente fra B e C contando le ascisse  $x_2$  a partire da B:

$$M = \frac{p(a_1 + x_2)^2}{2} - B x_2$$

$$\text{e} \quad T = p(a_1 - x_2) - B.$$

Fra C e l'ascissa  $x = a - (z_1 + z)$ :

$$M = \frac{(p + Z)(a - x)^2}{2}$$

$$\text{e} \quad T = -(p + Z)(a - x).$$

Finalmente fra l'ascissa  $x = a - (z_1 + z)$  e l'estremità E:

$$M = \frac{p(a - x)^2}{2} + Z(z_1 + z)\left(a - x - \frac{z_1 + z}{2}\right)$$

e lo sforzo di taglio:

$$T = -p(a - x) - Z(z_1 + z).$$

Le formole date basteranno per calcolare il ponte durante la rotazione (1).

(1) Per maggiori dettagli si consulti la memoria di CLEMENS HERSCHEL, *Continuous revolving draughtbridges, the principles of their construction and the calculation of the strains in them*, pubblicata nelle *Transactions of the americ. soc. of civ. eng.*, 1877, pag. 395 e segg., nella quale sono trattati specialmente i ponti a due luci a pilone centrale, sistema americano, con quattro punti d'appoggio; le formole però sono tutte prese dal libro di WEYRAUCH, già citato. — Si consulti pure la memoria di DE SAVORNIN LOHMANN: *Eenige formules en opmerkingen over draaibruggen met 2 gelijke openingen bij willekeurige opzetting der uitenden*, pubblicata nella *Tijdschrift van het kon. inst. van Ing.*, 1875-1876. — Per la risoluzione grafica del problema si consulti la Memoria dell'amico nostro prof. RITTER: *Anwendung der graphischen Theorie des continuirlichen Trägers auf Drehbrücken*, nel *Notizblatt des technischen Vereins zu Riga*, 1874, nella quale è esposto con molta eleganza lo sviluppo dei vari modi di caricare le travate per ottenere i massimi valori di M e di T, tenendo conto anche delle variazioni nella sezione trasversale.

Dr W. FRÄNKEL, *Bewegliche Brücken*, nell'*Handbuch der Ingenieurwissenschaften*, vol. II, pag. 125.

Accenniamo ancora che nel caso di una travatura reticolare od a traliccio, le formole esposte relative alle reazioni sugli appoggi dovranno modificarsi tenendo conto dell'influenza che gli sforzi di taglio esercitano sul reticolato o sul traliccio. È evidente che questo subisce una certa deformazione, poichè i ritti si accorciano e le diagonali si allungano, il che produce un abbassamento delle estremità libere, il quale si calcolerà addizionando le deformazioni avvenute nei singoli membri.

Notisi poi che nei ponti girevoli i supporti sono generalmente mobili appunto per poterli fissare sotto le estremità della travatura quando questa è a posto. Ora questa mobilità negli appoggi produce un dislivello nei medesimi, il quale, come è noto, altera i valori delle reazioni; è dunque necessario di studiare anche l'influenza di queste variazioni, le quali si possono mantenere nei limiti che si desiderano. Di solito si eleveranno le estremità della travatura in modo da impedire che le dette reazioni sotto l'azione d'un carico parziale abbiano da assumere valori negativi, poichè in questo caso, specialmente per l'appoggio mediano, potrebbe accadere che a ponte chiuso e non caricato, la travatura venisse sollevata dal medesimo, il che svilupperebbe dei momenti di flessione non previsti, ai quali la travatura non potrebbe forse resistere. Non potendo, per le ragioni già più volte esposte, entrare qui nei dettagli di calcolo relativi, diremo solo che il massimo valore di sopraelevazione ammesso in pratica è di m. 0,20.

(Continua)

GAETANO CRUGNOLA.

## PEREQUAZIONE FONDIARIA

### USI DIVERSI DEL CATASTO E RELATIVO GRADO DI APPROSSIMAZIONE

(Continuazione e fine)

45. — Ma come potremo noi ottenere un catasto, il quale soddisfi integralmente alle condizioni enunciate al numero 38, vale a dire, *si presti a ripristinare i confini, con poca spesa e molta approssimazione, nel preciso sito occupato al tempo della misura generale?*

Il problema, per quanto complesso e difficile, non è di impossibile soluzione.

Basta che il rilievo parcellare si faccia sul terreno con molta accuratezza, facendo uso di un sistema esclusivamente numerico suscettibile di grande approssimazione (escluso così ogni sistema meramente grafico, ovvero simultaneamente grafico e numerico); che le operazioni di rilievo si colleghino a punti trigonometrici o poligonometrici, od anche ad altri punti comunque fissi, e che questi punti sieno distribuiti sul terreno in numero sufficiente; che i numeri, o quote (desunte sul terreno durante il menzionato rilievo parcellare), vengano raccolte e conservate in appositi registri, unitamente ai relativi abbozzi od eidotipi; ed infine, che il ripristinamento dei confini si faccia appoggiandosi ai capisaldi, o punti fissi succitati, valendosi delle menzionate quote numeriche e rispettivi abbozzi, ed adoperando del pari moltissima cura nelle occorrenti operazioni di misura.

46. — Come vedesi, noi escludiamo completamente l'uso de' sistemi grafici e quindi l'uso della tavoletta pretoriana, come condanniamo del pari ed altamente il triste procedimento seguito, fra gli altri, nel catasto francese, ma particolarmente nel ginevrino, di eseguire, cioè, i rilievi di campagna valendosi di un metodo numerico (a Ginevra si usò quasi esclusivamente il sistema degli allineamenti puri)



senza curarsi menomamente di ordinare e conservare religiosamente il materiale preziosissimo raccolto sul terreno e costituito dalle quote e dagli abbozzi locali.

Noi abbiamo infatti l'intima persuasione che i rilievi ed i piani *meramente grafici* non ci possono somministrare quel ristrettissimo grado di approssimazione che abbiamo riconosciuto necessario per provvedere in modo lodevole alla conservazione dei confini (vedi sopra numero 38).

Invero, le scale comunemente adoperate nella compilazione delle mappe catastali (particolarmente se queste vogliansi destinare a scopo civile), sono nel rapporto di 1:500, 1:750 e 1:1000 pei fabbricati; 1:1000, 1:1500 e 1:2000 pei terreni. Ora, qual'è l'approssimazione acconsentita dalle dette scale?

Si ammette fra gli scrittori di agrimensura che il limite minimo topografico, ossia la lunghezza minima apprezzabile sui piani topografici, sia il quinto di millimetro, cioè un decimillimetro per ognuno degli estremi della linea (1). Questo grado d'approssimazione è certamente molto limitato, ma esso dipende dall'imperfezione dei nostri sensi, nè ci è quindi possibile di rimediarci.

Nel mettere in iscala il rilievo, in base a *lunghezze e direzioni esattissime*, supponiamo che l'operatore, impiegando molta cura, non commetta un errore maggiore del limite topografico sovraccennato; la qual cosa difficilmente si verificherà adoperando la tavoletta in campagna, sotto la sferza d'un sole ardente, dopo molte ore di lavoro, colla mente stanca e l'occhio affaticato.

Per ripristinare confini dispersi in base a piani grafici, è mestieri dedurre da questi e *graficamente* le necessarie quote. Per quanta attenzione si adoperi è possibilissimo che nel desumere le citate quote si commetta un altro errore del pari corrispondente al citato limite topografico. Questo secondo errore può essere dello stesso segno dell'altro incorso nel mettere il rilievo in iscala; quindi avremo già un errore complessivo eguale a due volte il limite topografico, e così pari a quattro decimillimetri.

47. — Ma non è qui tutto. Noi siamo partiti dall'ipotesi di mettere in iscala i piani, in base a *lunghezze esatte sino al centimetro* (per brevità facciamo astrazione dell'esattezza delle *direzioni*); invece è somma grazia se le distanze che ci fornisce la diottra-stadia non presentano differenze maggiori di 20 centimetri su 100 metri, differenze che crescono maggiormente ancora pel modo grossolano con cui le distanze vengono, d'ordinario, ridotte all'orizzonte.

Inoltre, un lato della parcella a delimitarsi può essere stato rilevato da una stazione, e quello opposto da un'altra; le due stazioni non essere direttamente collegate fra loro, ma solo indirettamente per intersezione dai lontani punti trigonometrici, quindi nuova e forte causa d'errore.

D'altra parte, la carta della mappa è soggetta a dilatazioni, ma soprattutto a restringimenti, che non si verificano sempre nell'istessa misura nelle diverse porzioni del foglio; le righe non dan sempre la linea retta e le squadre l'angolo retto; le matite, per quanta cura si abbia nel temperarle, invece di punti e linee matematiche, ci danno sulla carta cerchi e rettangoli, ecc. Arrogli le imperfezioni che si riscontrano nelle divisioni delle scale che si adoperano a costruire i piani ed in quelle che si usano per apprezzarne le lunghezze grafiche; le differenze, sebbene tenui, che esistono fra una scala e l'altra (non sempre le distanze desumonsi portando il compasso sulla scala tracciata sulla mappa); gli errori che si commettono nel delineare i piani originali ad inchiostro e quelli maggiori ancora che si commettono nel copiarli, ecc.

48. — Tutte queste cause d'errore, che, se considerate isolatamente, possono parere poca cosa, danno però luogo, sui piani, nel loro complesso, ad un errore tutt'altro che indifferente, e che noi, quantunque intimamente convinti ch'esso è più grave ancora, volendo essere benigni, riterremo solo eguale ad altri quattro decimillimetri.

In complesso, e poichè quest'ultimo errore può essere dello stesso segno dei precedenti (numero 46), avremo dunque un errore totale di otto decimillimetri, il quale, per scale 1:500, 1:750, 1:1000, 1:1500 e 1:2000, corrisponde rispettivamente ad un errore assoluto di centimetri 40, 60, 80, 120 e 160.

Largheggiamo pure ed ammettiamo che quest'errore sia il massimo possibile; ciò vorrà semplicemente significare che l'errore contingibile, da cui possono essere affette le quote che si desumono graficamente da piani, e quindi, per necessaria conseguenza, l'errore che con esse si commette sul terreno nel ripristino di confini (anche non tenendo conto dell'errore in cui s'incorre nel riportare *materialmente* sul terreno le quote stesse), può variare fra un minimo eguale a zero ed un massimo eguale al numero di centimetri sovra riportato.

Ora, basta porre a riscontro questa larghissima tolleranza coll'approssimazione grandissima che abbiamo riconosciuta necessaria pel ristabilimento dei confini, per trovare la conferma di quanto dicevamo in principio; che, cioè, la tavoletta pretoriana ed i piani esclusivamente grafici (anche se redatti colla scala di 1:1000 pei terreni e di 1:500 pei fabbricati) non servono al suddetto scopo, ed in conseguenza sono da proscriversi per quei territori in cui occorre una grande approssimazione. Però noi non apparteniamo alla categoria degli operatori affetti dalla mania del *millimetrismo* (1) e quindi riconosciamo anche noi di buon grado che può ammettersi l'uso della tavoletta « nella parte alta » delle grandi montagne, dove i terreni sono assai scoscesi » e dove, per essere i terreni stessi di poco valore, i litigi « relativi ai confini sono meno frequenti » (2).

Inoltre, siamo altresì disposti ad ammettere l'uso della tavoletta pel rilievo delle particolarità interne dei latifondi e pel rilievo di terreni di poco o nessun valore, come paludi, brughiere, sodaglie, gerbidi, grillaie, ghiareti, ecc.; ma per località, in cui una grande approssimazione è di rigore, la tavoletta deve onninamente bandirsi.

Nulladimeno, autorevoli consensi, quali il Collegio degli ingegneri di Napoli, Firenze e Milano, ed egregi autori, quali i signori Garbolino e Dosio, propugnano l'uso della tavoletta nella imminente catastazione. Però, sia detto con loro buona pace, noi crediamo non abbiano ponderato a sufficienza la portata del poco grado d'approssimazione che essa permette nel ripristino dei limiti di proprietà, scopo questo, giova ripeterlo sino a sazietà, il più importante ed a cui deve tendere ogni catasto, segnatamente se compilato colla preconcepita idea di farlo servire ad uso civile o probatorio.

49. — Nè queste sono solamente nostre opinioni personali, che anzi sono condivise da eletti ingegni, che in materia di catasto fanno autorità. Vediamolo.

Il valente geometra Antonio Rabbini, che, prima di venire dal compianto conte Cavour assunto alla carica di direttore-capo del catasto, ordinato con Legge 4 giugno 1855, visse, si può dire, come professionista, in mezzo ai litigi di confine, ecco quanto scriveva al riguardo (3):

« Finora i geodetici teorici e pratici ed i regolamenti » catastali non pensarono ad altro senonchè a riportare sulla

(1) SINISCALCHI, *Istituzioni di topografia*, pag. 72.

(1) PORRO, *Applicazione della celerimensura*, dispensa 4<sup>a</sup>.

(2) GARBARINO, *Il catasto in Italia*.

(3) *Atti della Camera dei Deputati*, anno 1854.



» carta con metodi e procedimenti più o meno semplici o  
 » complicati le figure grafiche degli appezzamenti che rile-  
 » vavano dal terreno. Ora è noto che il *graficismo non vale*  
 » *a soddisfare alle esigenze catastali nel caso di disper-*  
 » *sione dei confini*, imperciocchè le impercettibili differenze  
 » nelle misure desunte sul piano col compasso e colla scala,  
 » prendendo vastissime proporzioni allorchè si vogliono ap-  
 » plicare sul terreno, producono gli errori e gli spostamenti  
 » di località e di confini che tutti conoscono. Ed ecco il  
 » motivo per cui finora *non si hanno mappe che corrispon-*  
 » *dano ai veri bisogni del catasto*, ed ecco in che consistono  
 » i miglioramenti organici che si devono introdurre nel  
 » rilevamento catastale ».

Questi principî vennero infatti consacrati coll'articolo 4 della citata Legge 4 giugno 1855, quale articolo letteralmente dispone: « Le quote numeriche rilevate sul terreno saranno conservate in appositi registri catastali ».

Una consimile disposizione contiene del pari il progetto di legge sulla perequazione fondiaria compilato dalla Commissione del 1871, il quale progetto va anzi più oltre ed esclude perentoriamente « i metodi meramente grafici ».

Ecco, d'altra parte, quanto scrive il Doll in quel gioiello di opuscolo, che vorremmo vedere nelle mani di tutti i tecnici, che fu tradotto dal valente ingegnere Erede e che porta il titolo: *Istruzioni per la formazione di un catasto geometrico razionale*:

« Bisogna, senza adoperare le mappe originali, poter  
 » fare delle piante in qualsiasi proporzione, per scopi tec-  
 » nici, progetti di strade, di miglioramenti agricoli, divi-  
 » sioni di terreni, ecc., e ciò è possibile soltanto quando i  
 » risultati del rilevamento, *espressi in numeri, sono con-*  
 » *servati negli archivi*. Un rilevamento puramente grafico  
 » non solo non può soddisfare a questo scopo, ma neppure  
 » a quell'altro importantissimo della conservazione, perchè  
 » questa richiede che si possano riportare sul terreno nel  
 » modo più semplice le linee di operazione, e se la loro po-  
 » sizione è conosciuta soltanto graficamente, ciò non si può  
 » fare che in modo inesatto ».

Inoltre, aggiungeremo noi sull'autorità dell'on. Giulio, coll'aiuto delle quote rilevate sul terreno e conservate in appositi registri, « sarà sempre possibile il riconoscere ogni errore che nel disegno delle mappe si fosse commesso, ed anche il ricostruire le mappe medesime, quando per qual-  
 » sivolta accidente venissero a distruggersi o a deterio-  
 » rarsi (1) ».

Infine, da ogni pagina della citata opera del Robernier (*De la preuve*, ecc.) scaturisce l'insufficienza, l'assoluta insufficienza dei piani grafici per la conservazione dei limiti di proprietà, ed all'opera stessa, per non aumentare soverchiamente la mole del presente scritto, rimandiamo il lettore che desiderasse un più ampio svolgimento della materia. Nulladimeno, ci sia permesso di riportare ancora un brano contenuto nell'opuscolo dello stesso Robernier, intitolato: *Esquisse d'un cadastre probant* (Paris, 1855):

« Noi accusiamo, così egli scrive, tutti i catasti cono-  
 » sciuti d'insufficienza, quanto alla determinazione della  
 » estensione e dei limiti dei fondi rurali, e tuttavia si è ad-  
 » una scienza esatta, alla geometria, che essi hanno doman-  
 » dato i loro mezzi d'esecuzione. Come va dunque che essi  
 » non hanno ottenuto fuorchè dei risultati d'una esattezza  
 » contestabile? La risposta è facile, e da lungo tempo  
 » avrebbe dovuto colpire gli spiriti. Delle due operazioni  
 » che conducono al risultato catastale, la misura preventiva  
 » e la formazione dei piani, una sola, la scientifica, non  
 » lascia alcuna traccia dopo di sè; appena raccolti, i suoi

» preziosi dati sono gettati al vento. Il rilievo ha accura-  
 » tamente misurato delle numerose linee sul terreno; ha  
 » abbassato delle perpendicolari, aperto degli angoli, osser-  
 » vata o calcolata la loro grandezza; esso ha tenuto nota  
 » fedele delle quote prese; e poi — chi il crederebbe? —  
 » tali dati, sì laboriosamente acquistati, vanno ad alterarsi  
 » e perdersi in un piano figurativo, opera di vaga approssi-  
 » mazione, che è inetta a conservare la precisione dei suoi  
 » elementi costitutivi. Una volta verificata ed accettata, la  
 » mappa resta sola; il registro delle operazioni è respinto,  
 » come il vecchio legno d'un ponte di servizio divenuto inu-  
 » tile quando l'edificio è terminato.

« Ora, che direste voi d'un artista amatore di belle cose,  
 » che, possedendo un modello unico, fuso in bronzo, d'un  
 » capolavoro di statuaria, ne tirasse una fragile copia in  
 » gesso o cera, e che, tenendosi soddisfatto di sì meschino  
 » risultato, frantumasse in seguito il prezioso modello, nella  
 » credenza di più non aver bisogno d'altre copie?

« Del gesso e della cera egli vedrà bentosto la fine,  
 » anche per minimi accidenti, ed il capo d'opera sarà irre-  
 » missibilmente perduto per lui e per l'arte. Altrettanto  
 » avviene ai compilatori di piani catastali scioccamente  
 » disdegnosi del quaderno dei rilievi locali, che in mani  
 » più prudenti potrebbero costituire una sorgente inesau-  
 » ribile di altri piani originali.

« E non avendosi che piani, che cosa son dessi dal punto  
 » di vista dell'esattezza richiesta in materia di prova giu-  
 » ridica? Che un piano sia utile, necessario anche, se si  
 » vuole, per far riconoscere la parcella nelle linee che la  
 » figurano, che esso serva di guida per ritrovarla sia sul  
 » terreno quanto nelle ricordanze, bene; *ma non è asso-*  
 » *lutamente sufficiente quando trattasi di trovare nelle sue*  
 » *indicazioni lineari un titolo di proprietà* ».

Molte altre citazioni potremmo ancora riportare in proposito; ma, per amore di brevità, preferiamo di ricordare solo alcuni nomi, fra i quali il Collegio degli Ingegneri di Torino, l'illustre professore Porro, gli ingegneri Garbarino, Erede, Boccardo, Strada, Ferrero, Tavallini, Cavani, Lodrini, Ginevri, ecc.

50. — Nell'esecuzione d'un catasto destinato a fini civili, bisogna dunque escludere, di regola, i sistemi grafici, per attenersi ai sistemi numerici, i quali soli ci permettono di ottenere, sul terreno, delle quote numeriche, suscettibili di essere conservate in appositi registri, e forniti in pari tempo di un sufficiente grado d'approssimazione.

Al numero 45 abbiamo però aggiunto che le operazioni di rilievo debbono venir collegate a punti fissi (sieno dessi punti trigonometrici, poligonometrici od altri qualunque, purchè veramente fissi); che i detti punti debbono essere in numero sufficiente e servire inoltre di punti di partenza delle operazioni di misura aventi per oggetto il ristabilimento di confini.

Il motivo è ovvio, ed evidentemente è solo con tale artificio che noi ci mettiamo in grado di prevenire gli spostamenti di confine, e quindi anche delle parcelle (colle deplorevoli conseguenze che li accompagnano) di cui abbiamo discorso al numero 40 e seguenti.

Questa considerazione ci fa persuasi, che molto lascia a desiderare il sistema consigliato da parecchi scrittori, di addivenire al ripristino dei termini mancanti in una pezza, basandosi semplicemente sugli altri termini della pezza medesima e tuttora esistenti, ovvero su quello dei contigui fondi.

Invero, chi vi garantisce che la posizione dei termini che assumete a base dell'operazione, sia immutata, sia la vera che essi debbono occupare? Mi direte, possiamo sincerarci indagando se la loro posizione corrisponde a

(1) *Atti del Senato*, anno 1855.



quella che debbono avere, relativamente ad altri termini circostanti. In qualche caso questa prova si può fare, segnatamente nei primi anni successivi ad una generale terminazione, e particolarmente in pianura, quando esistono molte parcelle di forma rettangolare rivolte nello stesso senso, e si hanno quindi parecchi altri termini in vicinanza di quelli a ristabilirsi. Ma, ed in progresso di tempo? E dove queste propizie condizioni mancano, e così nella pluralità dei casi? In allora eccoci inevitabilmente ricondotti all'immane pericolo degli spostamenti sovra segnalati.

51. — Per noi, lo diciamo francamente, è un'illusione, una mera illusione il credere che i termini che piantansi in occasione d'una generale catastazione sieno per conservarsi lungo tempo nella precisa ed immutata posizione loro data originariamente. Basta infatti aver vissuto parecchio fra i campi per esserne completamente persuasi.

« L'inavvertenza, i lavori sempre violenti dell'agricoltura, lo scavamento per canali o fondazioni, l'abbassamento del terreno, il piantamento d'alberi d'alto fusto, la mano inetta degli operai, il peso degli strumenti, la difficoltà del carreggio, il passaggio delle acque, il guasto degli uragani, in una parola, l'azione combinata delle forze dell'uomo, degli animali e degli elementi, sradicano con facilità i termini di confini, senza che il proprietario si curi di ripristinarli, senza ch'egli possa farlo subito, anzi senza neppure che egli ne sospetti l'accidentale soppressione » (1). E quanti non sono i termini che la vanga, ed in particolare l'aratro, anche innocentemente, rimuovono e trasportano di posizione?

In conseguenza, il confidare la conservazione dei confini a delle pietre cotanto soggette a scomparire od a mutare di posizione, spendendo somme enormi nell'intendimento appunto di procurarci la fissità dei confini, sarebbe, secondo noi, da spensierato; sarebbe come edificare sulla sabbia, o pretendere della stabilità da cose instabili per natura.

52. — Ma la bisogna corre ben diversa, se noi rendiamo fissi sul terreno i punti trigonometrici, a qualunque ordine appartengano, quelli poligonometrici di 1° ordine e qualche altro di 2° ordine; e se determiniamo di posizione i vertici delle parcelle (relativamente ai detti punti), con poche e semplici operazioni di misura.

E diciamo ad arte, con poche e semplici operazioni, perocchè, per noi, è canone indiscutibile (a parte la considerazione della spesa che è pure da portarsi in linea di conto, come si è detto al numero 39), è canone indiscutibile, diciamo, che tanto meno si ha approssimazione nella mappa e nel ripristino dei confini, quanto più numerosi sono gli allineamenti da tracciarsi e canneggiarsi; quanto più i medesimi sono lunghi e lontani dai punti trigonometrici, e quanto più essi appartengono ad un ordine subalterno. In conseguenza, secondo noi, il numero dei punti fissi (sieno dessi trigonometrici, poligonometrici od altri), dovrebbe essere talmente abbondante da permettere, salvo casi speciali, di rilevare tutti i particolari o *direttamente* dagli stessi capisaldi, od *indirettamente* mercè stazioni sussidiarie, *esattissimamente determinate*, e collegate *direttamente* con uno o più punti trigonometrici; ovvero con allineamenti appartenenti ad un ordine non inferiore al secondo, od anche al terzo in qualche caso di rilievi in pianura.

A cagion d'esempio, e per le ordinarie contingenze, noi non ammettiamo, che partendo da un punto trigonometrico ed orientandoci su di un altro, si determini una prima stazione, e poscia che da questa se ne determini una seconda, e successivamente anche una terza, se queste due ultime

stazioni non cadono su oggetti fissi, oppure non sono collegabili ad oggetti fissi; e ciò sempre pel motivo sopra enunciato, che più ci allontaniamo dai punti trigonometrici e più aumentiamo il numero delle operazioni in caso di ripristino di confini, con grave accrescimento di spesa, e considerevole diminuzione d'attendibilità nei risultati.

53. — Ma per rendere fissi i citati punti fondamentali del rilievo e del ripristino dei confini, non occorre menomamente di far sempre uso di termini in pietra lavorata, colla scanalatura laterale, e murati alla loro base. Cotali pietre dovrebbero riservarsi per i punti trigonometrici appartenenti agli ordini superiori; per gli altri ed in particolare per i poligonometrici, sono sufficienti delle pietre di forma parallelepipedica, lunghe ottanta centimetri ad un metro, e grossolanamente lavorate; o meglio ancora, per risparmio di spesa, delle pietre greggie ordinarie, a forma oblunga molto pronunziata, e portanti scolpito sulla faccia superiore un segno qualunque indicante il vero centro della stazione.

Senonchè, sparsi per la campagna, noi troviamo un numero grandissimo di oggetti atti a servire di punti fissi, quali i paracarri, le pietre miliari e chilometriche, i termini territoriali, quelli dei terreni comunali, ed anche i termini dividenti le proprietà private, purchè solidamente piantati nel terreno, i massi che trovansi disseminati sulle pendici dei monti, ecc. Per servire al nostro assunto le dette pietre non abbisognano di spesa alcuna, salvo quella, in caso di bisogno, di farvi scolpire sulla faccia superiore un segno convenzionale individuante il centro della stazione, oppure l'altra di venire murate alla rispettiva base, quando non appaiano sufficientemente stabili.

54. — Inoltre, per fissare la posizione dei punti trigonometrici o poligonometrici, abbiamo a nostra disposizione un altro mezzo semplicissimo ed affatto gratuito, quello cioè di collegarli (con uno dei modi insegnati da tutti i trattati di topografia), con oggetti posti in vicinanza e veramente fissi, quali sono i fabbricati, le chiese o cappelle, i piloni, i ponti, gli acquedotti, i sifoni, le case cantoniere, i viadotti, i muri di cinta, i pilastri di sostegno dei cancelli d'entrata alle vigne, i casotti ivi esistenti, ecc.

Come vedesi, se si pon mente al partito che si può trarre al riguardo dagli oggetti fissi che già troviamo sotto mano sul terreno, noi siamo condotti a concludere, che anche la spesa occorrente per procurarci i necessari punti fissi non è poi così forte, come a primo aspetto può parere. Ma quand'anche essa lo fosse realmente, non dovrebbe tornarci discaro lo spendere per assicurarci il miglior mezzo che abbiamo a nostra disposizione (notisi che diciamo il *miglior mezzo*) per provvedere in modo *veramente efficace e sicuro* ad una lodevole conservazione dei confini.

55. — Il maggior numero degli autori fa consistere l'utilità dei punti trigonometrici nella suscettibilità che essi presentano di permettere una razionale compensazione delle poligonali e d'impedire la propagazione dei piccoli errori inevitabili nel rilievo parcellare. In conseguenza gli autori stessi propongono di spingere la triangolazione solo al punto di avere un vertice trigonometrico ogni 1000 o 2000 metri.

Noi invece, non disconosciamo il suddetto vantaggio, ma reputiamo che l'importanza maggiore dei punti trigonometrici o poligonometrici risieda nell'attitudine, di cui sono dotati, di servire siccome capisaldi alla conservazione ed al ripristino dei confini. Anzi, per noi, quella dei punti fissi è questione di capitale importanza per la riuscita d'un catasto; inquantochè siamo intimamente convinti, che, senza di essi, la conservazione dei limiti di proprietà e dello stesso catasto non potrà mai eseguirsi a dovere, e lascerà mai sempre a desiderare.

(1) ROBERNIER, *De la preuve*.



Ma non è qui tutto, e reputiamo dover andare più innanzi ancora; cioè, non solo vorremmo fittissimi i punti fissi; ma vorremmo eziandio, sempre quando la cosa è agevole, che le stazioni celerimetriche e gli estremi degli allineamenti d'ordine inferiore si facessero, di preferenza, cadere su oggetti, se non addirittura fissi, quanto meno poco soggetti a cambiar di posizione; ovvero che gli allineamenti e le stazioni venissero in qualche modo collegate ad oggetti stabili o relativamente stabili. Infatti, ognuno comprende di leggieri come, praticando siffatte precauzioni (per nulla onerose), l'operazione di ripristino di confini viene ad esserne immensamente avvantaggiata, sia dal lato dell'economia, quanto dal lato dell'esattezza, la qual cosa è precisamente quella a cui deve tendere ogni catasto ben inteso.

Per noi, dicasi pure che abbiamo la mania dei punti fissi, che non muteremo per ciò d'opinione; perocchè, nella nostra carriera, soventi alle prese con questioni di confine, troppe volte abbiamo constatato e lamentato gl'inconvenienti che provengono dalla mancanza di frequenti punti fissi, per poter ricrederci al riguardo. Che anzi, a noi pare strano, veramente strano, che si prescrivano nelle operazioni di misura delle cautele minuziosissime, e che i tecnici si arrovellino per escogitare nuovi procedimenti atti ad accrescere l'approssimazione delle operazioni stesse, e ciò particolarmente nell'intendimento di provvedere in modo plausibile alla conservazione dei confini, e che poi si trascurino d'altro lato quelle precauzioni e quegli artifizii che più degli altri sono idonei a farci raggiungere l'intento a cui miriamo.

56. — Però non siamo soli a riconoscere indispensabile, assolutamente indispensabile, l'esistenza di molti punti fissi o capisaldi; ed abbiamo in ciò a compagni autorevolissime persone, quali il Robernier ed il Bonjean sovra citati, che hanno fatto studi specialissimi e commendevoli sulla applicazione del catasto alla conservazione dei limiti di proprietà, e che parlano di termini di riferimento distanti metri 250 a 300 l'uno dall'altro; ed abbiamo inoltre a compagno il valente geometra Rabbini più volte menzionato, che parla d'un termine trigonometrico (murato alla base, quando non cade su oggetti già fissi per natura) ogni 300 metri, ovvero ogni 500 a 600 in casi particolari (1), e che amiamo di nuovamente citare, inquantochè anch'egli studiò a fondo la materia catastale, e coprì la carica di Direttore-Capo del catasto piemontese dopo aver trascorso, come già dicemmo altrove, gran parte dei suoi giorni in mezzo a questioni di confine; motivo per cui la sua opinione merita un'importanza eccezionale.

D'altra parte rileviamo dalla nota Relazione Messedaglia, che in alcuni catasti germanici i punti trigonometrici e poligonometrici (*che si vollero fissati sul terreno*) sono numerosissimi; cioè uno su ettari 5.7 pel Ducato di Lauenburgo, uno su ettari 1.2 pel Distretto di Linz al Reno, ed uno su ettari 4 pel Principato di Schwarzburg-Sondershausen (pagina 119 e 131).

Abbiamo creduto opportuno ricorrere alle suddette citazioni per porre in sodo, che quanto noi domandiamo non è cosa nuova, non solo, ma è cosa che fu già altrove applicata con successo; motivo per cui non deve neppure sgomentare l'idea della spesa, fosse pure alta, cui devesi andare incontro, allo scopo di procurarci un numero sufficiente di capisaldi.

57. — Nello stabilire i punti trigonometrici o poligonometrici bisogna prender norma da quanto si è detto al numero 52; ma non si può certo indicare a priori quale

ha da essere il loro numero, dipendendo esso da svariatissime circostanze di fatto. Valga il vero, esso deve variare a seconda delle accidentalità, del genere di coltura e del valore del terreno, dello sminuzzamento della proprietà, della dimensione delle pietre che si adoperano per termini e della facilità con cui i confini si disperdono, della moralità ed indole degli abitanti e del rispetto che si ha pei termini, del numero di altri oggetti fissi servibili al collegamento delle operazioni di rilievo, dell'uso invalso di piantare alberi o siepi lungo i confini, della disposizione e forma delle parcelle, della natura delle linee di confine, ecc.

Comunque, ritengasi che quanto più i punti fissi sono numerosi (entro certi limiti, ben inteso) e meglio è pel ripristino dei confini; e non si dimentichi d'altra parte che capisaldi e quote numeriche costituiscono le pietre angolari d'ogni edificio catastale.

58. — Al numero 55 abbiamo detto che per la conservazione del catasto è del pari necessario un sufficiente numero di punti fissi. Passiamo a dimostrarlo.

Prima però ci sia lecita l'osservazione, che, a quanto pare, in Italia non si ha un'idea esatta del vero modo con cui dovrebbero conservarsi i catasti, e ciò perchè tutti i progetti di legge succedutisi nella seconda metà di questo secolo, in caso di frazionamento delle parcelle si limitano a richiedere il solo *tipo grafico* delle diverse frazioni, e non altresì il relativo *piano a quote numeriche*.

Nel caso dell'attuale regolamento 24 dicembre 1870, il limitarsi a soli tipi grafici è cosa perfettamente razionale ed incensurabile; perocchè con esso trattasi di provvedere alla conservazione di catasti *puramente grafici*, quali sono quelli vigenti nelle diverse provincie del Regno.

Ma che dire dei progetti di legge allestiti dal 1855 in poi? Probabilmente lo stesso Rabbini, così caldo fautore delle quote numeriche, accontentavasi della conservazione grafica (1).

Il progetto di legge compilato dalla Commissione del 1871, coll'articolo 21 ordina la formazione di un catasto numerico; ma all'articolo 72 ripete la disposizione del suddetto regolamento 24 dicembre 1870, cioè accontentasi di piani grafici.

Infine il regolamento 8 giugno 1882 per la catastazione delle provincie modenesi, con cui intendesi compilare un vero catasto numerico, *con tassativa esclusione dei metodi grafici di rilievo*, per quanto riflette la conservazione del catasto (articolo 139), si riferisce del pari al graficismo del menzionato regolamento 24 dicembre 1870.

59. — Orbene, è sufficiente la conservazione grafica? Evidentemente che no, e ciò sempre pel noto motivo che la larga approssimazione consentita dai piani grafici non è atta a provvedere in modo lodevole al ripristino dei confini di proprietà. Ed anche su questo proposito diremo, che a parer nostro, non è logico il richiedere una grandissima approssimazione nei rilievi parcellari, ed appagarsi, per quanto concerne la conservazione del catasto, d'una esattezza di gran lunga minore.

Conseguentemente, a nostro avviso, la conservazione dovrebbe farsi altresì in modo numerico; mentre d'altro canto si dovrebbe rendere obbligatorio il piantamento dei termini fra le diverse frazioni in cui suddividonsi i numeri di mappa. Inoltre le operazioni di misura necessarie al rilievo delle menzionate frazioni dovrebbero eziandio collegarsi o direttamente od indirettamente ai punti trigonometrici o poligonometrici esistenti sul terreno, nella stessa guisa che lo sono quelle state eseguite pel rilievo dell'intera parcella. Di qui la conferma di quanto più innanzi abbiamo enun-

(1) *Lezioni sull'accertamento catastale.*

(1) Legge 4 giugno 1855, articolo 39.



ciato, che cioè anche per la conservazione del catasto è indispensabile l'esistenza di buon numero di capisaldi.

Una pratica utilissima si potrebbe inoltre seguire nel rilievo dei nuovi confini delle particelle frazionate, quella cioè di condurre le operazioni collo stesso procedimento adottato in occasione della misura generale, tracciando cioè gli allineamenti medesimi, o collocando il goniometro nel sito identico della primitiva stazione. E ciò perchè, agendo in tal modo, il rilievo dei confini delle nuove particelle resta necessariamente collegato coi punti trigonometrici, ed in pari tempo eziandio coi vertici dei contigui appezzamenti.

La conservazione numerica dei catasti è infine richiesta dalla necessità di potere, in qualunque tempo avvenire, rifare con facilità le mappe guaste o deturpate, ovvero aggiornarle, od anche per farle servire a scopi tecnici ed agricoli.

60. — Riepilogando e concretando quanto sinora si è detto, si giunge alle seguenti conclusioni:

I) Per gli usi del catasto di cui ai numeri 3 a 9, basta anche solo una larga approssimazione;

II) Per quanto concerne la superficie delle parcelle, se è desiderabile, e da augurarsi, una grande approssimazione, essa non è però assolutamente necessaria;

III) La creazione d'un catasto probatorio (per quanto riflette i confini di proprietà) è imperiosamente reclamata dall'impossibilità di potere altrimenti provvedere in modo efficace alla tutela dei confini medesimi;

IV) La conservazione ed il ripristino dei confini deve poter farsi con poca spesa non solo, ma altresì con grande approssimazione (e così in modo numerico, escluso ogni metodo grafico), e nel preciso sito occupato all'epoca della misura generale (locchè ottiensi col sussidio di un sufficiente numero di capisaldi);

V) Infine, anche la conservazione del catasto deve effettuarsi, non solo in modo grafico, ma altresì in modo numerico.

Così constatati i principii direttivi a cui deve informarsi l'esecuzione d'ogni buon catasto, poniamo termine al presente scritto, non senza l'intenzione di ritornare sull'argomento, per discorrere intorno ai differenti metodi numerici di rilievo ed ai diversi procedimenti usati nel calcolo delle aree, non che addivenire in pari tempo ad un esame critico della legge 1° marzo 1886 e del relativo regolamento 2 agosto 1887.

Dicembre 1887. *Geometra* BERNARDO BERTOLINO.

## NECROLOGIA

### Ascanio Sobrero

N. L'11 OTTOBRE 1812; † IL 26 MAGGIO 1888.

Registriamo con dolore la perdita del professore Ascanio Sobrero. Egli era tra i pochissimi superstiti di quella pleiade di riformatori, che iniziarono in Piemonte a fianco delle matematiche discipline il culto per le scienze applicate; uomini valorosi per scienza e coscienza, di cui ogni impresa era un grande successo; altrettanto schivi di vanagloria come di artificiosi espedienti, e de' quali tale è il vuoto lasciato, che di loro suolsi dire perduto financo lo stampo.

Ascanio Sobrero aveva atteso in Torino fin da giovinetto allo studio delle discipline mediche. Addottoratosi in medicina nel 1832, ed ottenuta nell'anno seguente la laurea in chirurgia, si rivolse di poi con animo indefesso agli studi della chimica nel Laboratorio della R. Università; e nel 1840 recavasi a Parigi a continuare quegli studi pei quali propendeva in modo speciale. Colà frequentò le lezioni dei più provetti insegnanti, conobbe il chimico Dumas, dal quale fu molto apprezzato; lavorò nel gabinetto privato del Pelouze che era altro membro dell'Istituto di Francia, e prestò parecchi mesi l'opera sua nel Laboratorio della Zecca di Parigi, procurandosi coll'esame il titolo di Saggiatore.

Nel 1843, lasciata la capitale francese, si recava a Giessen a frequentare la Scuola ed il Laboratorio di chimica di quell'Ateneo ed ivi attese con profitto a lavori scientifici sotto la direzione dell'illustre Liebig.

Ritornato in patria, non senza avere sostenute in proprio le spese di tutti gli studi fatti all'estero, il Sobrero faceva pure ritorno al Laboratorio annesso all'Anfiteatro di Chimica della R. Università, ed ivi, studiando ed sperimentando gli effetti dell'acido nitrico sulle sostanze

organiche, faceva la scoperta di quel terribile esplosivo, del quale l'ingegnere svedese Nobel seppe trarre più tardi partito industriale e commerciale, dandovi struttura più trattabile e meno pericolosa ed il nome speciale di *dinamite*.

La scoperta della glicerina fulminante o nitroglicerina, come venne denominata dal Sobrero, trovò negli Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino del 1846, e gli valse la nomina a membro di quell'Accademia della quale fu pure segretario perpetuo per la Sezione di scienze.

La Società per la fabbricazione della dinamite stabilì ad Avigliana, poneva nel 1877 un modesto busto in marmo all'ingresso dell'edificio al Sobrero, nominandolo suo consulente tecnico con lieve emolumento.

Quando nel 1845, con a capo il non mai abbastanza compianto Carlo Giulio, sorse in Torino quel primo Istituto tecnico che più tardi diventò la Scuola d'Applicazione degli Ingegneri, il Sobrero si trovò con altre glorie subalpine chiamato a professare la chimica applicata alle arti, e più tardi ebbe a dettare lezioni di chimica applicata all'arte del costruttore per gli allievi dell'Università che studiavano matematica. Apertasi poi nel 1860 la Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri, il Sobrero fu nominato professore di chimica docimastica, e in quell'insegnamento continuò sino all'ottobre del 1883, quando la malattia che già lo minava al cuore e l'età avanzata gli impedirono di perseverare nel compito suo.

Chiarezza di concetti, ordine di esposizione, facilità, eleganza e vigore di parola, erano doti universalmente riconosciute nel professore Sobrero, e di cui le molteplici pubblicazioni sue non riescono a dare sufficiente idea.

Le memorie che il professore Sobrero pubblicò nei volumi dei diversi corpi scientifici oltrepassano la cinquantina, e vi si trovano molte idee nuove, molte ricerche fortunate e ricche di pratici risultati. Scrisse inoltre e pubblicò tra il 1851 e il 1866 il suo *Manuale di chimica applicata alle arti*, in quattro volumi; e nel 1877 vennero pure pubblicate le sue *Lezioni di Chimica docimastica*, quali erano date agli Ingegneri.

Fu membro effettivo e zelantissimo della Società degli Ingegneri di Torino, presidente dal 1873 in poi della R. Accademia di Agricoltura, che lo vide in ultimo dirigere le sue sedute più colla energia della volontà che non colla forza fisica che accennava a spegnersi.

Italiano di mente e di cuore, non cercò onori, come non aveva cercato ricchezze; ma non mancarongli apprezzate distinzioni; fu professore di chimica dei Principi Umberto ed Amedeo; fu membro del Consiglio provinciale di Sanità della Provincia di Torino, Consigliere comunale di Torino dal 1879 in poi, ed Assessore per l'igiene nel 1882. Membro effettivo od onorario di parecchie reputate Accademie estere e nazionali, alle molte onorificenze del Governo ebbe pure la ben dovuta soddisfazione di aggiungere quella della Croce del merito civile di Savoia.

G. S.

## BIBLIOGRAFIA

MUSCO E COPPERI, COSTRUTTORI. — **Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati.**

PART. 1<sup>a</sup>, *Opere muratorie*, composta di 25 tavole in cromolitografia ed 1 vol. di testo in-4°, di pag. 132. — L. 30.

PART. 2<sup>a</sup>, *Opere di finimento ed affini*, composta di 25 tavole in cromolitografia ed un 1 vol. di testo in-4°, di pag. 176. — L. 30.

La parte prima di quest'opera era già stata premiata con medaglia d'argento dal Giuri della Sezione didattica dell'Esposizione generale italiana di Torino nel 1884. La parte seconda, degna in tutto della prima, non è uscita che in quest'anno, mentre si sta ristampando la parte prima di cui è esaurita affatto la 1<sup>a</sup> edizione.

I signori Musco e Copperi sono impresari costruttori già provetti nell'arte loro, in quanto ebbero fin da giovinetti la guida sicura e maestra del loro zio, il cav. Domenico Tealdi, al quale sono in questi ultimi anni definitivamente succeduti.

I particolari delle moderne fabbriche, di cui hanno preso a trattare in questa loro pubblicazione, sono adunque il risultato e la sintesi della esperienza, nonchè di quelle odierne esigenze di distribuzione, di igiene, di comodità e di eleganza, per le quali si abbandonano le vecchie abitudini torinesi e si preferiscono le nuove.

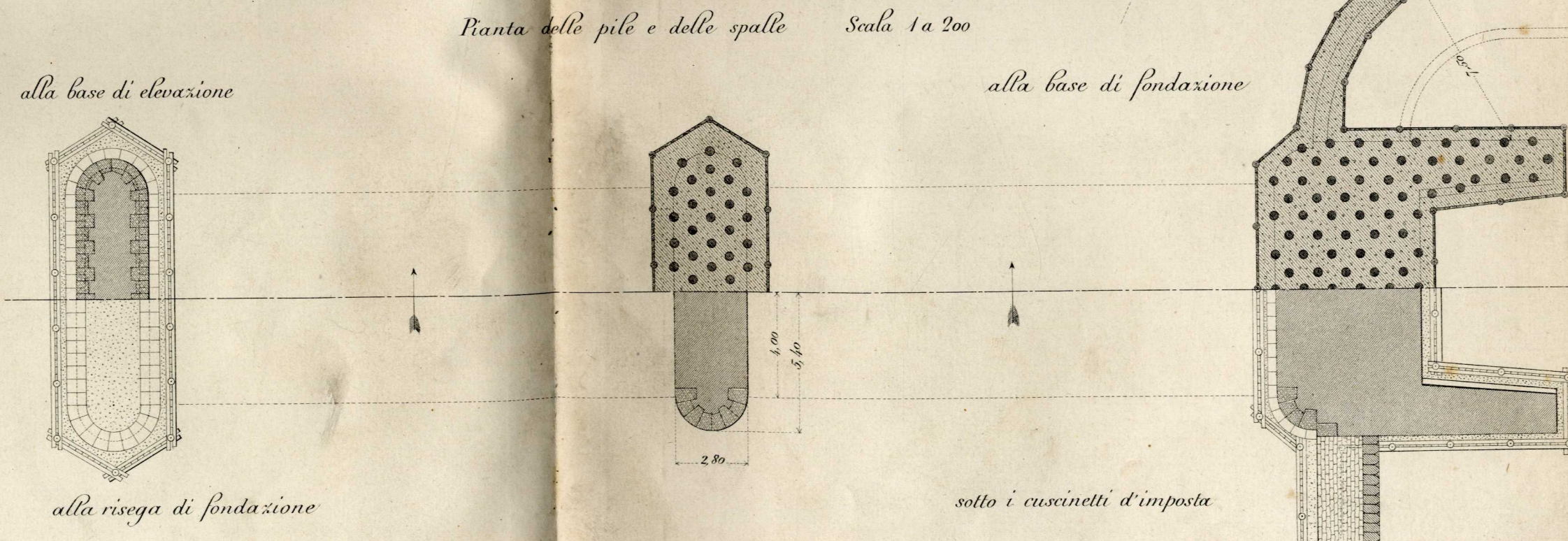
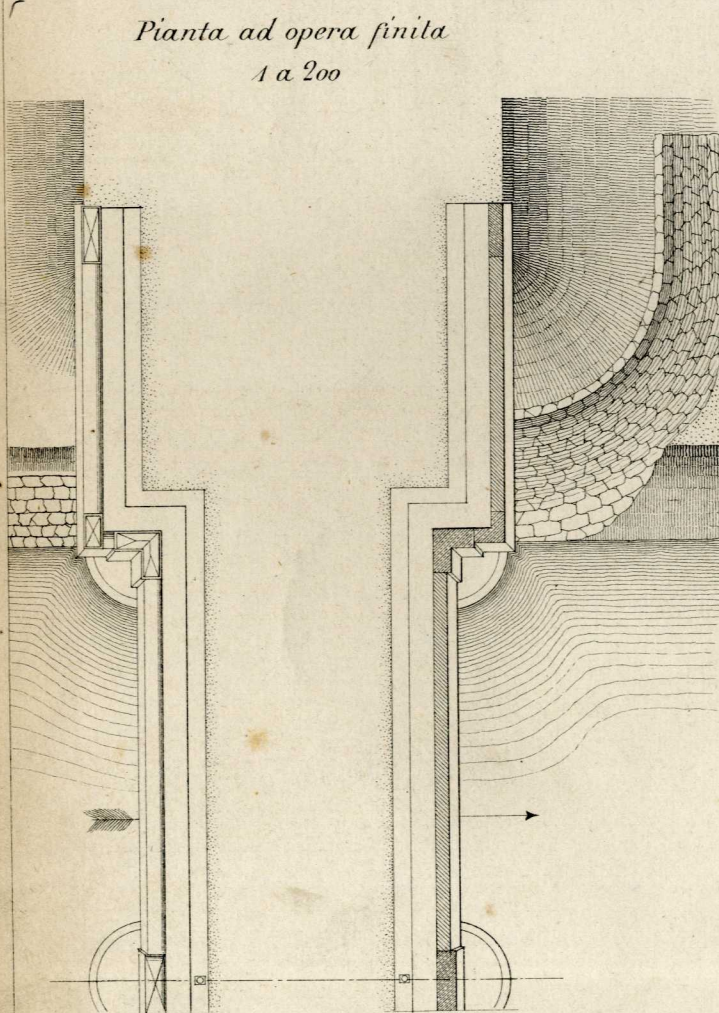
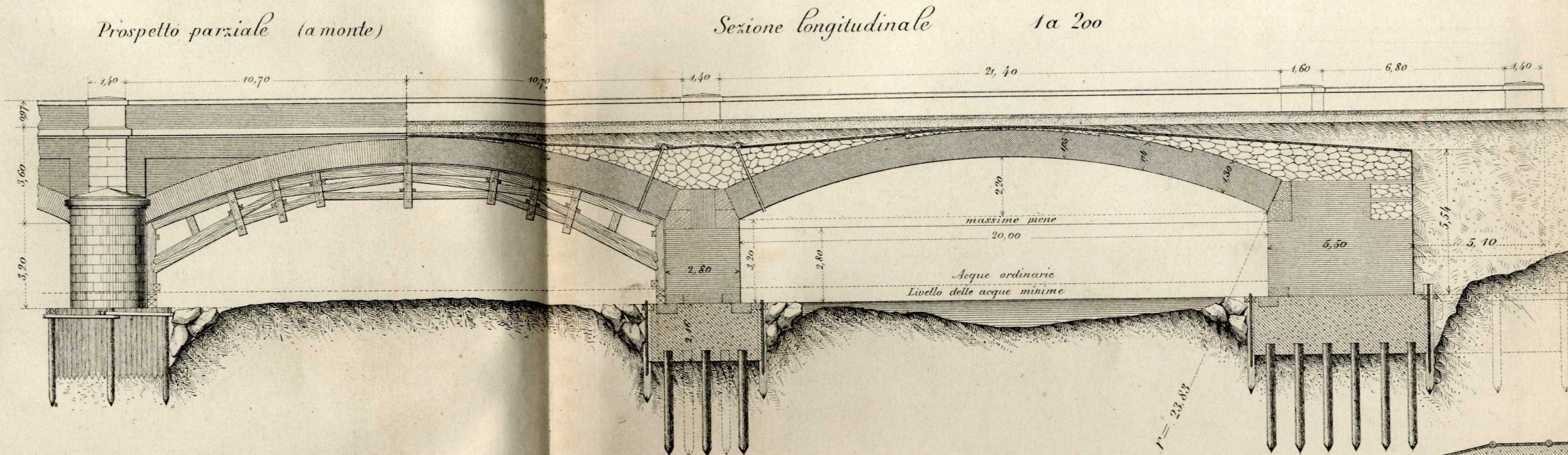
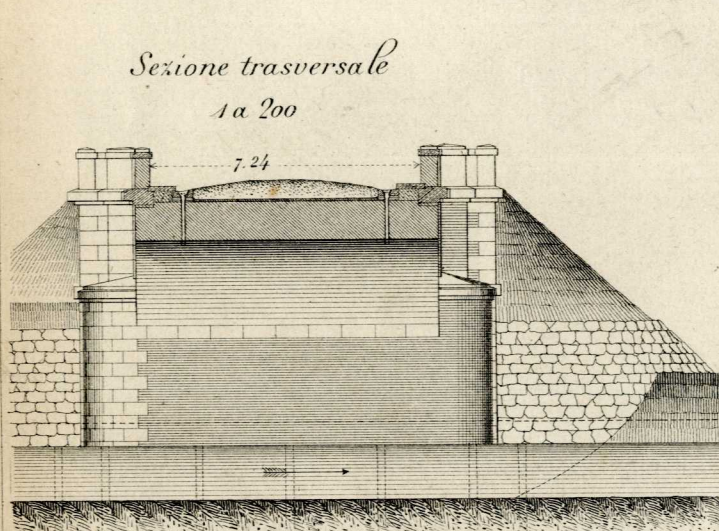
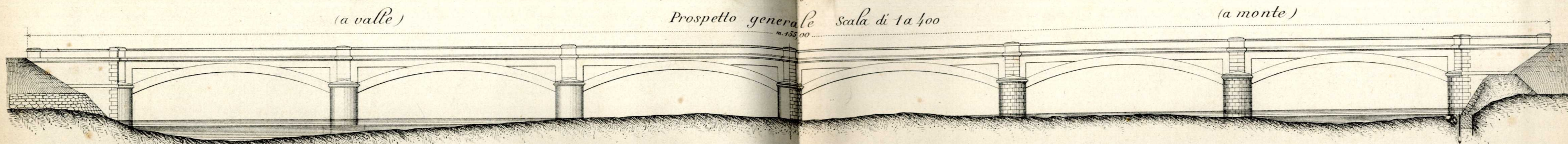
Nella *Parte prima* sono disegnati e descritti i diversi sistemi di fondare gli edifici, di utilizzare i piani sotterranei, di costruire i portici, i ponti di servizio, le diverse strutture dei tetti, delle coperture, dei cornicioni, degli abbaini, ecc., i lucernari, le volte, i soffitti, le scale, ecc.

Nella *Parte seconda* sono le migliori norme per la costruzione di pavimenti e terrazzi, i diversi particolari per diramazioni d'acqua, tubi, vasche e valvole, sedili da cesso, grondaie, ecc., poi le diverse opere di riscaldamento, i particolari dei serramenti per porte e finestre, le cancellate, ecc. Un progetto di palazzina con giardino e dipendenze, i più utili dati per scuderie e rimesse, una casa da pigione studiata in ogni sua parte, ed alcuni tipi di fabbricati speciali per stabilimenti industriali completano il libro.

I particolari sono tutti disegnati in grande scala, e non possono a meno di riescire di grande giovamento a quanti intraprendono la carriera del costruttore, ed a' giovani architetti i cui progetti dimostrano sempre una qualche incertezza nel disegno di tali particolari.

G. S.





*alla base di elevazione*

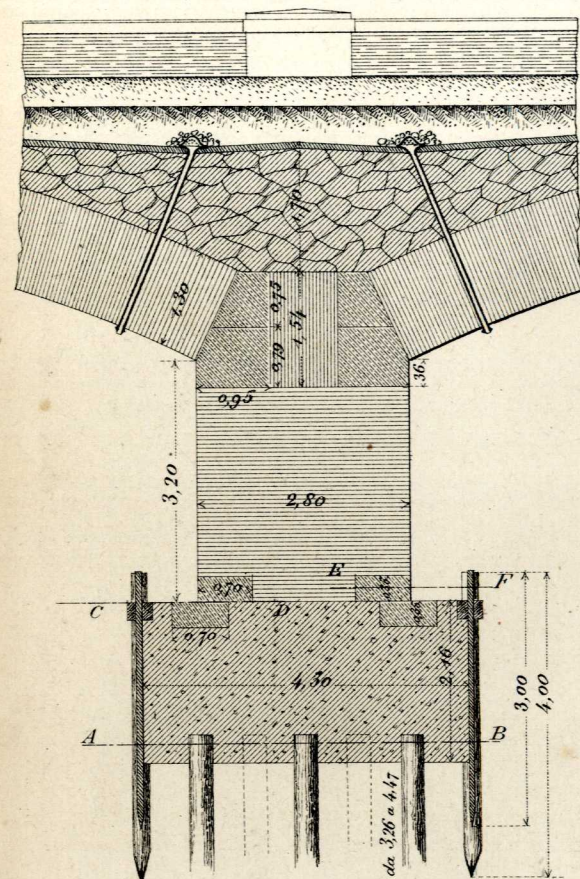
*alla base di fondazione*

*alla risega di fondazione*

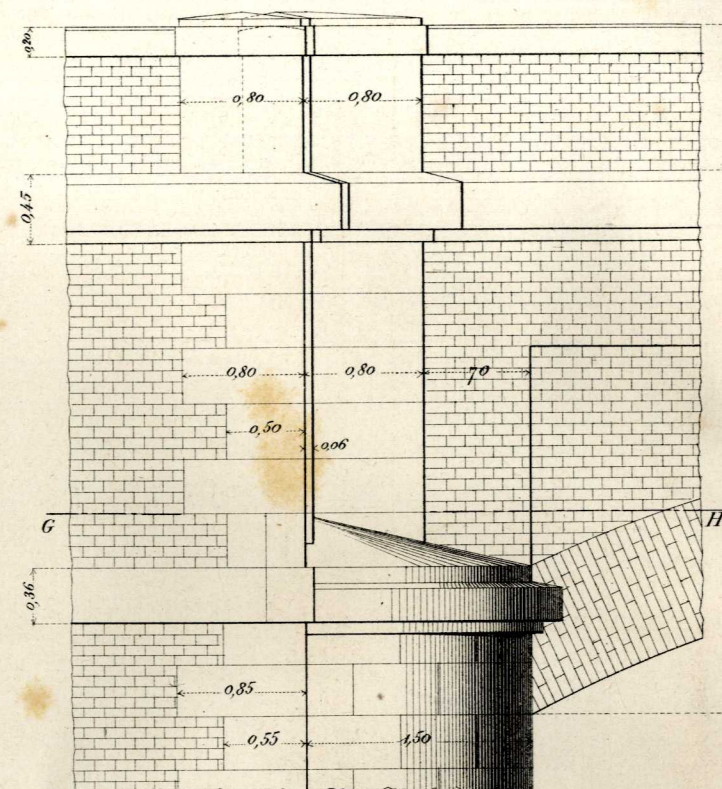
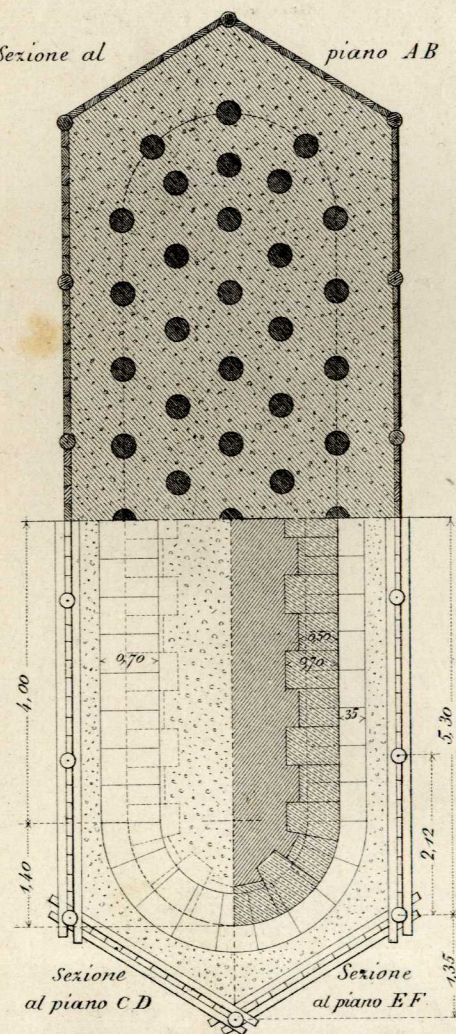
*sotto i cuscinetti d'imposta*



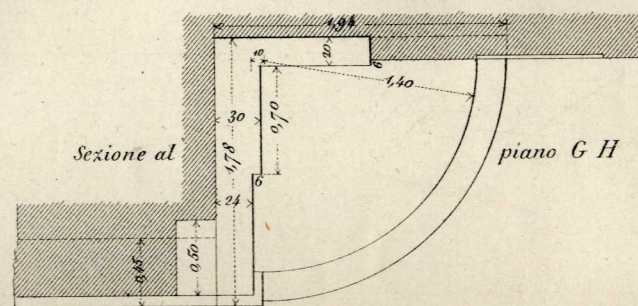
*Particolari del prospetto a monte      Scala di 1 a 50*



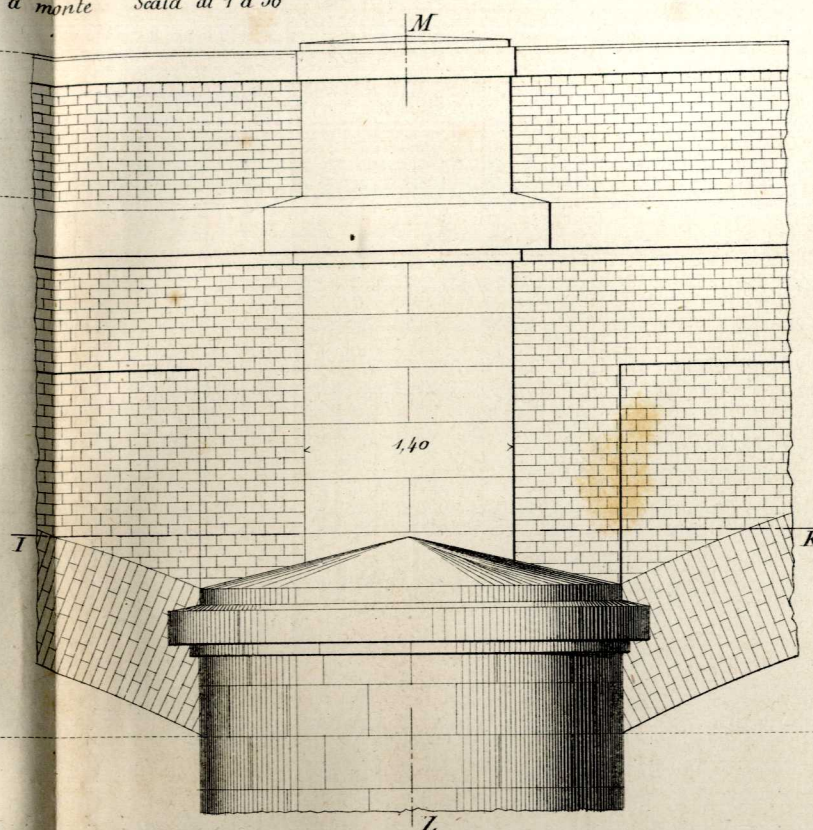
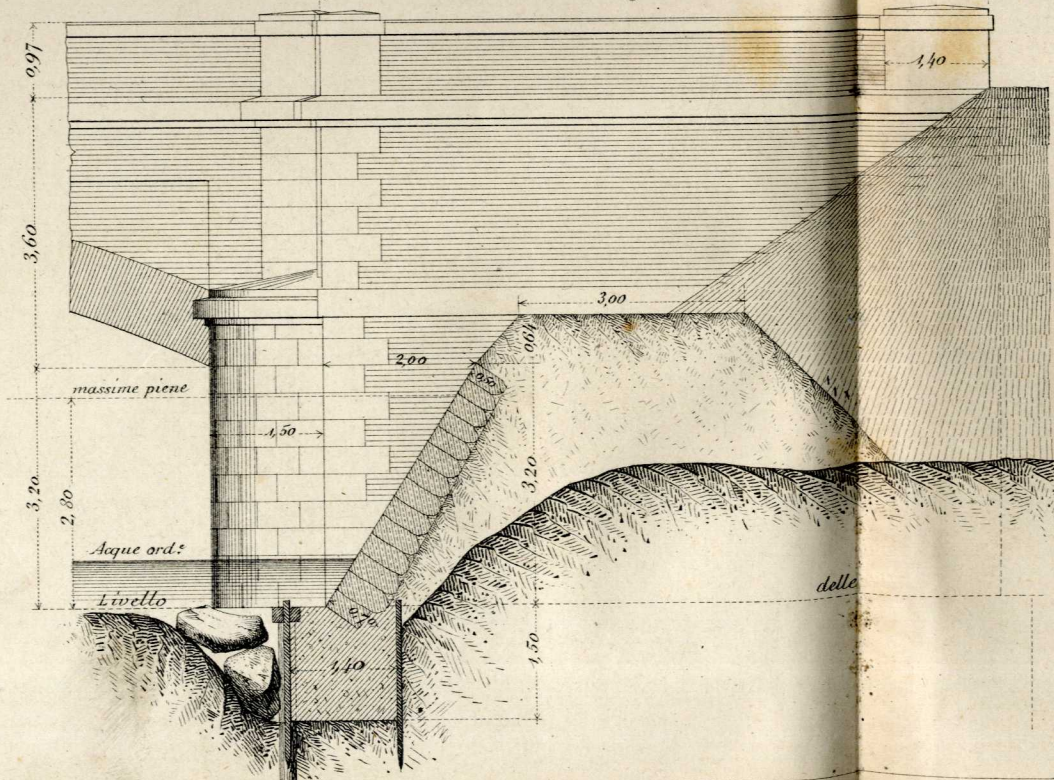
Sezione al  piano  $AB$



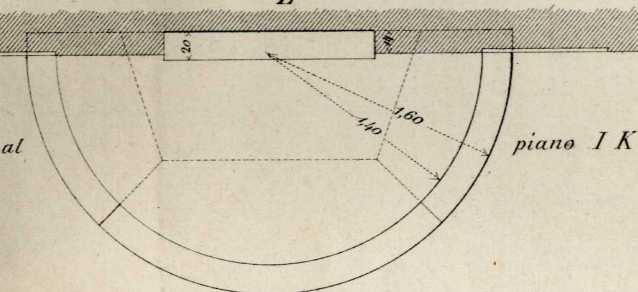
Sezione al  78   piano G H



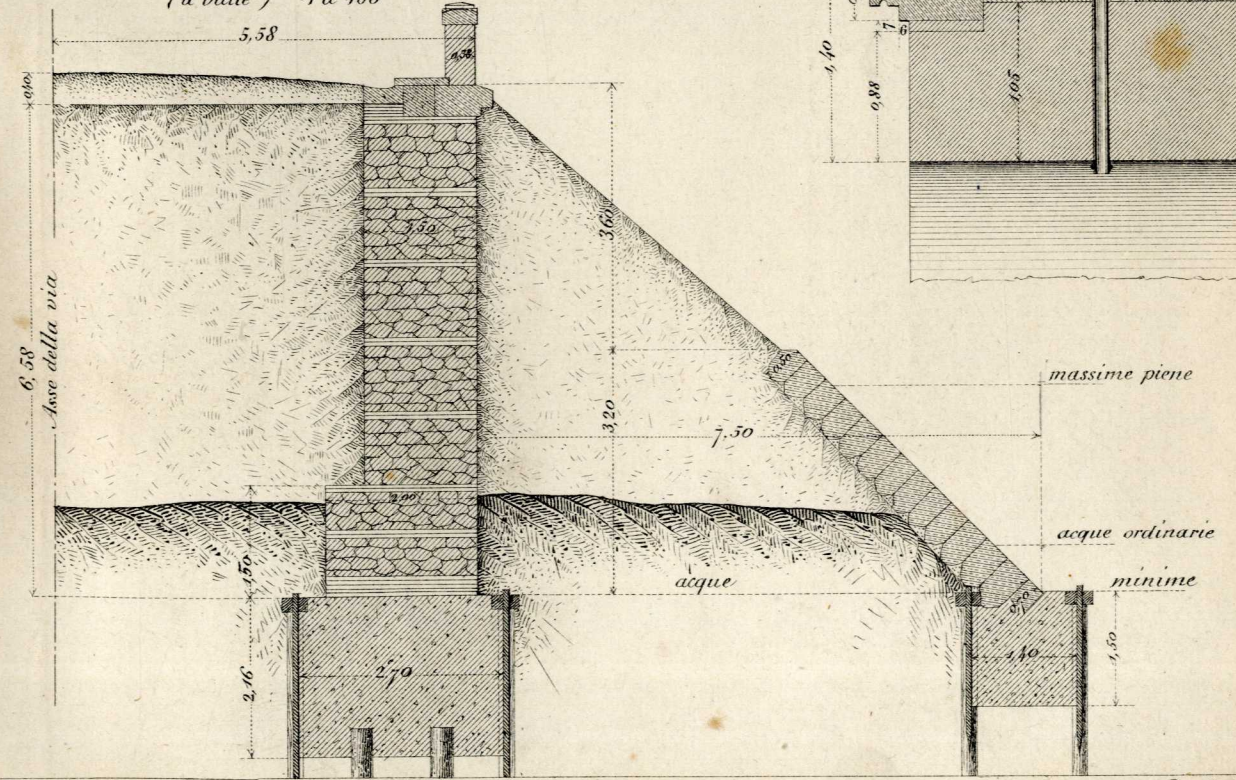
Sezione trasversale dell'argine (a monte) 1 a 100



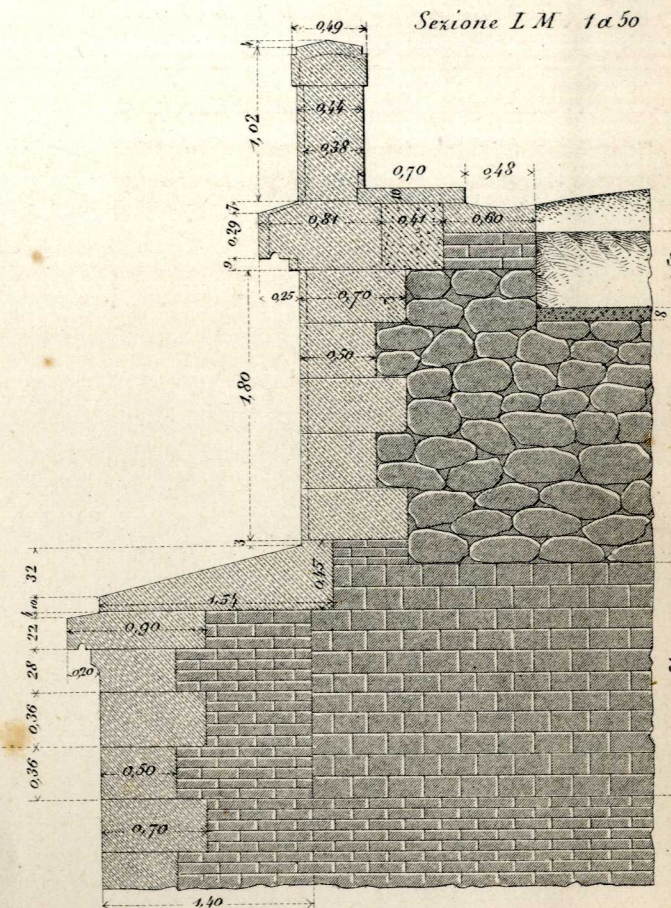
Sezione al piano  $IK$



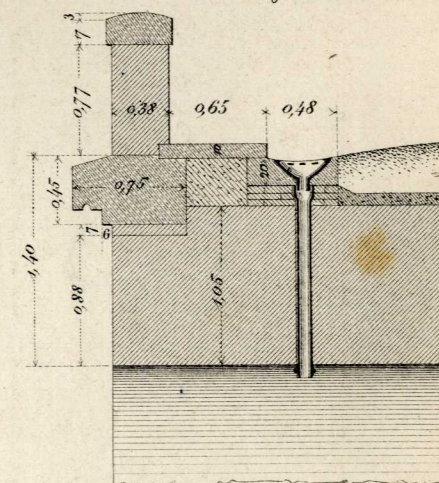
*Metà sezione a tergo di una spalla con quarto di cono  
(a valle) 1 a 100*



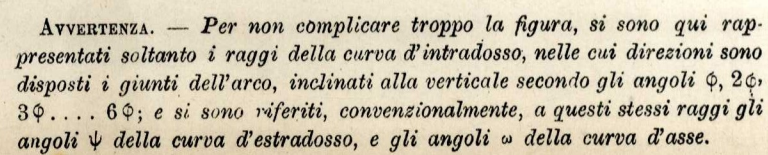
*Sezione LM 1a50*



*Particolare*  
*alla chiave degli archi 1a 50*









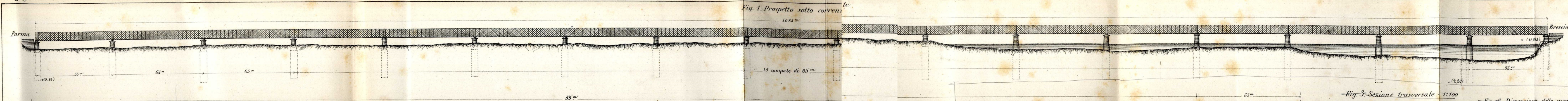


Fig. 2. Disposizione del traliccio per una campata - 1:100

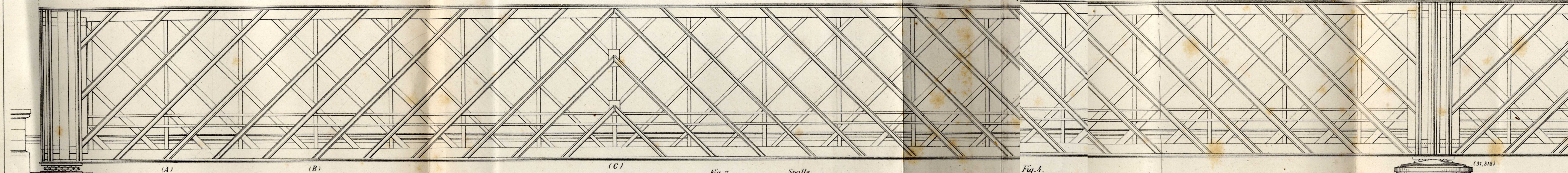


Fig. 11. Attacco traliccio 1ª Serie (A)

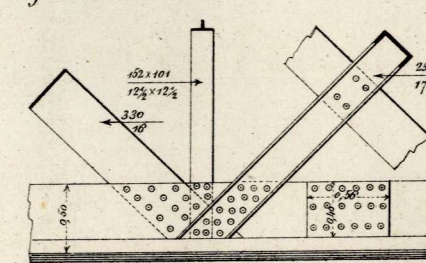


Fig. 12. Attacco traliccio 2ª Serie (B)

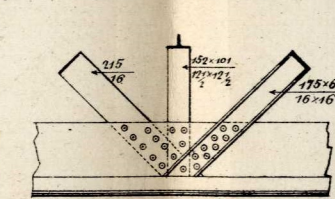
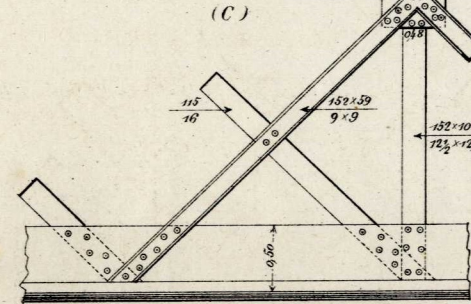
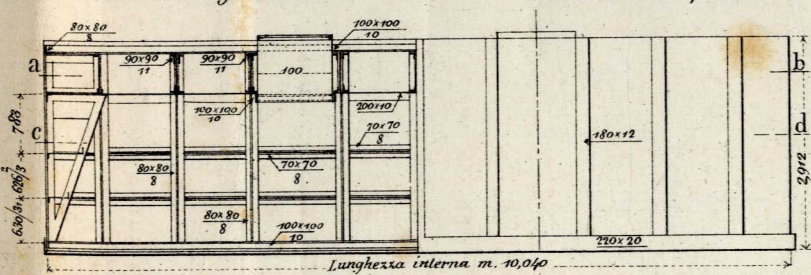


Fig. 13. Attacco traliccio 3ª Serie (C)

Fig. 8. Camera di lavoro per la fondazione delle spalle  
Sezione longitudinale  
Elevazione di fianco

Sezione orizzontale secondo a b

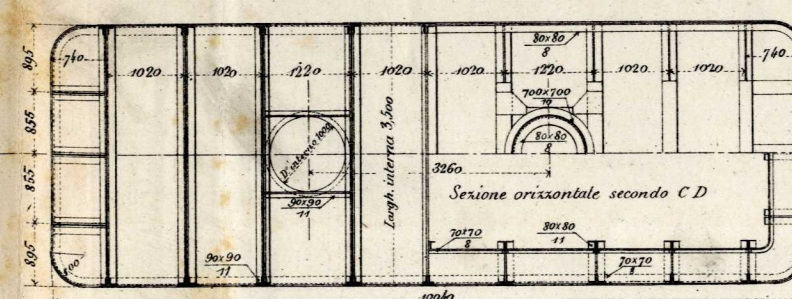


Fig. 7. Prospetto

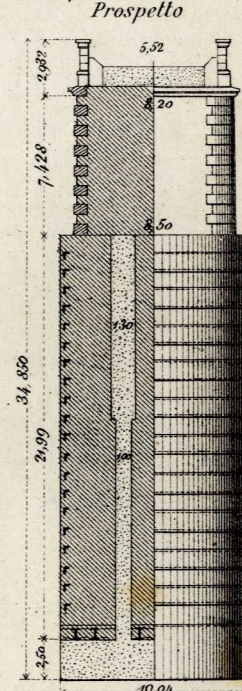


Fig. 4. Prospetto

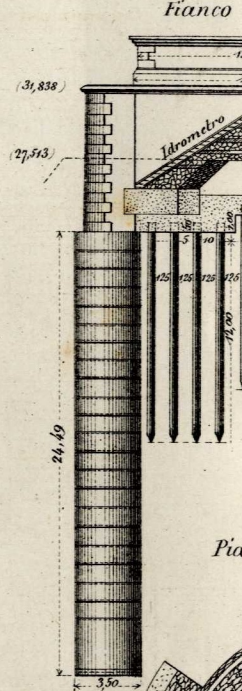
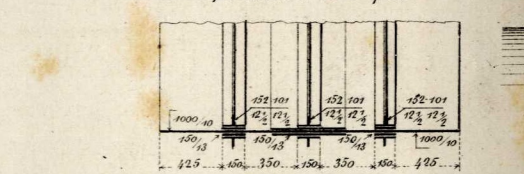
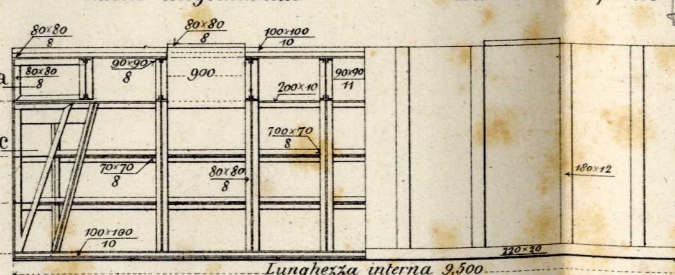


Fig. 17. Sezione orizzontale di una trave in corrispondenza alle pile.



Fig. 17. Sezione orizzontale di una trave in corrispondenza alle pile.

Fig. 5. Camera di lavoro per la fondazione delle pile  
Sezione longitudinale  
Elevazione di fianco

Sezione orizzontale secondo a b

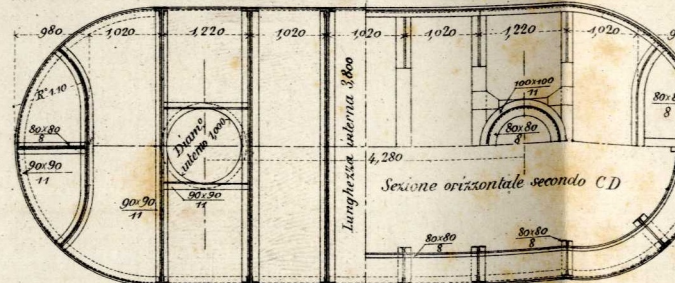


Fig. 9. Piastra d'ancoraggio sulla pila 8ª

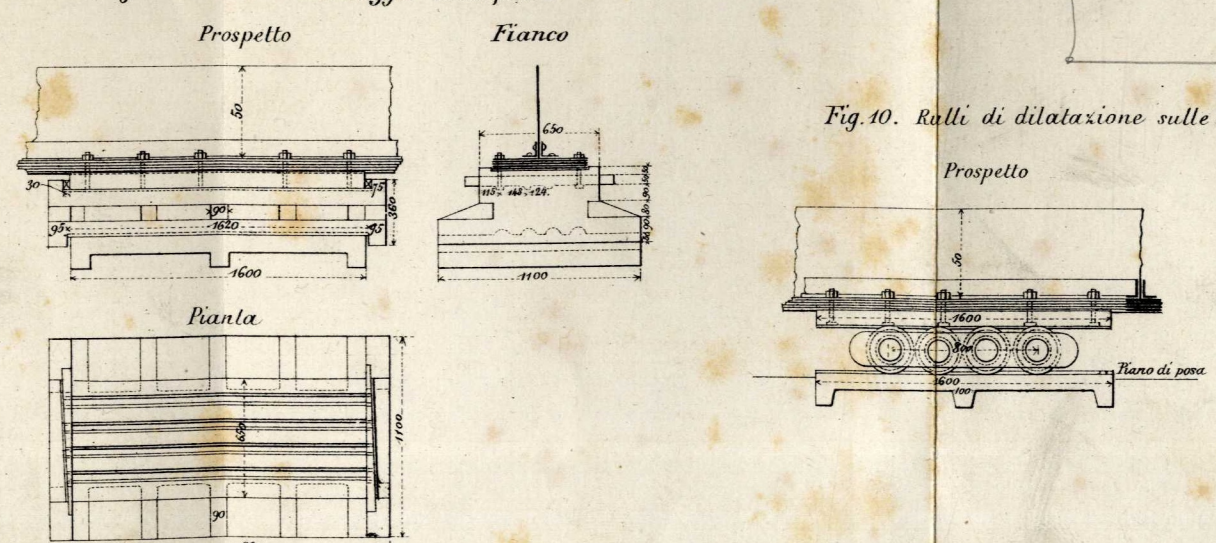


Fig. 10. Rulli di dilatazione sulle spalle e sulle pile

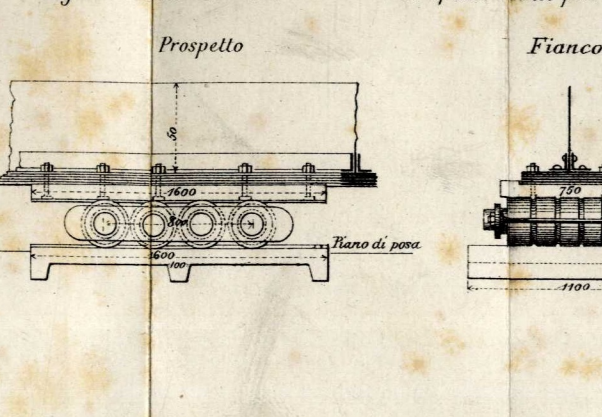


Fig. 16. Disposizione delle mensole

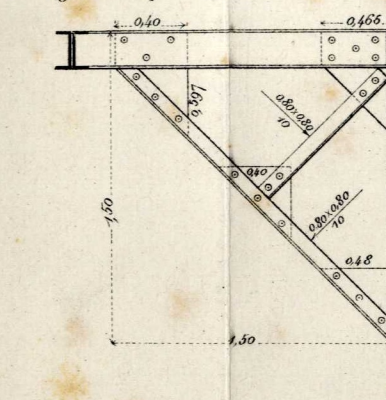


Fig. 15. Attacco travicelli alle briglie

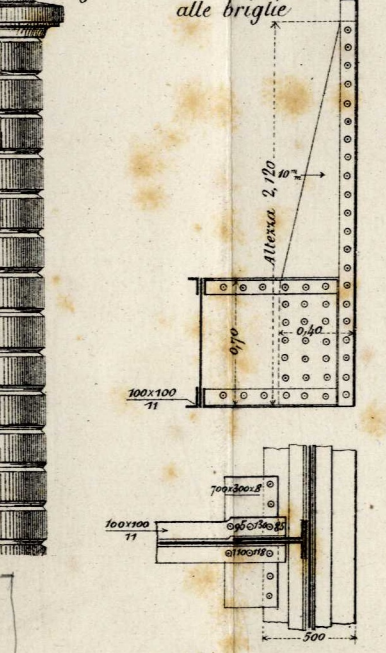


Fig. 18. Attacco della longarina ai travicelli

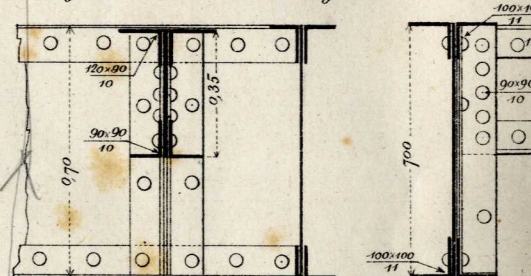


Fig. 19. Attacco dei longaroni di legno

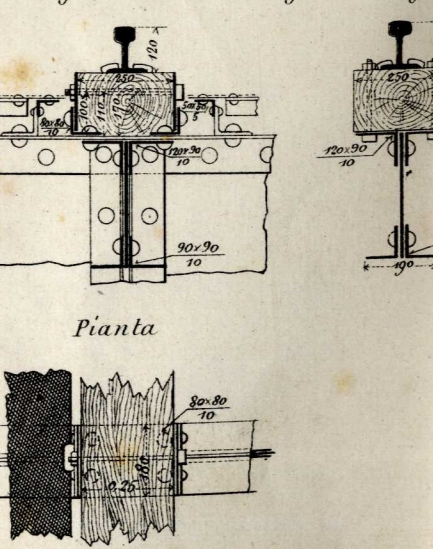


Fig. 6. Fondazione di una pila in corso d'opera

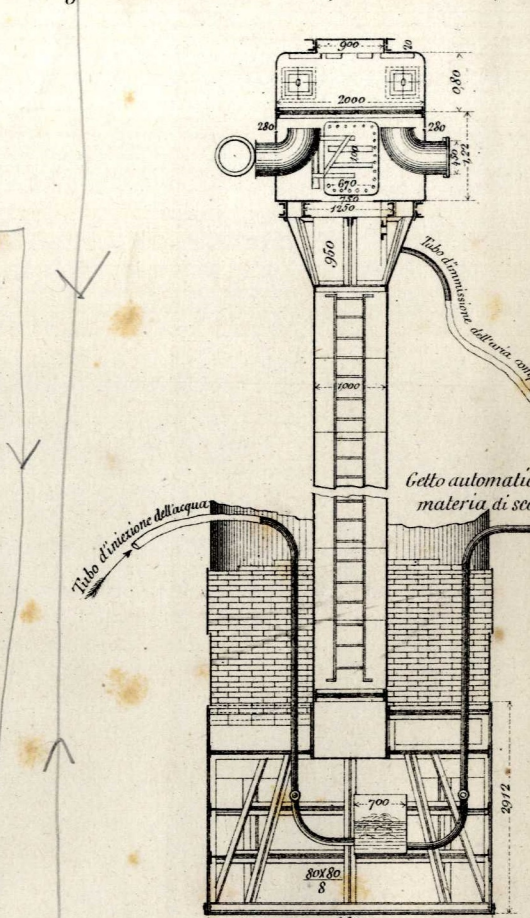




Fig. 1. — Centina dell'armatura — Scala di 1 a 60.

Fig. 2. — Particolari della centina. — Scala di 1 a 40.

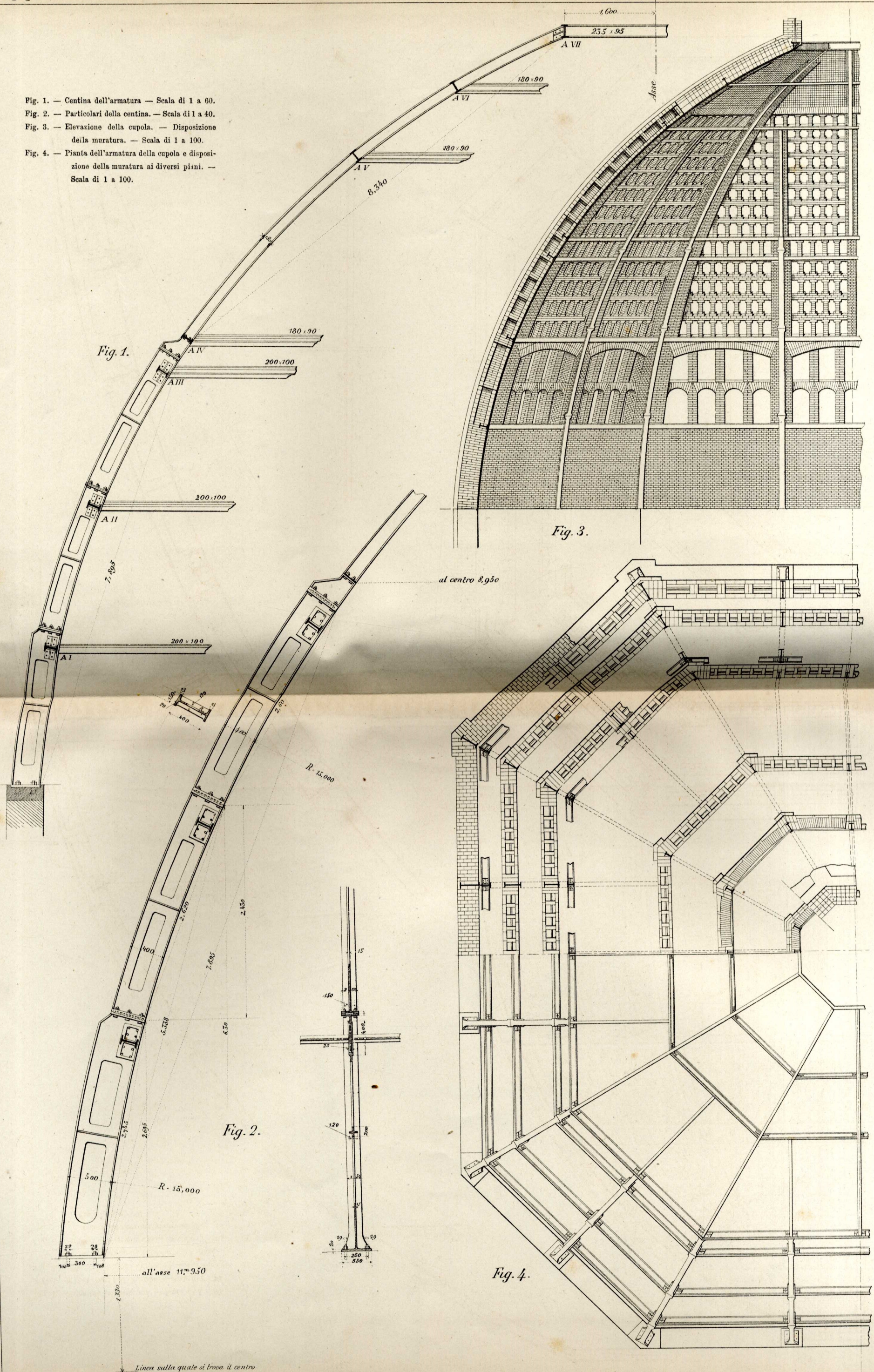
Fig. 3. — Elevazione della cupola. — Disposizione

della muratura. — Scala di 1 a 100.

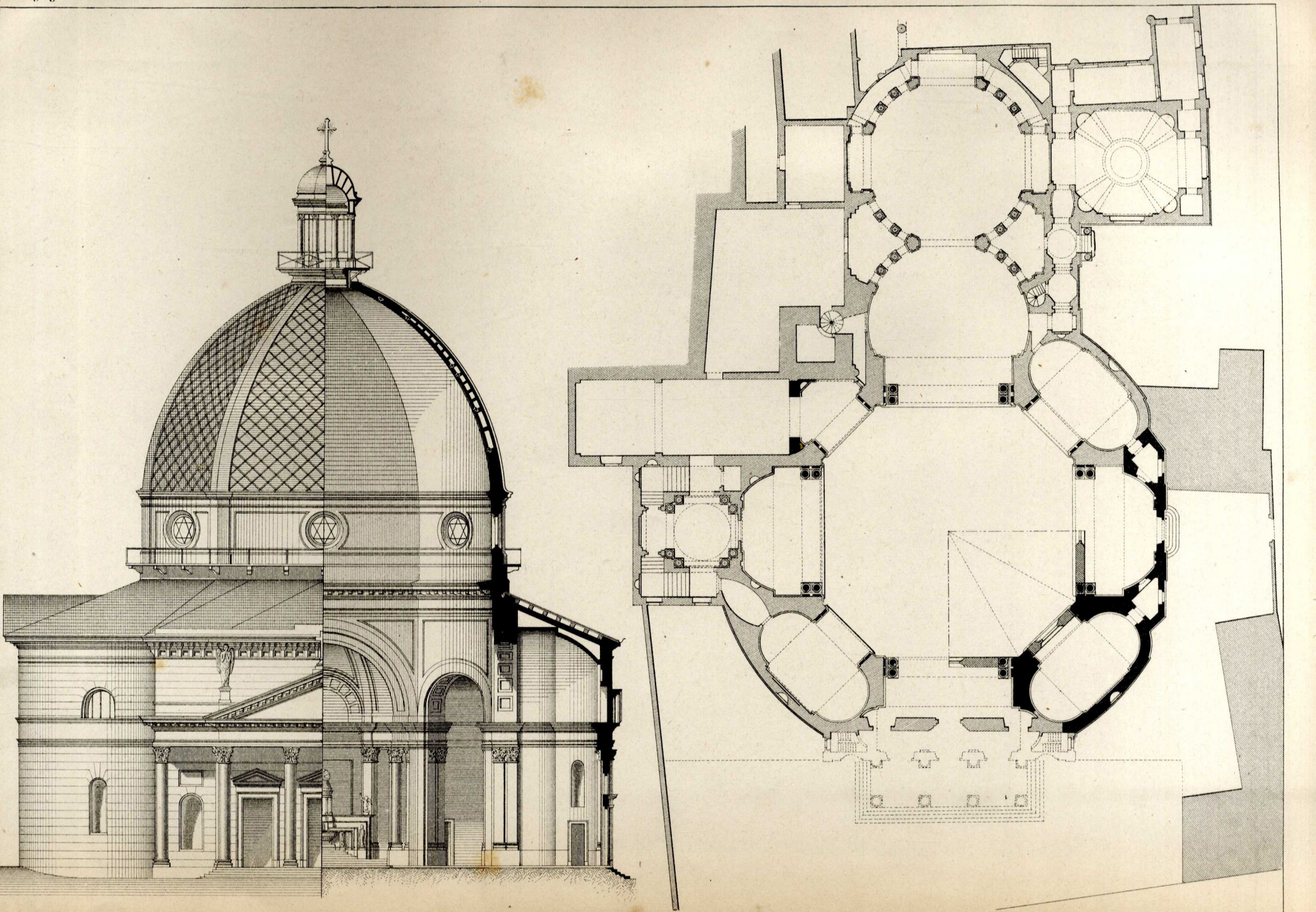
Fig. 4. — Pianta dell'armatura della cupola e disposi-

zione della muratura ai diversi piani. —

Scala di 1 a 100.





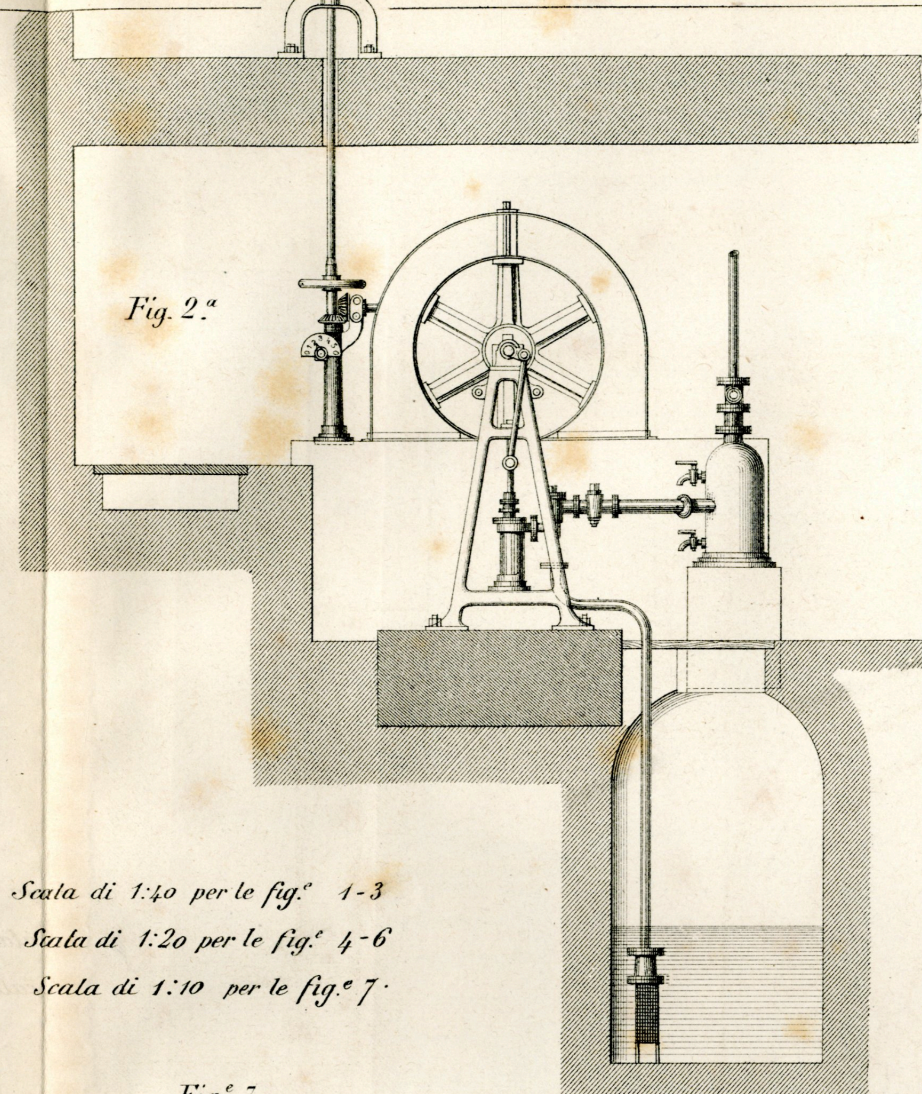
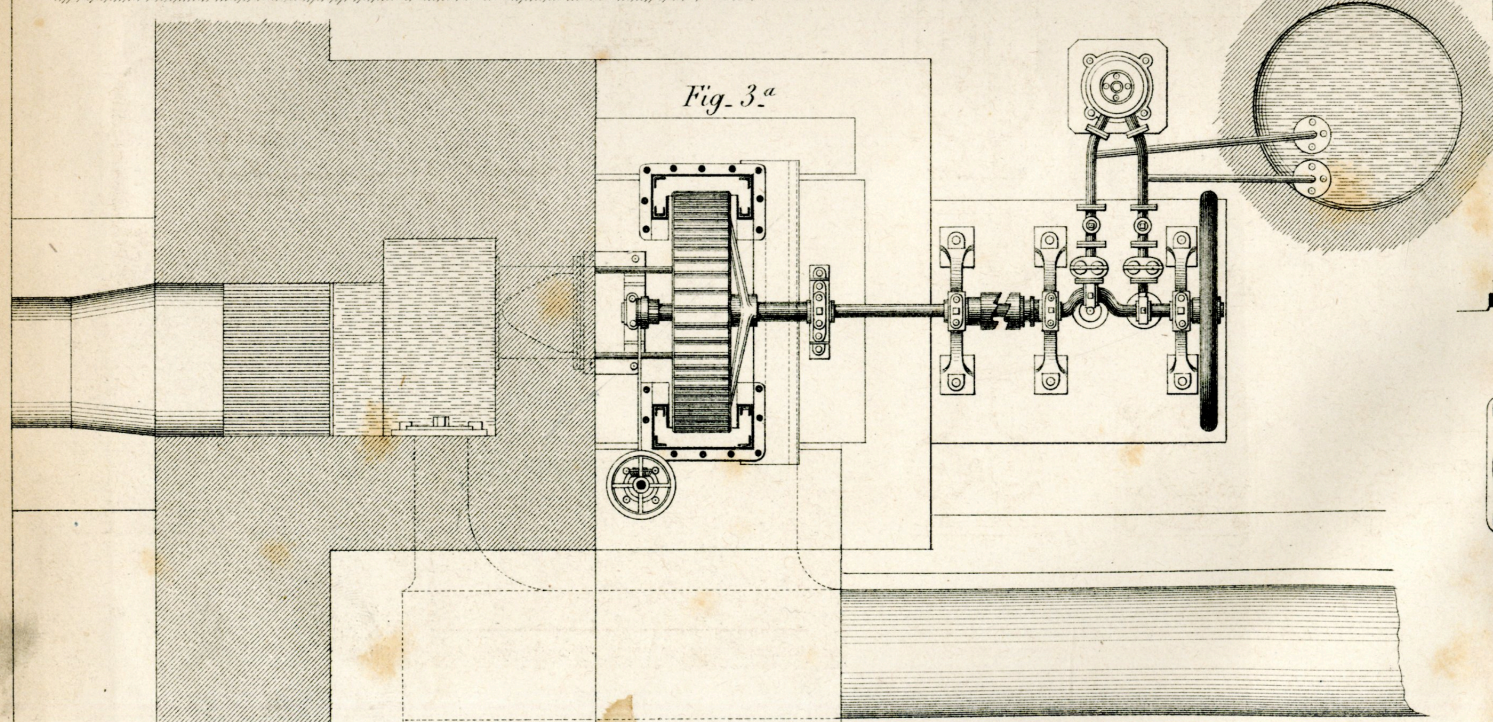
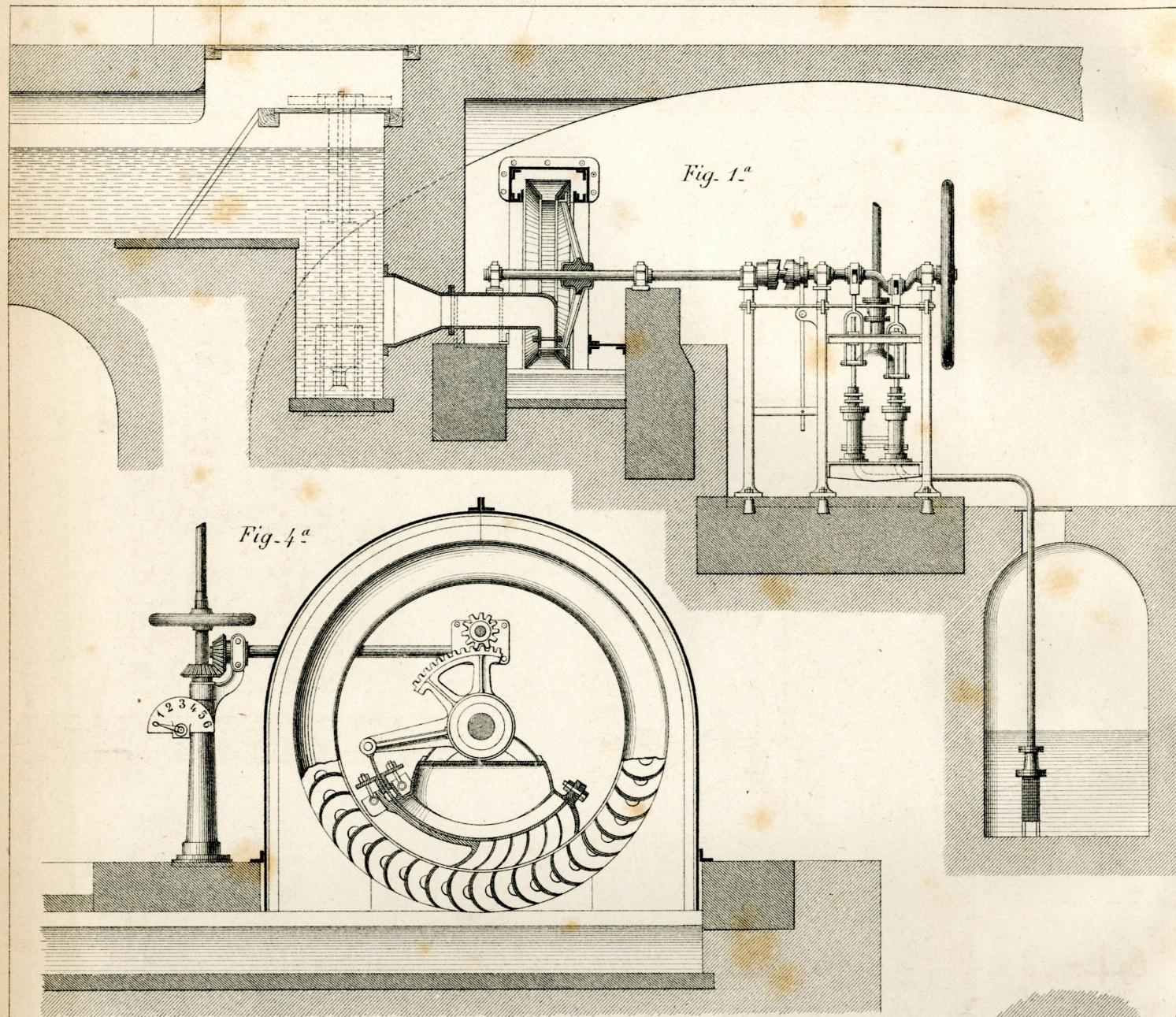


LA NUOVA CUPOLA DELLA CHIESA PARROCCHIALE DI GATTINARA

Torino. Tip e Lit. Camilla e Bertolero.

Costruita dal Prof. Arch. Giuseppe Locarni





*Scala di 1:40 per le fig. 1-3*  
*Scala di 1:20 per le fig. 4-6*  
*Scala di 1:10 per le fig. 7.*

