

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

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

È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

LE COSTRUZIONI IN BÉTON ARMATO

CONFERENZE

tenute nel maggio 1900 dall'Ing. CAMILLO GUIDI

Professore di Statica grafica e Scienza delle costruzioni
nella R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Torino.

(Veggansi le Tav. XVII, XVIII, XIX, XX e XXI)

(Continuazione e fine)

IV.

Dopo aver indicato in modo generale quali sono le formule da adottarsi, e quali i carichi di sicurezza, per i solidi in *béton* armato cementati a flessione, fermiamoci un po' più particolarmente sul calcolo statico della costruzione più frequente, cementata a flessione, qual è il solaio.

Calcolo di un solaio Hennebique.

In un solaio Hennebique, costruito secondo le debite regole, le singole parti: soletta, nervature secondarie e nervature principali devono essere così solidali fra loro da formare, come già si è detto, un tutto monolitico. Dovrebbero quindi, a rigore, nel calcolo statico di una simile costruzione, considerarla come una lastra elastica eterogenea, provvista di nervature, incastrata al perimetro (o, in qualche caso, semplicemente appoggiata). Ma tale calcolo risulterebbe troppo complesso per la pratica e però ci si accontenta di una soluzione approssimata, considerando invece la stabilità della costruzione nelle sue diverse parti e basandosi su qualche ipotesi semplificativa. Si prende da prima in esame la porzione di solaio che deve essere portata dalla soletta sola, e poi quelle che sono portate dalla soletta unitamente alle nervature. La soletta, considerata in se stessa, veramente si comporta anch'essa come una lastra elastica incastrata ai margini, ma generalmente nella pratica, operando in favore della stabilità, se ne prende piuttosto in esame una striscia e la si considera come una trave incastrata agli estremi. Similmente si riguardano come travi incastrate agli estremi le nervature colla corrispondente soletta. Il sovraccarico vien supposto, in generale, uniformemente distribuito, e tale essendo pure il peso proprio, ne deriva che per ciascuna delle suddette travi sarà da eseguirsi il calcolo statico nella sezione di mezzo e nelle sezioni d'incastro, che sono appunto le sezioni di momento massimo.

*

Soletta. — Calcolando da prima la sezione di mezzo, equidistante dalle nervature secondarie, si consideri una striscia di soletta di larghezza b (fig. 248) eguale alla distanza fra i ferri, e la si riguardi come una trave di lunghezza l (distanza fra le nervature secondarie) incastrata agli estremi e caricata di un sovraccarico P e del peso proprio G ambedue uniformemente distribuiti. Posto $P + G = Q$, il momento flettente nella sezione di mezzo, se l'incastro fosse perfetto sarebbe notoriamente $= \frac{1}{2} Q l$, e se l'incastro mancasse completamente sarebbe $= \frac{1}{8} Q l$; non potendosi fare affidamento, in pratica, su di un incastro perfetto, sia per imperfezione di

lavoro, sia per la deformabilità di tutto il sistema, e però anche delle nervature sulle quali trova incastro la soletta, special-

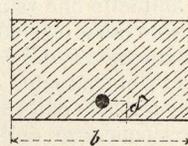


Fig. 248.

mente quando sia sovraccaricata soltanto la campata di soletta che si considera, si usa calcolare il suddetto momento per mezzo della

$$M_{\frac{l}{2}} = \frac{1}{10} Q l^2 \quad (4)$$

introducendo da prima per G un valore approssimato dedotto da costruzioni già eseguite in condizioni simili, o da un preventivo apprezzamento; salvo poi a ripetere il calcolo, se il peso proprio effettivo differirà notevolmente da quello supposto.

In base a tale momento flettente si calcolerà da prima lo spessore h della soletta per mezzo della formola notoria:

$$h = \sqrt{\frac{6 M}{k_c'' b}} \quad (5)$$

assumendo, come si è detto, $k_c'' = 20 \text{ kg./cm}^2$.

Quindi si calcola la sezione ω del ferro, facendolo lavorare ad 800 kg./cm^2 , e supponendo che la metà inferiore della sezione sia inerte, e che la pressione contro la metà superiore della sezione in *béton*, sia, al solito, distribuita con legge lineare (con valore nullo in corrispondenza della mediana orizzontale), e cioè:

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{M}{\left(\frac{5}{6} h - \delta\right) 800} \quad (6)$$

Determinati così h e d si può procedere alla ricerca esatta di σ_c' , σ_c'' e σ_f .

Si calcola da prima la sezione ideale in *béton* colla

$$F_{ic} = b h + 10 \cdot \omega,$$

quindi il suo momento statico rispetto, p. es., al lembo inferiore, per mezzo della

$$S_{\mathcal{N}} = \frac{b h^2}{2} + 10 \cdot \omega \delta,$$

donde si deduce la distanza dell'asse neutro dal suddetto lembo colla

$$y' = \frac{S_{\mathcal{N}}}{F_{ic}};$$

in seguito si calcola il momento d'inerzia della sezione F_{ic} rispetto all'asse neutro per mezzo della

$$I = \frac{1}{3} b h^3 + 10 \omega \delta^2 - F_{ic} y'^2,$$

dopo di che si ottengono gli sforzi unitari estremi nel *béton* e la tensione unitaria nel ferro dalle

$$\sigma' = \frac{M y'}{I}, \sigma_c'' = -\frac{M y''}{I}, \sigma_f = 10 \cdot \frac{M y}{I} \quad (7)$$

nelle quali $y'' = h - y'$, ed y è la distanza del centro della sezione metallica dall'asse neutro.

La tensione unitaria (σ_f) che verrà a sopportare il ferro qualora venga a mancare la resistenza del *béton* alla tensione sarà da calcolarsi colla

$$(\sigma_f) = \frac{M}{\left(h - \delta - \frac{1}{3} y''\right) \omega} \quad (8)$$

Con questa formola si ammette che venga meno *completamente* la resistenza del *béton* alla tensione, che la linea di separazione per la porzione *reagente* del *béton* e la *inerte* coincida coll'asse neutro già determinato, e che la pressione sopportata dal *béton* sia distribuita colla solita legge lineare (con valore nullo in corrispondenza della linea suddetta); mentre, in realtà, avverrà una ripartizione di sforzi interni come è indicato dalla fig. 249; ma come precisare, in ogni caso,

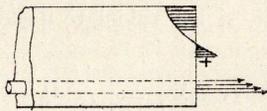


Fig. 249.

fin dove il *béton* resisterà a tensione? Come definire con esattezza la legge di variazione di E_c e quindi di σ_c ? Ogni ulteriore minuziosa ricerca a questo riguardo diviene perciò oziosa, ed in pratica si può accontentarsi dell'ipotesi sottintesa dalla (8).

Nelle sezioni d'incastro la striscia di soletta sopporta al massimo un momento flettente

$$-M_A = \frac{1}{12} Q l, \quad (9)$$

se l'incastro è *perfetto*, e tale conviene supporlo in pratica, a garanzia della stabilità, infatti, se il lavoro è ben eseguito, esso può effettivamente avverarsi per certe condizioni di sovraccarico, per le quali la flessione delle nervature, che servono di appoggio alla soletta, non resti *deviata*. Converterà peraltro considerare l'equilibrio di una striscia di larghezza doppia della precedente, cioè larga $2b$, la quale, in causa dell'alternato rialzamento dei ferri, proprio del sistema *Hennebique*, avrà, in corrispondenza degli incastrati, la sezione rappresentata dalla fig. 250.

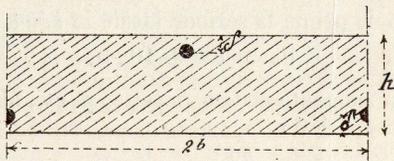


Fig. 250.

Tale sezione ha evidentemente per asse neutro (nell'ipotesi che resista il *béton* alla tensione) la mediana orizzontale, e quindi:

$$I = \frac{1}{12} 2b h^3 + 2 \times 10 \times \omega \left(\frac{h}{2} - \delta\right)^2, \quad (10)$$

$$\sigma_c' = -\sigma_c'' = \frac{-M_A \frac{h}{2}}{I}, \sigma_f = 10 \frac{-M_A \left(\frac{h}{2} - \delta\right)}{I}$$

e, nell'ipotesi che venga a mancare completamente la resistenza del *béton* alla tensione, si calcolerà approssimativamente la tensione del ferro per mezzo della

$$(\sigma_f) = \frac{-M_A}{\left(\frac{5}{6} h - \delta\right) \omega} \quad (11)$$

Se per ragioni eventuali la striscia di soletta di cui si studia l'equilibrio debba essere considerata come semplicemente appoggiata ad un estremo, ed incastrata all'altro (come ad esempio nel caso di un tetto piano, giacchè allora, come si è già detto, non conviene incastrare la soletta sui muri di perimetro), il momento nella sezione d'incastro, se questo si comporta come perfetto, raggiunge, come è noto, il valore:

$$-M_A = \frac{1}{8} Q l.$$

Generalmente colla disposizione *Hennebique*, dell'innalzamento alternato dei ferri della soletta in vicinanza degli appoggi, in corrispondenza delle sezioni d'incastro della medesima, se viene a mancare completamente la resistenza del *béton* alla tensione, il ferro sopporta uno sforzo eccessivo. Si può rimediare a tale inconveniente coll'aggiunta di ferri addizionali, o semplicemente col protrarre di un certo tratto oltre le nervature i ferri che armano le solette delle campate adiacenti a quella considerata.

*

Travi secondarie. — Una nervatura secondaria colla sovrapposta soletta, compresa fra le mezzerie delle due campate adiacenti, costituisce una trave secondaria, la quale presenta perciò una sezione a T (fig. 251).

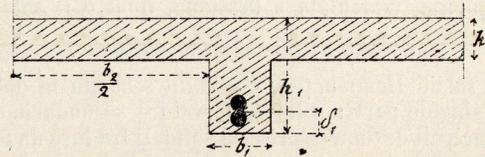


Fig. 251.

Come si è già accennato, nello stabilire la distanza fra le nervature secondarie non si dovrebbe mai oltrepassare un certo limite, all'incirca $20 \div 25$ volte lo spessore della soletta, onde assicurare un'efficace compartecipazione della soletta, in tutta la sua estensione, alla flessione della nervatura; onde poter ritenere cioè che nervatura e soletta formino veramente la trave a T suddetta.

Stabilite *a priori*, o riferendosi a qualche costruzione eseguita in condizioni simili, o con qualche tentativo, le dimensioni della nervatura, se ne calcoli il peso proprio, vi si aggiunga il peso della soletta e si avrà così il peso proprio totale G_1 della trave secondaria. Si calcoli poi il carico accidentale totale P_1 insistente su di essa, e quindi, cominciando dal calcolo della sezione di mezzo della trave ed indicandone con l_1 la lunghezza, si dedurrà, analogamente a quanto è stato detto per la soletta, il momento flettente colla

$$M_{l_1} = \frac{1}{10} (P_1 + G_1) l_1 = \frac{1}{10} Q_1 l_1. \quad (12)$$

Supposto ora, per prima approssimazione, che l'asse neutro coincida col lembo inferiore della soletta, si calcola la sezione complessiva dei ferri colla

$$\omega_1 = \frac{M_{l_1}}{\left(h_1 - \delta_1 - \frac{1}{3} h\right) 800}, \quad (13)$$

immaginando concentrata, in via d'approssimazione, tutta la massa del ferro alla distanza δ_1 dal lembo inferiore della nervatura.

Ciò fatto si può, nel modo già noto, determinare la posizione esatta dell'asse neutro (nell'ipotesi che il *béton* resista alla tensione) e calcolare in seguito gli sforzi unitari σ_c' , σ_c'' , σ_f , come pure si dedurrà, nel modo già visto nel calcolo della soletta, il valore approssimativo dello sforzo (σ_f) sopportato dal ferro, qualora venga a mancare completamente la resistenza del *béton* alla tensione.

Analogamente procederà il calcolo di verifica per le sezioni terminali, ove cioè la trave secondaria rimane incastrata ad una trave principale, ovvero nel muro; notando che ivi la sezione della trave si presenterà come è indicato dalla fig. 252,

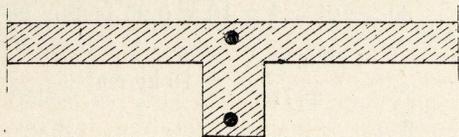


Fig. 252.

ed il momento d'incastro verrà calcolato (secondo i due casi contemplati nello studio della soletta) con una delle

$$-M_A = \frac{1}{12} Q_1 l_1, \quad -M_A = \frac{1}{8} Q_1 l_1.$$

Anche qui, nel caso che venga a mancare completamente la resistenza del *béton* alla tensione, può risultare eccessivo, colla disposizione *Hennebique*, lo sforzo di tensione nel ferro. Vi si può rimediare nel modo già indicato per la soletta.

*

Travi principali. — Il calcolo di queste travi è perfettamente analogo a quello delle travi secondarie: la sezione trasversale centrale e quelle d'incastro si presenteranno rispettivamente come è indicato dalle figure 253 e 254 (nelle quali

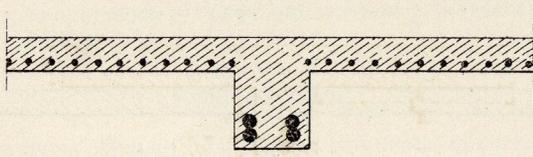


Fig. 253.

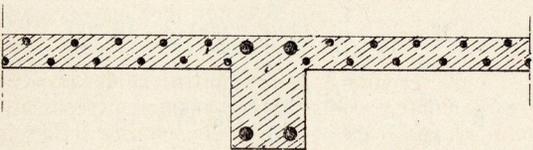


Fig. 254.

è supposto che l'armatura delle nervature principali sia costituita da due coppie di ferri) (*).

(*) È opinione di alcuni trattatisti che agli sforzi provocati nella zona superiore della soletta, considerata come formante trave colla nervatura principale, debbansi aggiungere quelli provenienti dalla flessione sua propria. Veramente non sembra giustificato che tali sforzi, che si ottengono considerando una medesima costruzione sotto due aspetti diversi più o meno ipotetici, debbano aggiungersi in tutta la loro entità, giacché la flessione che abbiamo supposto per la soletta, considerandola da sola, è ben diversa da quella effettiva che essa subisce, essendo solidale colle nervature. Ad ogni modo onde evitare di eseguire tale somma il Ritter (l. c.) propone di ritenere, nei calcoli, che faccia corpo colla nervatura soltanto una frazione della larghezza di soletta compresa fra le mezzerie delle campate adiacenti, circa 1/3. A noi sembra più ragionevole il ritenere, anche nei calcoli, che in un solaio ben eseguito tutta la soletta faccia corpo colle nervature principali, cooperando con esse alla resistenza, sempre che nello stabilire la distanza fra le nervature principali non siasi ecceduto un certo limite, circa 30 volte lo spessore della soletta, e verificare poi che lo sforzo nella zona superiore della soletta, tenendo anche conto della possibile addizione suddetta, non oltrepassi notevolmente il carico di sicurezza.

Può darsi il caso (come p. es. nei tetti piani) che le travi principali abbiano da riguardarsi come semplicemente appoggiate alle estremità, ed allora la sezione pericolosa è soltanto quella di mezzo, ed il momento flettente, coi soliti simboli, ha ivi l'espressione

$$M_{l_2} = \frac{1}{8} Q_2 l_2.$$

Calcolo delle staffe Hennebique. — Considerando da prima il caso di una sezione apparente rettangolare di base b , di altezza h (caso della soletta), si può adottare, in via di approssimazione, per la tensione tangenziale longitudinale unitaria massima, che ha luogo in corrispondenza dello stato neutro, la stessa espressione valevole per la sezione rettangolare, cioè (*):

$$\max \tau = \frac{3}{2} \frac{T}{bh},$$

dove T è lo sforzo di taglio per la sezione considerata, e quindi, per la tensione tangenziale totale per unità di lunghezza di trave, il valore $\frac{3}{2} \frac{T}{h}$; e, per la lunghezza Δx di

trave (distanza fra una staffa e l'altra) l'espressione: $\frac{3}{2} \frac{T}{h} \Delta x$.

Questa tensione tangenziale, volendo prescindere completamente (operando in favore della stabilità) dalla resistenza del *béton* al taglio, dev'essere sopportata dalle due braccia della staffa, ciascuna di sezione ω , quindi, ricordando che il carico di sicurezza al taglio per il ferro va preso eguale a $4/5$ di quello k alla tensione,

$$\frac{4}{5} k \cdot 2 \omega = \frac{3}{2} \frac{T}{h} \Delta x, \quad (14)$$

da cui si ricaverà Δx dato ω o viceversa.

Nel caso, generalmente contemplato, di un carico uniformemente distribuito, decrescendo lo sforzo di taglio dagli estremi della trave verso la sezione centrale, può, e si usa aumentare nella stessa direzione, l'interasse fra le staffe, se, come d'ordinario, si attribuisce loro una sezione costante.

Trattandosi del calcolo di una trave, si avrà da fare con una sezione apparente a forma di T, ed allora alla (14) sarà da sostituirsi la formula generale:

$$\frac{4}{5} k \cdot 2 \omega = \frac{T \mathcal{M}_0}{I} \Delta x, \quad (15)$$

se \mathcal{M}_0 è il momento statico (rispetto all'asse neutro) di una delle due porzioni in cui la sezione della trave resta divisa dal detto asse, ed I il momento d'inerzia di tutta la sezione rispetto al medesimo asse neutro.

*

All'armatura *Hennebique* si possono fare due appunti:

1° Essa è deficiente in corrispondenza degli incastri. È vero che molte volte, come si è già notato, si provvede a tale inconveniente, sia nella soletta che nelle nervature secondarie, col protrarre di un certo tratto nelle campate adiacenti l'armatura relativa ad una data campata, nel primo caso oltre le nervature secondarie, nel secondo caso oltre le nervature principali; ma ciò non è sempre possibile, come quando i ferri della soletta sono continui per più campate, e tale rinforzo non può poi sussistere negli incastri nel muro; in tali casi è opportuna l'aggiunta di pezzi di barre addizionali;

2° L'armatura *Hennebique*, calcolata in base ad un carico uniformemente distribuito, non può adattarsi egualmente bene alle altre condizioni di carico cui la trave può andare soggetta, tanto meno nel caso di carichi mobili. Tale inconveniente resta peraltro notevolmente menomato in grazia del rilevante peso proprio della costruzione, che è appunto uniformemente distribuito.

(*) Cfr. C. GUIDI. — *Lezioni sulla Scienza delle Costruzioni*. Parte II. — Torino, Camilla e Bertolero, 1900.

*

Esempio numerico del calcolo di un solaio in béton armato, sistema Hennebique. — La fig. 255 rappresenta la pianta del solaio. Sovraccarico = 300 kg/m².

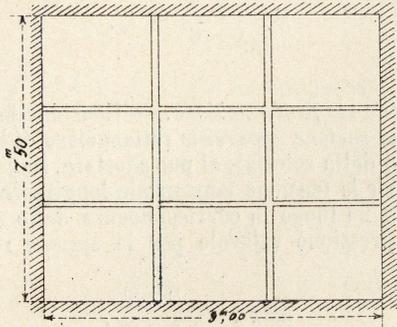
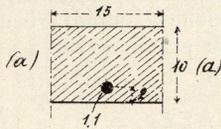


Fig. 255.

Soletta.

Distanza fra i ferri dell'armatura cm. 15
 Spessore presunto della soletta » 10

Calcolo di stabilità per la sezione di mezzo:



$$G = 0,10 \times 0,15 \times 2,5 \times 2300 = \text{kg. } 87$$

$$P = 0,15 \times 2,5 \times 300 = \text{» } 113$$

$$Q = \text{kg. } 200$$

$$M_l = \frac{1}{2} \cdot 200 \times 250 = 5000$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \times 5000}{20 \times 15}} = 10$$

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{5000}{800 \left(\frac{5}{6} \cdot 10 - 2 \right)} = 0,99$$

$$d = \text{cm. } 1,1$$

$$F_{ic} = 15 \times 10 + 10 \times 0,95 = 160$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot 15 \times 10^2 + 10 \times 0,95 \times 2 = 769$$

$$y' = \frac{769}{160} = 4,8 \quad , \quad y'' = 5,2$$

$$I = \frac{1}{3} \cdot 15 \times 10^3 + 10 \times 0,95 \times 2^2 - 160 \times 4,8^2 = 1352$$

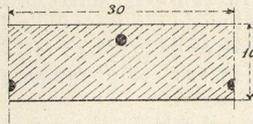
$$\sigma'_c = \frac{5000 \times 4,8}{1352} = 18 \text{ kg/cm}^2$$

$$-\sigma''_c = \frac{5000 \times 5,2}{1352} = 19 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_f = 10 \cdot \frac{3,2}{5,2} (-\sigma''_c) = 117 \text{ kg/cm}^2$$

$$(\sigma_f) = \frac{5000}{\left(10 - 2 - \frac{1}{3} \cdot 5,2 \right) 0,95} = 835 \text{ kg/cm}^2.$$

Calcolo di stabilità della sezione d'incastro:



$$-M_A = \frac{1}{12} \cdot 2 \times 200 \times 250 = 8333$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 30 \times 10^3 + 2 \times 10 \times 0,95 \times 3^2 = 2671$$

$$\sigma'_c = -\sigma''_c = \frac{8333 \times 5}{2671} = 16 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_f = 10 \cdot \frac{3}{5} \cdot 16 = 96 \text{ kg/cm}^2$$

$$(\sigma_f) = \frac{8333}{6,3 \times 0,95} = 1392 \text{ kg/cm}^2.$$

Il valore di (σ_f) è eccessivo; quantunque con grande probabilità esso non sarebbe effettivamente raggiunto, per prudenza converrebbe provvedere ad un rinforzo, come è stato già indicato.

Peso soletta per m² = 0,10 × 2300 + 5 = 235 kg.

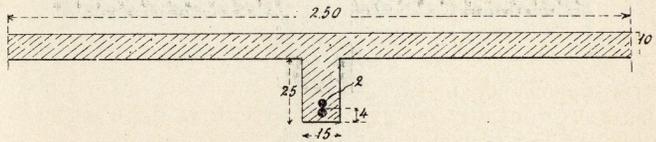
Travi secondarie.

$$G_1 = 235 \times 2,5 \times 3 + 0,15 \times 0,25 \times 3 \times 2300 + 19 = 2040$$

$$P_1 = 300 \times 2,5 \times 3 = 2250$$

$$Q_1 = \text{kg. } 4290$$

Nella sezione di mezzo:



$$M_{l_1} = \frac{1}{10} \cdot 4290 \times 300 = 128\ 700$$

$$2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{128\ 700}{28 \times 800} = 5,75$$

$$d = \text{cm. } 2$$

$$F_{ic} = 235 \times 10 + 15 \times 35 + 10 \times 2 \times 3,14 = 2938$$

$$W = 235 \cdot \frac{10^2}{2} + 15 \cdot \frac{35^2}{2} + 10 \times 2 \times 3,14 \times 31 = 22\ 884$$

$$y'' = \frac{22\ 884}{2938} = 7,7 \quad , \quad y' = 27,3$$

$$I = \frac{1}{3} (235 \cdot 10^3 + 15 \cdot 35^3) + 10 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 31^2 - 2938 \cdot 7,7^2 = 178\ 865$$

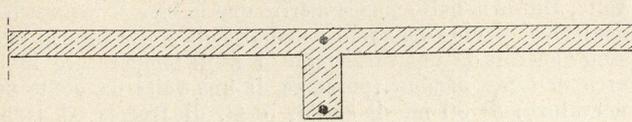
$$\sigma'_c = \frac{128\ 700 \times 27,3}{178\ 865} = 20 \text{ kg/cm}^2$$

$$-\sigma''_c = \frac{128\ 700 \times 7,7}{178\ 865} = 5,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_f = 10 \cdot \frac{23,3}{27,3} \cdot \sigma'_c = 168 \text{ kg/cm}^2$$

$$(\sigma_f) = \frac{128\ 700}{28 \times 6,28} = 730 \text{ kg/cm}^2.$$

Nelle sezioni d'incastro :



$$-M_A = \frac{1}{12} 4290 \times 300 = 107\ 250$$

$$F_{ic} = 2938$$

$$\Sigma W = 235 \frac{10^3}{2} + 15 \frac{35^3}{2} + 10 \times 3,14 (3 + 32) = 22\ 036$$

$$y' = \frac{22\ 036}{2938} = 7,5 \quad , \quad y'' = 27,5$$

$$I = \frac{1}{3} (235 \cdot 10^3 + 15 \cdot 25^3) + 10 \cdot 3,14 (3^3 + 32^3) - 2938 \cdot 7,5^2 = 159\ 882$$

$$\sigma'_c = \frac{107\ 250 \times 7,5}{159\ 882} = 5 \text{ kg/cm}^2$$

$$-\sigma''_c = \frac{107\ 250 \times 27,5}{159\ 882} = 18 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_f = 10 \frac{24,5}{27,5} (-\sigma''_c) = 164 \text{ kg/cm}^2$$

$$(\sigma_f) = \frac{107\ 250}{3,14 \times 23} = 1485 \text{ kg/cm}^2.$$

Anche questo valore di (σ_f) qualora si avverasse in tutta la sua entità, il che veramente è poco probabile, sarebbe eccessivo; ad ogni modo per prudenza conviene provvedere come è stato indicato.

Travi principali.

Si suppone che queste travi siano rinforzate, in corrispondenza degli incastri, da mensole sporgenti m. 0,25, talchè la portata libera è ridotta a m. 7,00.

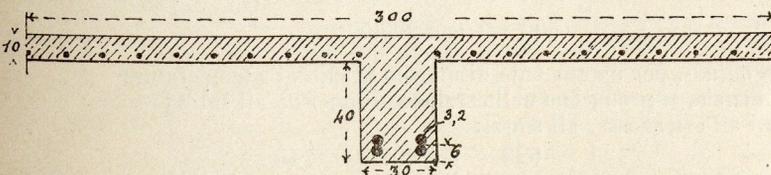
$$G_1 \left\{ \begin{array}{l} \text{Peso soletta } 235 \times 3 \times 7 \dots\dots\dots = 4935 \\ \text{» nervature secondarie} \dots\dots\dots = 560 \\ \text{» nervatura principale } = 0,30 \times 0,40 \times \\ \quad \times 7 \times 2300 + 173 \dots\dots\dots = 2105 \end{array} \right.$$

$$G_2 = \text{kg. } 7600$$

$$P_2 = 300 \times 3 \times 7 \dots\dots\dots = \text{» } 6300$$

$$Q_2 = \text{kg. } 13900$$

Nella sezione di mezzo :



$$M_{l_2} = \frac{1}{10} 13\ 900 \times 700 = 970\ 000$$

$$4 \frac{\pi d^2}{4} = \frac{970\ 000}{800 \times 40} = 30$$

$$d = \text{cm. } 3,2$$

$$F_{ic} = 270 \cdot 10 + 30 \cdot 50 + 10 (18 \cdot 0,95 + 32) = 4690$$

$$\Sigma W = 270 \frac{10^3}{2} + 30 \frac{50^3}{2} + 10 (17,8 + 32 \cdot 44) = 66440$$

$$y' = \frac{66\ 440}{4690} = 14,2 \quad , \quad y'' = 35,8$$

$$I = \frac{1}{3} (270 \cdot 10^3 + 30 \cdot 50^3) + 10 (17,8^3 + 32 \cdot 44^3) - 4690 \cdot 14,2^2 = 1\ 030\ 000$$

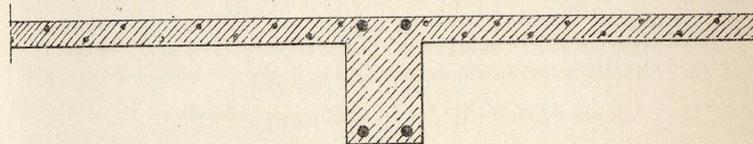
$$\sigma'_c = \frac{970\ 000 \cdot 35,8}{1\ 030\ 000} = 13 \text{ kg/cm}^2$$

$$-\sigma''_c = \frac{970\ 000 \cdot 14,2}{1\ 030\ 000} = 13 \text{ kg/cm}^2 (*)$$

$$\sigma_f = \frac{29,8}{35,8} 10 \sigma'_c = 284 \text{ kg/cm}^2$$

$$(\sigma_f) = \frac{970\ 000}{32 \times 41} = 740 \text{ kg/cm}^2.$$

Nelle sezioni d'incastro :



$$-M_A = \frac{1}{12} 13\ 900 \cdot 700 = 810\ 000$$

$$F_{ic} = 4690$$

$$\Sigma W = 270 \frac{10^3}{2} + 30 \frac{50^3}{2} + 10 [9,5 \cdot 2 + 8,5 \cdot 8 + 16 (4 + 46)] = 59\ 870$$

$$y' = \frac{59\ 870}{4690} = 12,8 \quad , \quad y'' = 37,2$$

$$I = \frac{1}{3} (270 \cdot 10^3 + 30 \cdot 50^3) + 10 [9,5 \cdot 2^3 + 8,5 \cdot 8^3 + 16 (4^3 + 46^3)] - 4690 \cdot 12,8^2 = 917\ 800$$

$$\sigma'_c = \frac{810\ 000 \cdot 12,8}{917\ 800} = 11 (**)$$

$$-\sigma''_c = \frac{810\ 000 \cdot 37,2}{917\ 800} = 33$$

$$-\sigma_f = \frac{33,2}{37,2} 10 \sigma''_c = 295$$

$$(\sigma_f) = \frac{810\ 000}{16 \cdot 34} = 1490.$$

Anche questo valore di (σ_f) è eccessivo, e conviene provvedere come sopra.

Eccessivi sono anche, a nostro avviso, il σ'_c nella sezione di mezzo ed il $-\sigma''_c$ nelle sezioni d'incastro; sebbene, in grazia dell'abbassamento che subisce il modulo di elasticità del *béton* sotto rilevanti sforzi, essi risulterebbero, all'atto pratico, alquanto diminuiti. Inoltre l'incastro nel muro non

(*) Ammesso che a questo sforzo si addiziona quello trovato per la soletta, ne risulterebbe uno sforzo totale di compressione dato da $-\sigma''_c = 13 + 19 = 32 \text{ kg/cm}^2$, il quale però è da riguardarsi come un limite superiore certamente non raggiungibile all'atto pratico, in grazia del diverso modo di comportarsi effettivamente del solaio.

(**) Se a questo sforzo si aggiunge quello della soletta, si avrebbe in totale $\sigma'_c = 11 + 16 = 27 \text{ kg/cm}^2$, da riguardarsi anch'esso come un limite superiore non raggiungibile.

riuscirà mai in pratica assolutamente rigido, come è supposto dalla formola, e quindi il σ''_c subirà, anche per questo fatto, una qualche diminuzione.

Calcolo delle staffe.

Soletta. — Staffe di moietta di mm. $25 \times 1,5$.

Dalla (14) si ricava:

$$\Delta x = \frac{8}{15} \frac{k \cdot 2 \omega}{T} h$$

ossia, nel nostro caso, ricordando che si provvedono di staffe soltanto le barre diritte:

$$\Delta x = \frac{8}{15} \frac{800 \cdot 0,75}{200} 10 = \text{cm. } 16.$$

Travi secondarie. — Staffe di moietta di mm. 50×2 .

Dalla (15) si ottiene:

$$\Delta x = \frac{4}{5} \frac{k \cdot 2 \omega}{T} \frac{I}{\mathfrak{N}_o} \quad (16)$$

Introducendo i numeri ed osservando che

$$\mathfrak{N}_o = 15 \frac{27,5^2}{2} + 10 \cdot 3,14 \cdot 24,5 = 6439,$$

si ottiene:

$$\Delta x = \frac{4}{5} \frac{800 \cdot 2}{2145} \frac{159 \cdot 882}{6439} = \text{cm. } 15.$$

Travi maestre. — Staffe di moietta di mm. $50 \times 2,5$.

Colla stessa formola (16) ed osservando che per queste travi risulta:

$$\mathfrak{N}_o = 30 \frac{37,2^2}{2} + 10 \cdot 16 \cdot 33,2 = 26 \cdot 072,$$

si deduce:

$$\Delta x = \frac{4}{5} \frac{800 \cdot 2,5}{3475} \frac{917 \cdot 800}{26 \cdot 072} = \text{cm. } 16.$$

Le distanze Δx così calcolate valgono in adiacenza degli incastri; esse vanno poi aumentate, come si è già detto, procedendo verso il mezzo della portata. In questo calcolo non si è fatto alcun assegnamento sulla resistenza al taglio offerta dal *béton*.

Archi e vòlte. — Dopo le molteplici esperienze eseguite sull'elasticità e resistenza dei *bétons* semplici od armati, dopo le classiche esperienze sulle vòlte istituite dalla Società degli Ingegneri Austriaci (*) non v'ha più alcun dubbio sull'applicabilità della teoria dell'arco elastico al calcolo delle vòlte in *béton* semplice od armato. Nel secondo caso si sostituirà innanzi tutto alla sezione apparente dell'arco in esame una sezione ideale in *béton*, equipollente per la resistenza, come si è fatto per la flessione, e si procederà poi come se si trattasse di un arco omogeneo.

La soluzione grafica (**) è indubbiamente preferibile a quella analitica, sia perchè è notevolmente più rapida, sia perchè va esente da quegli errori grossolani o sviste cui vanno facilmente soggetti i laboriosi calcoli numerici. I due metodi si basano sugli stessi principi matematicamente rigorosi, ed il grado di approssimazione della soluzione può ritenersi lo stesso in ambedue, perchè si tratta, in generale, sì nell'uno che nell'altro, di risolvere approssimativamente alcuni integrali o colla formola di Simpson o con quella del trapezio; notando che in questo secondo caso (che è quello della soluzione grafica) si scompare l'integrale in un maggior numero di elementi.

Nei ponti ad arco, specialmente se sono molto ribassati, una variazione di temperatura può da sola cagionare sforzi interni rilevanti, ad eliminare i quali, è quindi consigliabile

l'adozione delle tre cerniere (cerniere d'imposta e cerniera al vertice) quantunque la loro efficacia sia resa, il più delle volte, illusoria dall'enorme attrito che in esse si sviluppa. A conferma di ciò, vogliamo calcolare gli sforzi interni massimi generati da una variazione di 1° di temperatura in un arco in *béton* armato (porzione di una vòlta da ponte con nervature) di 50 m. di corda, 5 m. di freccia ed avente la sezione trasversale rappresentata dalla fig. 256.

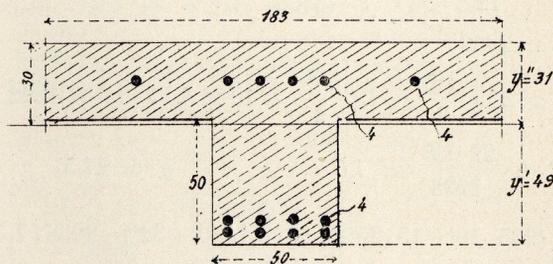


Fig. 256.

La spinta orizzontale H_t , ed il momento flettente M_A nella sezione d'imposta di un arco ribassatissimo prodotti da una variazione di *un solo grado centigrado* di temperatura, possono essere calcolati molto semplicemente colle formole del Winkler (*):

$$H_t = \frac{\alpha \cdot E F}{1 + \frac{4}{45} \left(\frac{f}{\rho} \right)^2}, \quad M_A = H_t \frac{2}{3} f,$$

nelle quali:

α = coefficiente di dilatazione termica;
 E = modulo di elasticità normale;
 F = sezione trasversale dell'arco;
 f = freccia dell'arco;
 ρ = raggio d'inerzia della sezione suddetta rispetto all'asse di flessione.

Nel caso attuale si ha:

$$F_{ic} = 133 \times 30 + 50 \times 80 + 10 \times 14 \times 12,6 = 9754$$

$$\mathfrak{N} = 133 \frac{30^2}{2} + 50 \frac{80^2}{2} + 10 \times 12,6 (6 \times 15 + 8 \times 70) = 301 \cdot 750$$

$$y'' = \frac{301 \cdot 750}{9754} = 31, \quad y' = 49$$

$$I = \frac{1}{3} (133 \times 30^3 + 50 \times 80^3) + 10 \times 12,6 (6 \times 15^3 + 8 \times 70^3) - 9754 \times 31^2 = 5 \cdot 466 \cdot 000$$

$$\rho^2 = \frac{I}{F_{ic}} = \frac{5 \cdot 466 \cdot 000}{9754} = 560$$

$$H_t = \frac{0,000 \cdot 013 \times 200 \times 9754}{1 + \frac{4}{45} \frac{500^2}{560}} = \text{t. } 0,623$$

$$M_A = 0,623 \times \frac{2}{3} \cdot 500 = \text{t.cm. } 207,7$$

e quindi, per un aumento di un solo grado dalla temperatura iniziale, si producono nella sezione d'imposta, all'intradosso ed all'estradosso, gli sforzi:

$$t = +1^\circ \left\{ \begin{array}{l} \sigma'_c = -\frac{623}{9754} + \frac{207 \cdot 700 \times 49}{5 \cdot 466 \cdot 000} = -0,064 + 1,862 = +1,80 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma''_c = -0,064 - 1,862 \frac{31}{49} = -1,24 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right.$$

(*) Cfr. C. GUIDI. — *Lezioni sulla scienza delle costruzioni*, Parte II. — Torino, Camilla e Bertolero, 1899.

(**) Essendo l'arco ribassatissimo si assume, in via di approssimazione, come forza normale alla sezione d'imposta, la stessa spinta orizzontale.

(*) Cfr. Bericht des Gewölbe-Ausschusses, « Zeitschs. des Oesterr. Ing. u. Arch. Vereines », — Wien, 1895.

(**) Cfr. C. GUIDI. — *Lezioni*, ecc. — Parte IV, *Teoria dei ponti*.

e per l'abbassamento di 1° di temperatura :

$$t = -1^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} \sigma'_c = -0,064 - 1,862 = -1,80 \text{ kg./cm}^2 \\ \sigma''_c = +0,064 + 1,862 \frac{31}{49} = +1,24 \text{ kg./cm}^2. \end{array} \right.$$

Da questi risultati emerge che già una variazione di pochi gradi di temperatura può generare sforzi rilevanti all'intradosso, ovvero all'estradosso dell'arco nelle sezioni d'imposta. Se per effetto dei carichi la sezione dell'arco sarà tutta compressa, come generalmente richiedesi in un arco ben progettato, gli sforzi di tensione prodotti da una variazione di temperatura non saranno dannosi, perchè verranno generalmente elisi da quelli prodotti dai carichi; ma l'opposto si verifica per gli sforzi di compressione, i quali andranno in aggiunta di quelli generati dai carichi.

*

Tubi e serbatoi. — Per i tubi si calcolano da prima le barre di resistenza in base alla pressione p kg./cm² che deve sopportare il tubo, cimentando il ferro ad $800 \div 1000$ kg./cm² e prescindendo dalla presenza del *béton*, ponendo cioè:

$$p \times D_{cm} \times 100 = 800 \times 2n \frac{\pi d^2}{4} \quad (17)$$

dove:

D_{cm} = diametro del tubo in centimetri,
 n = numero dei cerchi per metro di tubo,
 d = diametro delle barre di resistenza.

Fissato n , dalla (17) si ricava d .

Si determina in seguito lo spessore s del tubo, ponendo per condizione che il *béton* non sia cimentato a tensione più di 10 kg./cm², il che si fa colla seguente formola, nella quale la sezione apparente diametrale del tubo *p. m. corr.* resta sostituita dalla eguipollente sezione ideale in *béton*:

$$k'_c = 10 = \frac{p D_{cm} 100}{2 \left(s \times 100 + 10 \times n \frac{\pi d^2}{4} \right)} \quad (18)$$

Le stesse norme di calcolo valgono per i serbatoi circolari. Per questi, però, conservandosi costante il diametro delle direttrici (barre di resistenza), coll'aumentare della profondità deve diminuirne la distanza, ed aumentare lo spessore della parete in *béton*.

Per serbatoi a pianta rettangolare, le pareti verticali andranno armate e calcolate come lastre, semplici o nervate, inflesse dalla pressione idrostatica.

Per serbatoi posti sotto terra, le pareti verticali trovansi esposte alla spinta idrostatica, se il serbatoio è pieno, e ad una contospinta delle terre, il cui valore può variare fra le cosiddette *spinta attiva* e *spinta passiva* (*), ovvero possono essere cimentate soltanto dalla spinta attiva delle terre, se il serbatoio è vuoto.

Ma la contospinta delle terre è variabilissima da caso a caso, dal valore massimo fornito dalla teoria per un masso incoerente ed anche impregnato d'acqua, al valore zero, se si tratta di quei terreni che impregnati d'acqua rigonfiansi, ed asciutti si distaccano persino dal muro; in questo secondo caso le pareti del serbatoio possono trovarsi esposte alla sola pressione idrostatica senza alcun contrasto da parte del terreno. Se invece si tratta di un terreno capace di spingere e di sviluppare una rilevante *spinta passiva*, che è il caso più comune, l'armatura della parete dovrà essere disposta in maniera da resistere alla spinta del terreno, a serbatoio vuoto; e cioè, come nel serbatoio di Llanes (fig. 207): armatura con tondini verticali nei contrafforti, in prossimità del paramento interno, rilegati colle solite staffe alla massa del *béton*; armatura con tondini orizzontali nella soletta, in prossimità della faccia interna, con interasse decrescente colla profondità, rilegati colle solite staffe.

(*) Cfr. C. GUIDI. — *Lezioni sulla scienza delle costruzioni*, Parte V.

*

Dal rapido esame, fatto nel breve corso di queste Conferenze, delle applicazioni che il *béton* armato riceve nelle costruzioni civili come nei lavori pubblici, dal breve studio sui metodi razionali di calcolarne le dimensioni e la stabilità, emerge come questo nuovo genere di costruzioni possa a buon diritto, in moltissimi casi della pratica, venir preferito alle ordinarie costruzioni murali, in legname, od in ferro. Certamente, sonvi ancora alcuni particolari di costruzione suscettibili di perfezionamento, come nei procedimenti di calcolo sono ancora a desiderarsi dati sperimentali più certi e formole più rigorose; ma coll'andar del tempo questa nuova arte del costruire, come la relativa scienza statica, raggiungeranno quel grado di perfezione, del quale può legittimamente accontentarsi il costruttore. Allora all'ingegneria moderna, che già tante sorprese ci procurò in questa fine di secolo, andremo ancora debitori di un nuovo genere di costruzioni, che, pur essendo notevolmente più economico di quelli già noti, racchiude in sè dei pregi rilevantissimi; costruzioni che, pur contenendo del ferro, non temono la ruggine, che, col tempo, anzichè perdere, guadagnano nella stabilità, costruzioni invulnerabili dagli incendi, costruzioni rigide contro le azioni dinamiche, contro i terremoti.

ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900 A PARIGI

LE COSTRUZIONI METALLICHE MODERNE NEI LORO RECENTI PROGRESSI

(Continuazione)

*

Le travature a mensola. — I primi esemplari eseguiti secondo questo sistema, che si diffonde ogni giorno più nel campo delle costruzioni metalliche, risalgono alle travi continue a cerniera del costruttore Gerber di Norimberga, fra le quali si cita, come una delle applicazioni più antiche, il ponte sul Meno ad Hassfurt (1864) (*).

Lo scopo col quale si studiò questa travatura fu essenzialmente quello di trasformare la trave a più appoggi in un sistema staticamente determinato, interrompendone la continuità col numero strettamente indispensabile di cerniere, collocate però in punti tali che il regime degli sforzi, almeno nell'ipotesi di un carico uniformemente ripartito, non venisse turbato. Così fu possibile eliminare gli inconvenienti della trave continua, senza rinunciare al vantaggio di un risparmio notevole nel peso di metallo occorrente. Le applicazioni fatte dimostrarono poi un altro pregio del sistema, quello di poter eseguire la messa in opera senza impalcature fisse. Il merito di questa innovazione spetta principalmente agli americani, che ne diedero pei primi un esempio nel Viadotto di Kentucky per la ferrovia di Cincinnati (1877), e più tardi ne fecero una splendida applicazione nel montaggio del ponte sul Niagara.

Il tipo ideato dal Gerber veniva intanto a mano a mano trasformandosi in altri sistemi derivati, alcuni coll'aspetto di travature ad arco, altri con quello di ponti sospesi, in modo da formare una famiglia multiforme, che riproduce tutte le disposizioni dei sistemi antichi, ma conserva questo carattere assolutamente distintivo: l'uso di travature costituite da tronchi sporgenti di sbalzo dagli appoggi, dal quale derivò il nome di *travi a mensola* (*cantilever*, *auslegebrücke*) in cui si accordano i tecnici di tutti i paesi.

(*) L'idea prima però è assai più remota. Cfr. MEHRTEHS, opera citata.

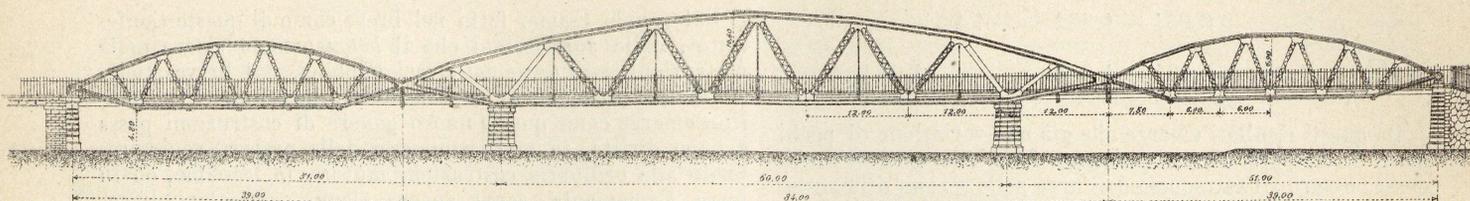


Fig. 257. — Cavalcavia di Tolbiac (linea di Orléans).

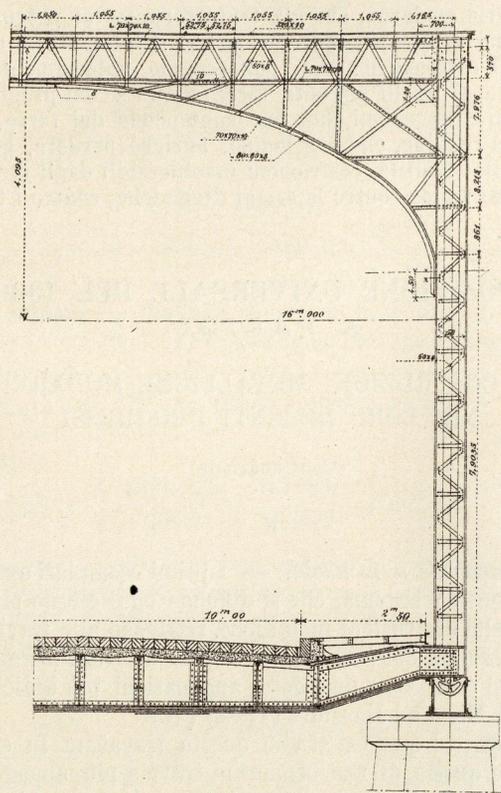


Fig. 258. — Metà sezione del cavalcavia Tolbiac.

La Francia ebbe anch'essa cultori appassionati di questo sistema, che portarono il loro contributo nello studio di tipi originali, come quello proposto dal Leygue (1886) per la costruzione di un viadotto sul Vieur; ma solo più tardi l'imitazione dei tipi tedeschi diffuse anche nel campo delle applicazioni i sistemi a mensola.

Fra le opere d'arte appartenenti al tipo originario Gerber è notevole il *Cavalcavia Tolbiac* a Parigi (*), eseguito dalla Ditta Daydé e Pillé sulla piattaforma della ferrovia di Orléans il 1895 (fig. 257 e 258). La piccolissima altezza disponibile, di m. 4,80, fra il piano del ferro e il palco di corsa del ponte, e la convenienza di limitare il numero degli appoggi per non intralciare lo sviluppo dei binari sottostanti, impose di costruire un manufatto a via inferiore con due sole travi metalliche di grande portata. D'altra parte, l'eccezionale larghezza della via (15 m., vedi fig. 258), imposta dalle esigenze del traffico locale, indusse gli ingegneri Salle ed Hénault, autori del progetto, a preferire il tipo di

trave a mensola, che a parità di altre condizioni richiede il minimo peso di materiale.

La fig. 257 spiega il sistema adottato.

Una trave reticolare a grandi maglie copre la campata centrale di 60 m., e sporge di sbalzo nelle due campate estreme, ricevendo alle estremità l'appoggio di due bilancieri, delineati secondo uno schema assolutamente analogo, che terminano sulle spalle del manufatto. In corrispondenza ai nodi del sistema si attaccano, o pendono sospese le estremità dei traversi coll'interposizione di cerniere, che sottraggono il corrente inferiore delle travi principali dai momenti di torsione provocati, nei tipi ad unioni rigide, dall'infllettersi dei traversi stessi.

Le aste verticali della trave appartenente alla campata centrale non formano quindi parte integrante del sistema, ma servono unicamente a portare la via, sospendendola ai nodi del contorno superiore del reticolato. Le articolazioni di estremità dei tronchi, che sporgono di sbalzo dagli appoggi, distano 12 m. dagli assi delle pile; esse corrispondono quindi con grande approssimazione ai punti di momento nullo in una trave continua a tre campate uguali a quelle del cavalcavia Tolbiac e caricata uniformemente (*).

Questa disposizione non è però quella da cui si possa trarre il massimo profitto per l'economia del materiale impiegato; e lo dice il profilo stesso della trave a mensola collocata sulla campata centrale, che ha la massima altezza in corrispondenza della mezzeria e non sugli appoggi, come è costante abitudine dei sistemi moderni.

A quest'ultimo tipo appartengono i due ponti per strada ferrata costruiti dalle Ditte francesi sui due rami del Danubio nella Rumenia per il colossale *Viadotto di Cernavoda* (**), inaugurato il 1895. — La grandiosità delle luci adottate, che fra le costruzioni del vecchio continente tengono il secondo posto dopo le gigantesche portate del ponte sul *Firth of Forth* in Inghilterra, fu imposta dal costo enorme delle pile. Esse infatti, oltre all'altezza libera di 30 m. sul livello delle acque massime occorrente pel passaggio dei velieri, dovevano discendere ad una profondità notevole sotto il letto del fiume per trovare un appoggio su di un terreno sufficientemente solido.

Il progetto è opera dell'ing. Saligny dell'Ispettorato ferroviario Rumeno.

Nella Tav. VII del vol. XXI, 1895 di questo Periodico è rappresentato il ponte in acciaio Martin-Siemens costruito sul braccio principale del Danubio dalla Società di *Fives-Lille*, che supera la campata centrale di 190 m. e le 4 campate laterali di 140 m. con due grandi travi reticolari a mensola di 240 m. e 3 semiparaboliche di m. 90.

Il peso di metallo impiegato raggiunge 6970 kg. per metro corrente di via.

(*) Facendo un calcolo diretto, detti punti si trovano a m. 12,12 dagli appoggi.

(**) « L'Ingegneria Civile », vol. XXI, 1895, Tav. VII, ed « Allgemeine Bauzeitung, Oesterreichische vierteljahrsschrift », 1896.

(*) « Nouvelles Annales de la construction », gennaio 1898. — « Le Génie Civil », vol. XXVI, pag. 304, 1895.

Affatto simile, ma di proporzioni assai meno grandiose, è l'altro ponte del viadotto di Cernavoda, costruito dalla Ditta *Schneider* sul braccio minore del Danubio: la Borcea. La luce centrale di 140 m. è superata da una trave a mensola che sporge di sbalzo sulle due campate laterali e riceve l'appoggio delle travi semiparaboliche di riva. Anche qui l'altezza massima del sistema reticolare è in corrispondenza delle pile, e il peso di metallo per metro corrente di via raggiunge 6650 kg.

Il costo totale dei due ponti coi viadotti d'accesso portati da travi parallele a graticcio della luce massima di m. 60,85 si valuta a 19 369 000 lire.

Su questo stesso tipo, la Ditta *Daydé e Pillé* ha principiato la costruzione d'un viadotto metallico sul fiume Rosso ad Hanoi nel Tonchino (*), della lunghezza totale di 1682 m., ripartita in 19 campate, nel quale s'impiegheranno 6000 t. di acciaio.

*

Non sono meno interessanti le applicazioni dei sistemi a mensola ai ponti di piccole dimensioni, ove la rigidità del manufatto è d'importanza assai maggiore. Il carattere fondamentale di queste travature consiste nel minor numero di cerniere, per modo che il sistema non riesca staticamente determinato.

Due notevoli esempi di questo tipo furono costruiti nell'ultimo decennio dalle Ditte francesi; entrambi secondo una travatura continua con quattro appoggi:

1° La passerella di *Bry-sur-Marne* (**) (1893), uscita dalle Officine della Società di Costruzioni *Lévallois-Perret*, secondo il progetto dell'ing. *Launay*, che imitò, per ciò che riguarda la travatura principale, la passerella più antica di *Passy* (***) .

(*) « Le Génie Civil », vol. XXXII, pag. 260.

(**) « Le Génie Civil », vol. XXV, pag. 17.

(***) *RÉSAL, Les ponts métalliques*, vol II.

Si tratta di una trave reticolare continua a tre luci, di m. 24,50 le estreme e di m. 30 l'intermedia, con una cerniera nella mezzaria della campata centrale. Il profilo inferiore dello schema è disposto secondo un arco circolare nella campata di mezzo e due semiarchi in quelle di sponda, con vantaggio notevole per la leggiadria del manufatto, e per la stabilità della trave che ha la massima altezza sulle pile, ove sono massimi i momenti flettenti.

Gli appoggi sulle spalle possono poi reagire nei due sensi opposti, grazie a particolari artifizii costruttivi; ma l'ampiezza delle campate di riva ci sta garante che, anche nel caso in cui il sopracarico sia disteso sulla sola campata centrale, lo sforzo che tende a sollevare le estremità delle travature dalle piastre di appoggio non può essere che assai piccolo;

2° Il *Ponte sul Cheliff* nell'Algeria (*), eseguito dalla Ditta *Daydé e Pillé*, secondo il sistema a trave continua con *unione parziale nella mezzaria*. L'idea di questa disposizione è già accennata nell'opera del *Collignon*: *Sulla resistenza dei materiali*, come una conseguenza naturale del sistema di montaggio delle travi continue a tre campate. Ciascuna metà della trave viene infatti varata da una delle sponde verso la pila più vicina, poi spinta nella sua posizione definitiva. Prima di ultimare la posa in opera, collegando le due mezze travi coi coprigiunti prescritti dal calcolo, si riconducono le due estremità affacciate al disopra dell'orizzontale degli appoggi, sollevandole per quel tratto di cui si sono abbassate sotto l'azione del peso proprio. Se si eseguisse l'unione senza operare il sollevamento, la trave si dovrebbe considerare come un sistema continuo soltanto rispetto al sopracarico accidentale, mentre in rapporto al peso insistente sull'impalcatura prima del collegamento ogni mezza trave si comporta come semplicemente appoggiata in due punti e sporgente di sbalzo verso la campata

(*) « Le Génie Civil », 26 febbraio 1898; 3 febbraio 1900.

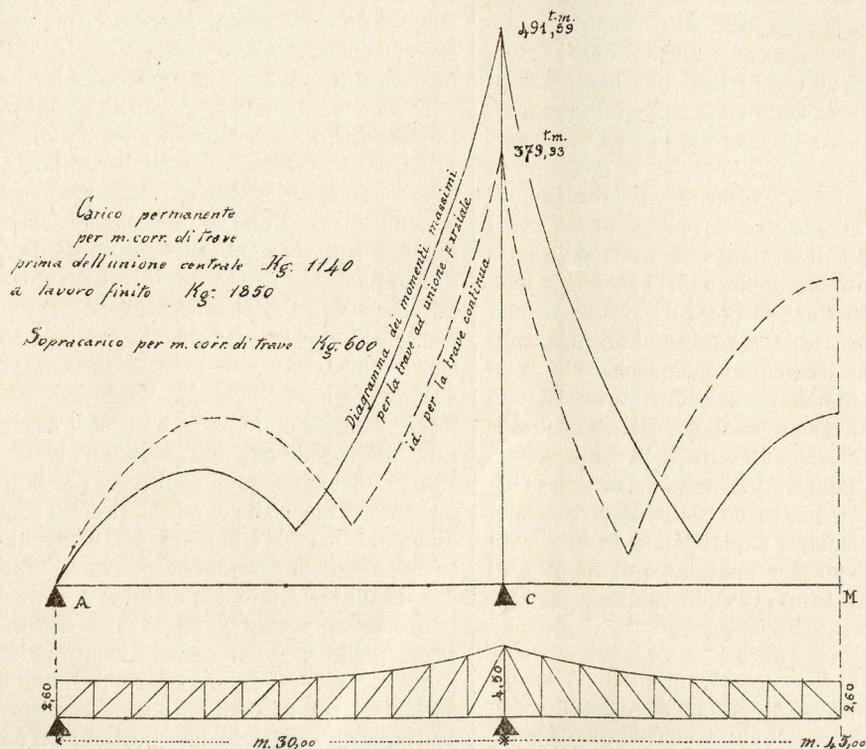


Fig. 259. — Schema e diagrammi comparativi del ponte sul Cheliff.

Il montaggio fu eseguito successivamente per ciascuna metà della travatura tenuta a posto, caricando di zavorra le estremità verso le sponde; poi, preparata la cerniera in chiave cogli spessori necessari per registrarla, si spinsero le grandi centine metalliche una contro l'altra fino a contatto.

Seguì la costruzione dell'impalcatura mentre le estremità del ponte rimanevano tuttora libere, e le bielle d'ancoraggio furono applicate soltanto a lavoro finito, avendo avuto cura di sostituire con un equivalente peso di zavorra il parapetto ornamentale non ancora ultimato, e di scegliere una giornata nella quale la temperatura si mantenne prossima al valore medio supposto nei calcoli di 14° centigradi.

L'altro manufatto, del quale si è già parlato brevemente, è il *Viadotto sul Viaur* (*) per ferrovia ad un solo binario, nel quale, dato l'enorme peso della costruzione di oltre 3500 tonnellate, sarebbe stato inopportuno qualsiasi ancoraggio. Le due grandi travi reticolari a mensola, che formano colla loro nervatura inferiore l'arcata centrale di 220 m. di luce, ed i due semiarchi di sbalzo reggono alle estremità due travate di raccordo della portata di m. 25,40, poggianti sulle spalle del manufatto. Esse hanno lo scopo di sopprimere ogni vincolo sovrabbondante del sistema, che sarebbe stato inevitabile, se le travi a mensola avessero trovato un appoggio diretto sulle spalle.

Il metodo di posa in opera non presenta differenze sostanziali da quello accennato per il ponte Mirabeau, col quale, del resto, il tipo di travatura del viadotto sul *Viaur* ha moltissima analogia. Per uno studio accurato dei particolari costruttivi si ricorra alle monografie citate; qui importava essenzialmente discuterne i tipi per poter concludere da un rapido esame di queste opere colossali, come l'Ingegneria francese siasi avviata verso la mèta prefissa dall'indirizzo moderno, alla quale i progressi della metallurgia e della meccanica debbono necessariamente condurci in questo campo: la costruzione di grandi manufatti con appoggi quanto più è possibile limitati in numero ed estensione.

(Continua)

Ing. M. PANETTI.

CHIMICA INDUSTRIALE

LE INDUSTRIE CHIMICHE DELLA GERMANIA ALL'ESPOSIZIONE UNIVERSALE DI PARIGI DEL 1900.

Da una interessante Relazione che l'egregio ing. V. Sclopis, in diversi numeri della Rivista *La Chimica industriale*, organo ufficiale dell'Associazione Chimica Industriale, di cui lo Sclopis è Presidente, ha pubblicato sulle condizioni dell'Industria Chimica nei diversi paesi, quali risultavano dall'Esposizione mondiale di Parigi, stralciamo e riproduciamo quanto si riferisce allo stato attuale dell'Industria chimica in Germania, ed all'impulso veramente straordinario e meraviglioso che quell'industria ha ricevuto in questi ultimi anni, tanto che il valore totale della sua produzione annua oggidì raggiunge ed anzi sorpassa un miliardo di marchi.

*

« L'Esposizione delle Industrie Chimiche della Germania era stata fatta collettivamente, senza indicazioni dei rispettivi fabbricanti, in tante vetrine elegantissime nelle quali erano distinti ed ordinati in 28 categorie i diversi rami dell'Industria Chimica.

Notevoli a primo colpo d'occhio: la mostra retrospettiva di tutti i prodotti industriali nuovi, trovati dai Chimici tedeschi nel secolo XIX; la sala speciale riservata ai Sali di Starsfurt, con blocchi enormi di questo sale naturale accatastati artisticamente a guisa di monumento, e con due statue di singolare pregio artistico, rappresentanti in grandezza naturale due minatori intenti a staccare il minerale dalle rocce incassanti; i prodotti in grès delle Ditte *Dr. Plath e Piesomeyer*, di Cassel e *Deutsche Steinzeugwaaren-Fabrik-Friedrichsfeld* in Baden,

(*) « Annales des ponts et chaussées », 1898, 1° e 2° trimestre; 1899, 1° e 4° trimestre.

tra cui degna di nota una pompa a doppio effetto per acidi con stantuffo e corpo di tromba interamente in grès; i prodotti in porcellana, come capsule, serpentini, ecc. della *Königliche Porzellan Manufaktur* di Berlino; ed i prodotti in platino della Ditta *W. Heraeus Hanau*, particolarmente i suoi apparecchi di platino per la concentrazione dell'acido solforico.

*

La mostra collettiva della Germania era stata ordinata e diretta da un Comitato, composto delle più distinte personalità chimiche tedesche. Di questo Comitato era Presidente il sigg. dott. J. F. Holtz, Vice-Presidente il sigg. dott. C. A. Martius e Consiglieri i sigg.: dott. Böttinger, dott. Kramer ed E. Hauelsen. nonchè i sigg.: dott. Stroof, dott. Merk, M. Voigt, H. Stücklen, dott. Laubenheimer, dott. Brunck, dott. Steche, e dott. Heraeus per ogni gruppo in cui si divideva la Sezione Chimica.

Questo Comitato ha raccolto in un elegantissimo volume, che ogni visitatore poteva procurarsi, rivolgendosi alla gentilezza del sig. Hetz, Segretario della Sezione Chimica Tedesca all'Esposizione, il Catalogo generale delle 90 fabbriche rappresentate in quella Sezione, corredato di ogni notizia storica ed economica concernente ciascuna di dette fabbriche e preceduto da un magistrale rapporto dell'illustre scienziato dottore Otto N. Witt, professore alla *Technische Hochschule* di Charlottenburg presso Berlino, sullo stato attuale dell'industria chimica tedesca.

Per dare un'idea dello sviluppo colossale, che ha preso l'industria chimica in Germania, crediamo utile riportare qui un cenno sommario su alcune fra le più importanti di queste fabbriche, desumendolo dallo stesso Catalogo:

1. *Actien-Gesellschaft für Anilin-fabrication* (Fondata nel 1873). — Sede: in Berlino — Direttore: Dr. Oppenheim — Capitale: 7 milioni di marchi (8.750.000 fr.) — Fabbriche: in Berlino, a Rummelsburg presso Berlino, a Greppin Bez. Halle, a St. Fons in Francia, a Mosca e Libau in Russia — Personale: 55 chimici, 10 ingegneri, 150 impiegati commerciali, 21 tintori e impiegati per fotografia, 1550 operai.
Prodotti fabbricati: Benzolo; Toluolo; Xilolo; Naftalina; Fenolo; Acidi solforico, cloridrico, nitrico; Sode; Colori d'anilina; Prodotti farmaceutici diversi; Prodotti per la fotografia.
2. *Société Anonyme des anciennes Salines Domania'es de l'Est*. — Sede: Dieuze e Parigi — Direttore generale: De Stuecklé — Capitale: 6 milioni di marchi (7.500.000 fr.) — Fabbriche: in Dieuze, Montmorot, Arc, Salins (Francia) — Personale: in Dieuze, 30 impiegati e 600 operai.
Prodotti fabbricati: Cloruro di sodio; Soda all'ammoniaca; Soda caustica; Cristalli di soda; Acidi solforico, nitrico e cloridrico; Solfato di soda; Allumi; Solfato d'allumina; Cloruro di calce; Superfosfati.
3. *Badische Anilin und Soda Fabrik — Actien-Gesellschaft* (Fondata nel 1865). — Sede: Ludwigshafen sul Reno — Direttori: Dr. Brunck, Vischer, Kächelen, Huttenmüller — Capitale: 21 milioni di marchi (26.250.000 fr.) — Fabbrica principale: Ludwigshafen (area coperta 15.475 mq.) — Succursali: Neuville (Saone), Butirki presso Mosca.
È la più grande fabbrica del mondo. Impiega 148 chimici laureati, 75 ingegneri e tecnici, 350 impiegati commerciali, 6207 operai.
Fa la distillazione del catrame per la produzione dei materiali greggi, che servono alla fabbricazione dei colori artificiali. Annessa a questa fabbricazione è la produzione di acidi e di soda caustica col metodo elettrolitico. Per la fabbricazione dell'acido solforico occorrente si consumano 80.000 tonnellate di piriti all'anno.
4. *C. F. Boehringer e Soehne* (Fondata nel 1859). — Sede: Mannheim — Gerente: Engelhorn — Personale: 25 chimici e tecnici, 30 impiegati amministrativi, 400 operai.
Prodotti fabbricati: Alcaloidi; Etere; Clorofornio; Idrato di cloralo; Celluloide; Acido gallico; Glicerina; Iodofornio; Iodio; Iodolo; Ioduri; Salicilato di soda; Pirogallolo, ecc., ecc.
5. *Leopold Cassella e C.* (Fondata nel 1870). — Sede: Frankfurt sul Meno — Gerenti: Gaus e Veinberg — Personale: 80 chimici e tecnici, 170 impiegati commerciali, 1800 operai.
Prodotti fabbricati: Colori artificiali della distillazione del catrame.
6. *Chemische Fabrik auf Actien* (vorm. E. Scherring) (Fondata nel 1851). — Sede: Berlino — Direttori: Antrick, Holtz — Capitale: 3 milioni di marchi (3.750.000 fr.) — Fabbriche: in Berlino e Charlottenburg — Personale: 85 impiegati, 613 operai.
Prodotti fabbricati: Prodotti chimici per farmacia, fotografia e tecnica industriale.

7. *Chemische Fabrik Griesheim-Elektron*. A. G. (Fondata nel 1856). — Sede: Frankfurt sul Meno — Direttori: Plieninger, prof. Lepsius, Lang, Eickemeyer, Pistor — Capitale: 9 milioni di marchi (11.250.000 fr.) — Fabbriche: in Griesheim sul Meno, a Mainthal, Spandau, Küppersteg, Bitterfeld, Rheinfelden nel Baden — Personale: 150 tecnici e impiegati amministrativi, 2300 operai.
Prodotti fabbricati: Acidi minerali; Alkali; Sodio; Magnesio; Carburo di calcio; Bromati; Permanganato potassico; Solfo; Fosforo; Cloruro di calce; Esplosivi, ecc., ecc.
8. *Chemische Fabrik von Heyden — Actien-Gesellschaft* (Fondata nel 1874). — Sede: Radebeul presso Dresda — Direttori: Dr. Kolbe, Seifert, Vorländer — Capitale: 5 milioni di marchi (6.250.000 fr.) — Personale: 80 impiegati e 700 operai.
Prodotti fabbricati: Preparati diversi per la farmacia; Prodotti della distillazione del catrame; Essenze artificiali; Edulcoranti artificiali, ecc., ecc.
9. *Chemische Fabrik Rhenania — Actien-Gesellschaft* (Fondata nel 1840). — Sede: Aachen — Gerenti: Robert e Max Hasenclever — Capitale: 6 milioni di marchi (7.500.000 fr.) — Fabbriche: a Stolberg e Oberhausen (Reno), a Rheinau (Baden) e Dortmund (Vestfalia) — Personale: 75 impiegati e 1200 operai.
Prodotti fabbricati: Acidi solforico, cloridrico; Solfati; Soda carbonata; Soda caustica; Iposolfito sodico; Cloruro di calce; Clorato potassico; Acido nitrico; Cloro liquido; Cloruro di bario; Cloruro di calcio, ecc.
10. *Deutsche Steinzeugwaaren Fabrik für Canalisation und Chemische Industrie*. A. G. (Fondata nel 1890). — Sede: Friedrichsfeld presso Baden — Direttore: Otto Hofmann — Capitale: 1.450.000 marchi (1.812.500 fr.) — Personale: 36 impiegati e 500 operai.
Prodotti fabbricati: Apparecchi e utensili in grès per la fabbricazione degli acidi, delle torri di condensazione, ecc.
11. *De Dietrich e C. (Commandit-Gesellschaft)*. — Sede: Niederbrönn (Alsazia) — Personale: 160 impiegati, 2250 operai, 25 operaie.
Prodotti fabbricati: Smalti ed apparecchi smaltati per le industrie chimiche.
12. *Farben Fabriken vorm. Friedrich Bayer e C.* A. G. (Fondata nel 1850). — Sede: Elberfeld — Direttori: Bayer, Bottinger, König — Capitale: 12 milioni di marchi (15.000.000 fr.) — Fabbriche: in Elberfeld, Leverkusen, Barmen, Schelploh, Mosca — Personale: 145 chimici, 27 ingegneri, 148 impiegati tecnici, 500 impiegati commerciali, 4200 operai.
Prodotti fabbricati: Colori d'anilina e d'alizarina e Prodotti farmaceutici.
13. *Farbwerk vorm. Meister, Lucius e Bruning* (Fondata nel 1862). — Sede: Höchst sul Meno — Direttori: De Ridder, Laubenheimer, Brüning — Capitale: 17 milioni di marchi (21.250.000 fr.) — Personale: 129 chimici, 36 ingegneri, 211 impiegati commerciali, 121 capi-operai, 3434 operai.
Prodotti fabbricati: Acido solforico; Anidride solforica; Acidi cloridrico, nitrico; Solfato soda; Soda caustica; 300 tipi di colori artificiali.
14. *Kunheim e C.* (Fondata nel 1831). — Sede: Berlino — Personale: 11 chimici, 2 ingegneri, 27 impiegati, 34 capi-operai e 700 operai.
Prodotti fabbricati: Ferrocianuri e ferricianuri; Bleu di Parigi; Bleu di Stahl; Sali dell'acido solfocianico; Ammoniaca e sali d'ammonio sia industriali che chimicamente puri; Gas liquidi; Acidi solforico, cloridrico, nitrico; Solfato di soda; Acido citrico; Acido borico e borati; Sali delle terre rare; Acido ossalico e tutti gli ossalati; Carburo di calcio.
15. *E. Merck* (Fondata nel 1668). — Sede: Darmstadt — Personale: 50 fra chimici, ingegneri, medici e farmacisti, 200 impiegati, 800 operai.
Prodotti fabbricati: Preparati per la tecnica farmaceutica, per la medicina, per la fisiologia, per la batteriologia, per la fotografia, ecc.
16. *Stassfurter Chemische Fabrik vorm. Vorster e Grunenberg*. A. G. — Sede: Stassfurt — Direttori: Dr. Bernhardt, Holtz, Zuckschwerde, Dupré — Capitale: 3 milioni di marchi — Personale: 13 chimici, 11 impiegati, 450 operai.
Prodotti fabbricati: Cloruro di potassio; Solfato di potassio; Kieserite; Sale amaro; Bromo; Cloruro di magnesio; Sali per concimi; Acido solforico; Cianuro di potassio; Cianato di potassio; Ferrocianuri; Urea; Acido ossalico ed ossalati; Sykorina (edulcorante).
17. *Verein für Chemische Industrie in Mainz*. A. G. (Fondata nel 1865). — Sede: in Magonza — Direttore: Dr. Rumpf — Capitale: 3 milioni di marchi — Personale: 48 impiegati e 800 operai.
Prodotti fabbricati: Acido acetico; Acetati; Anidride acetica; Alcoolmetilico; Etere acetico; Acetone; Formaldeide; Triossi metilene; Preparati del catrame di legno; Cloruro di calce; Cloroformio; Soda caustica; Acido solforico; Carbone di legno; Mattonelle.
18. *Verkaufsyndikat der Kaliwerke Stassfurt*. — Questo Sindacato si compone di 21 Ditte, nelle cui fabbriche trovano lavoro 15.570 operai oltre a 818 fra tecnici ed impegati.
Queste fabbriche producono: Cloruro di potassio; Solfato di potassio; Solfato doppio di potassio e magnesio; Kieserite; Sali di potassio per concime di tutte le specie; Magnesia; Bromo; Acido cloridrico; Cloruro di calce; Clorato potassico; Potassa caustica; Carbonato doppio di potassa e magnesio; Liscivie di potassa; Soda all'ammoniaca; Carbonato di soda in cristalli; Soda caustica; Bicarbonato di soda; Ammoniaca liquida; Cloruro ammonico; Bicromato potassico; Bromuro di ferro; Benzolo; Sale amaro; Allume di rubidio; Sali per bagni; Cianuro di potassio; Cianato di potassio; Ferrocianuri; Urea; Acido ossalico; Ossalati; Sykorina; Sale Glauber; Solfuro sodico; Anticloro; Salnitro raffinato; Fosfato potassico e sodico; Silicati solubili; Allume di cesio; Cloruro di magnesio; Idrato di magnesio; Solfocianato potassico; Acido perclorico; Acido solforico; Idrogeno; Solfato di allumina.
Queste fabbriche riunite comprendono una forza motrice di 53.250 cav.-vap., prodotti da 513 caldaie, che mettono in moto 738 motrici.

*

Da tutti questi dati, risultanti da pubblicazioni, le quali, se non hanno carattere ufficiale, meritano tuttavia ogni fiducia, perchè furono raccolte da persone tecniche di grande competenza, si può desumere, che, fra tutte le Nazioni, quella che oggi si trova al più alto grado di progresso e di perfezionamento nel campo della Chimica, è incontestabilmente la Germania.

Questa Nazione, che ha l'orgoglio della sua potenza ed il sentimento del suo primato, ha voluto all'Esposizione di Parigi, per rendere più coordinata e più maestosa la sua mostra, riunire, come abbiamo visto, in *collettività* tutti i fabbricanti di prodotti chimici e mettere in mostra, in forma elegantissima, tutti i prodotti della propria industria. Essa è riuscita nel suo intento di fermare, cioè, l'attenzione del visitatore su quell'emporio di campioni d'ogni genere dei prodotti della Chimica e d'infondere in tutti una profonda impressione della sua preponderanza e dell'alto grado di perfezione, che essa ha saputo raggiungere.

Nessuna Nazione del mondo ha fatto negli ultimi trenta anni tanti e così repentini progressi come la Germania.

Tanto è vero che, mentre solamente nel 1897 il valore totale della sua produzione era di 947.902.615 marchi, oggidì esso raggiunge, ed anzi sorpassa, un *miliardo* di marchi.

La sua esportazione si può ritenere di 340 milioni di marchi, vale a dire di un terzo all'incirca della sua produzione.

Ma, dopo aver fermato l'attenzione su questo fortunato Paese, che racchiude in sé stesso tanta potenza industriale e commerciale in ogni ramo dello scibile umano e specialmente nel campo della Chimica, nasce naturale la domanda: In qual modo la Germania ha potuto conquistare, in pochi anni relativamente, tale alto grado di sviluppo e di perfezionamento? Quali sono le cause di tanta prosperità?

Queste cause sono molteplici e d'ordine diverso, cioè d'ordine morale, economico e scientifico.

Bisogna anzitutto constatare che il popolo tedesco possiede tutte le qualità essenziali per essere alla testa del progresso civile: spirito pratico, talento d'organizzazione, abitudine di disciplina, immenso amor proprio, perseveranza e attività. Inoltre possiede ad altissimo grado lo spirito d'associazione ed ha un esatto concetto del vantaggio che si può ricavare da un raggruppamento metodico delle forze vive, che ha a sua disposizione.

*

Lo sviluppo dell'industria chimica in Germania è dovuto in grandissima parte all'influenza esercitata da due potenti Società: la *Deutsche Chemische Gesellschaft*, fondata nel 1867 da A. W. Hofmann, e la *Verein Zur Wahrung der Interessen der Chemischer Industrie Deutschlands*, fondata nel 1877. La prima ebbe per effetto di mettere in intimo contatto i rappresentanti della chimica pura e della chimica applicata, le cui relazioni non consistevano prima che in rapporti puramente

personali. La seconda fu creata nello scopo di riunire tutti i rappresentanti dell'industria chimica e di associarli per discutere essi stessi le questioni d'un interesse economico o politico.

Questa Società, la cui sede è in Berlino, possiede un organo periodico intitolato *Die Chemische Industrie*. Essa mantiene le relazioni più amichevoli colla Società Chimica Tedesca, ed anzi, a partire dal 1900, le due Società furono installate nella *Hofmann Haus*, la quale fu costruita dagli amici ed ammiratori di questo scienziato, in memoria del suo titolo di fondatore della Società Chimica Tedesca.

Un'altra Società ha pure contribuito ad assicurare all'industria chimica una coesione, una potenza e nello stesso tempo un'autorità, che le permettono di esercitare la più grande influenza, la *Berufgenossenschaft der Chemische Industrie*, il cui scopo è di occuparsi di tutte le questioni relative all'assicurazione contro gl'infortuni, di stabilire delle statistiche, ecc., ecc. Questa Associazione ha delle ramificazioni in tutte le parti dell'Impero.

*

Ma fra le cause d'ordine morale ed economico, che contribuiscono allo sviluppo dell'industria chimica in Germania, niuna ha esercitato un'influenza così caratteristica e così durevole come l'organizzazione scientifica tedesca.

Troppo ci dovremmo discostare dallo scopo di questa breve rivista se ci accingessimo ad esaminare lo stato dell'istruzione chimica in Germania. Questo tema potrà formare oggetto di un importante studio speciale.

Per ora ci basti osservare che in Germania non v'ha una fabbrica di prodotti chimici, di materie coloranti, di prodotti farmaceutici; non v'ha una tintoria, una fabbrica di tessuti stampati, ecc., ecc., che non impieghi uno o parecchi chimici; che la maggior parte di queste fabbriche hanno annessi dei laboratori di analisi e di ricerche, dove dei chimici esperti attendono con scrupolosa cura e attività a procurare sempre maggiori perfezionamenti all'industria speciale, cui si sono dedicati; che la maggior parte delle fabbriche usufruisce pure del concorso dei più rinomati professori d'università, delle cui eventuali scoperte si assicurano la proprietà; che in fine gli scienziati in Germania sono, per così dire, i protettori ed associati dell'industria nazionale (1).

Si comprende di leggieri come un complesso di circostanze così favorevoli abbia potuto imprimere un impulso così straordinario allo svolgimento industriale ed economico della Germania.

*

La natura poi ha singolarmente favorito questo paese, procurandogli dei tesori minerari, dai quali esso ha saputo trarre il massimo profitto.

La Germania possiede in diverse parti dei giacimenti di *piriti*, contenenti alcuni dello zinco e del rame. La produzione totale delle piriti in Germania ammontava nel 1897 a 133 300 tonnellate, di cui 51 180 tonn. trovarono il loro impiego nell'industria dell'acido solforico, 15 000 tonn. furono esportate ed il resto impiegato a preparare l'acido solforoso per i bisogni della fabbricazione della cellulosa bisolfitea.

Il *cloruro di sodio*, che è la base della fabbricazione del sal di soda, è ricavato in Germania per una parte dalle saline: ma altresì, ed in una proporzione elevata, dalle miniere di sal gemma, di cui vi esistono vasti depositi: ed il sal gemma è dato all'industria ad un prezzo molto inferiore a quello del sal marino. Il valore del sal gemma è di 4,50 marchi la tonnellata, mentre il sal marino vale 27 marchi.

In questi ultimi anni furono in attività 16 miniere di sal gemma e nel 1897 si produssero 763 400 tonn. di questo sale per un valore di 3 217 000 marchi. Il sal marino, la cui produzione fu nel 1897 di 543 000 tonn., per un valore di marchi 12 137 000, è consumato quasi esclusivamente per gli usi alimentari.

Un altro immenso tesoro minerario della Germania è il *cloruro di potassio*, proveniente dai colossali giacimenti di sali misti di potassio, di sodio e di magnesio esistenti sotto una gran parte della Germania del Nord e conosciuti sotto il nome

(1) « On a souvent demandé comment il se faisait que l'industrie chimique allemande ait surpassé celle d'autres pays » encore peut-être plus favorisés par la nature; cela tient à ce » fait, que l'Allemagne a eu le bonheur de posséder une série » de grands esprits dans le domaine de la recherche scientifique » fiqué pure, et qui n'ont pas négligé de favoriser l'industrie, » à coté du développement de la chimie théorique. C'est là » que se trouve l'élément vital de l'industrie chimique ». (V. *L'Industrie Chimique en Allemagne*, par I. AUGUSTE TRILLAT — Paris, 1900).

di *sali di Stassfurt*, dal nome della città dove vennero scoperti. Tali sali sono noti sotto il nome di *silvina*, *carnallite*, *schoenite*, *kieserite*, *kainite*, *polyalite*, e sono tutti dei sali a base di cloruro e di solfato di potassio, di sodio e di magnesio. Il cloruro di potassio greggio, ottenuto da questi sali e contenente 80 0/0 di sale puro, ha un grandissimo valore come concime. Di questo sale il 25 0/0 della totale produzione è consumato in Germania, il 75 0/0 è spedito in tutte le parti del mondo, dove è utilizzato per l'agricoltura. Questo preziosissimo prodotto è monopolio d'un Sindacato di vendita (1), che mantiene la produzione in certi limiti e determina dei prezzi uniformi di vendita. Questo Sindacato ha partecipato all'Esposizione mondiale di Parigi, esponendo in un apposito scompartimento alcuni immensi blocchi di sale di Stassfurt, sui quali poggiava maestosamente una statua in bronzo della Germania vittoriosa ed ai suoi piedi tre altre statue allegoriche, con finissima arte scolpite e raggruppate.

La produzione di sali greggi di potassio fu nel 1897 di 1 946 000 tonn. per un valore di 26 065 000 marchi e quella del cloruro di potassio fu nello stesso anno di 168 000 tonn. per un valore di 23 058 000 marchi.

Nel 1898 la produzione del cloruro di potassio fu di 177 000 tonnellate, delle quali 70 000 vennero consumate in Germania ed il resto esportato nelle seguenti proporzioni: America del Nord 54 200 tonn., Inghilterra 13 500 tonn., Francia 14 800 tonn., Belgio e Olanda 8700 tonn., Svezia e Norvegia 4000 tonnellate, Italia 3900 tonn., Austria-Ungheria 3800 tonn., Russia 2300 tonnellate, Spagna e Portogallo 1119, altri paesi 700 tonn.

Un'altra fonte di risorsa per parecchie applicazioni chimiche è l'*acido carbonico puro* che si estrae naturalmente ed abbondantemente dal suolo in alcuni punti della Germania e particolarmente sulle rive del Reno. Coll'aiuto di questo acido si può eseguire tutta una serie di processi di purificazione di prodotti chimici: per esempio, la massima parte della potassa e della soda chimicamente pura è ottenuta oggidì col trattamento della soluzione filtrata di potassa e di soda ordinaria con questo acido carbonico naturale; il bicarbonato alcalino poco solubile, che si precipita, è venduto in parte tal quale o trasformato, per calcinazione, in carbonato neutro e acido carbonico libero. Questo processo si lascia combinare in un modo ingegnoso colla produzione di certe preparazioni di barite a partire dalla baritina e col processo Chance di rigenerazione del solfo dai residui della fabbricazione della soda. Si fabbricano nel medesimo modo i derivati del magnesio, trattando la magnesia o la dolomite macinata con una corrente di acido carbonico; la soluzione di bicarbonato di magnesio ottenuta e filtrata dà per ebollizione il carbonato neutro puro.

*

Ed ora, dando uno sguardo generale allo stato attuale dei differenti rami dell'industria chimica in Germania, possiamo inferirne le seguenti deduzioni:

A) La grande industria chimica, cioè quella dei sali, degli acidi e degli alcali è in Germania nel suo massimo sviluppo. Abbiamo visto che dispone delle relative materie prime. La produzione di acido solforico in 73 fabbriche era nel 1897 di 845 582 tonn. (calcolato in acido a 60° B.), per un valore di 15 milioni di marchi; e per dimostrare quanto enorme sia stato l'aumento di questa fabbricazione, basti accennare che la Germania nel 1888 non ne produceva che 398 800 tonn.

La fabbricazione dell'acido solforico tende a trasformarsi dal sistema delle camere di piombo in quello di contatto, trovato dal Winkler e consistente nel formare l'anidride solforica coll'unione diretta dell'anidride solforosa coll'ossigeno. La *Baische Anilin und Soda Fabrik* di Ludwigshafen sul Reno, che è la più grande produttrice d'acido solforico del mondo, ha soppresso a poco a poco tutte le camere di piombo preesistenti ed adottato definitivamente il processo di Winkler perfezionato (2).

(1) Il *Verkaufsyndicat der Kaliwerke Stassfurt*, di cui si è parlato più sopra.

(2) Ecco qualche spiegazione sul processo di preparazione dell'anidride solforica.

La reazione fra l'ossigeno e l'acido solforoso non effettuandosi che ad un'alta temperatura, è necessario riscaldare questi due gas separatamente ed allo stato di miscuglio, prima di dirigerli sulla sostanza di contatto. La combinazione dell'acido solforoso coll'ossigeno è accompagnata dallo sviluppo di un calore considerevole. Al calore, prima fornito al miscuglio, si aggiunge quello della reazione, di modo che la temperatura può giungere fino all'incandescenza. Nella pratica, questa repentina elevazione di temperatura presenta dei gravi inconvenienti. Anzitutto gli apparecchi di ferro si deteriorano rapida-

La trasformazione industriale dei cloruri alcalini in alcali caustici o carbonatati (soda caustica, sali di soda) si fa in parte ancora coll'antico processo Leblanc, ma in massima parte col processo Solvay (soda all'ammoniaca). La produzione della soda Solvay che nel 1884 era in Germania di tonn. 44 000, nel 1894 ha raggiunto la cifra di 210 000 (1).

La decomposizione elettrolitica dei cloruri alcalini ha fatto pure in Germania dei grandi passi. L'industria elettro-chimica degli alcali impiega due processi, la cui differenza consiste nel modo di separazione dei prodotti dell'elettrolisi; il primo impiega dei diaframmi porosi in cemento (processo della fabbrica Electron) e la seconda impiega il mercurio, cioè il processo Castner, reso pratico e messo in opera da Solvay.

I due processi elettrolitici forniscono, a lato degli alcali caustici, del cloro purissimo, che è utilizzato per la fabbricazione del cloruro di calce. Attualmente in Germania la massima quantità di questo prodotto è fabbricata col cloro elettrolitico.

La produzione dell'acido cloridrico ha pure molta importanza in Germania perchè assorbita in gran parte dall'industria delle materie coloranti: lo stesso dicasi dell'acido nitrico il cui consumo in questa stessa industria e nell'industria tintoria ascende a cifre molto elevate.

I gas acido carbonico e acido solforoso sono preparati in grande quantità allo stato puro e liquefatti. L'acido carbonico liquido e l'acido carbonico ottenuto per compressione dell'acido carbonico naturale sono utilizzati in gran parte nelle birrerie, nei laboratori e per differenti usi. L'acido solforoso liquido trova un impiego enorme nell'industria chimica, nei laboratori e nella produzione del freddo artificiale. Colla fabbricazione del gas solforoso va unita quella dei solfiti alcalini, neutri ed acidi.

L'industria dei concimi chimici, per quanto debba sostenere la concorrenza estera, che si trova in condizioni forse più vantaggiose, è tuttavia in grado di sopperire quasi completamente ai bisogni agricoli di superfosfati.

Nell'insieme, la grande industria chimica tedesca prospera e si sviluppa sempre più.

B) Una grande quantità d'industrie minori fioriscono e prosperano in Germania:

1. Quella dei bicromati di potassa e di soda vi ha preso grandissima importanza, talchè è ora ridotta a cifra insignificante l'importazione dalla Scozia, donde proveniva quasi esclusivamente il bicromato consumato per l'addietto;

2. Quella dei reagenti chimicamente puri pei laboratori di chimica. Un gran numero di fabbriche s'occupano esclusivamente della preparazione allo stato puro dell'acido solforico, dell'acido cloridrico e nitrico, del cloro, della potassa, della soda, ecc., provenienti dalle grandi fabbriche, dove tali prodotti si ottengono in grandissima scala e non possiedono le qualità volute per essere impiegati in usi analitici e scientifici;

3. La fabbricazione di prodotti farmaceutici occupa un distinto posto nel campo dell'industria chimica in Germania;

4. La fabbricazione di prodotti per la fotografia ha pure preso un grande sviluppo. I sali d'argento, d'oro e di platino sono diventati prodotti di grande consumo in seguito ai grandi passi fatti dalla fotografia, dalla platinotipia, ecc.;

5. Un altro ramo importantissimo della chimica industriale è quello dei prodotti per la tintura e per la stampa. L'industria tessile è una fra le industrie della Germania la cui produzione ha un valore maggiore: essa infatti sorpassa di molto 2 miliardi all'anno. Quasi tutti i rami di quest'industria immensa richiedono più o meno delle preparazioni chimiche: ma specialmente la tintura e la stampa impiegano quantità enormi di queste preparazioni chimiche. Le sostanze, note sotto il nome di mordenti, sono d'immenso impiego; il tannino, i composti d'antimonio, quelli di cromo, l'acido fluoridrico, i clorati, i sali di rame, i delicati composti di vanadio formano oggetto di lavoro in parecchie fabbriche dell'industria chimica;

mente in causa di questa ossidazione energica. Inoltre, ad una temperatura così elevata, l'azione della sostanza di contatto (che è l'amianto platinato) si trova grandemente diminuita, e per conseguenza si ha una diminuzione di rendimento. Per contro, l'anidride solforica, già formata, si sdoppia in ossigeno ed acido solforoso. Il miglioramento contenuto nel brevetto della *Badische Anilin und Soda fabrik* consiste nel sottrarre l'apparecchio e la sostanza di contatto al riscaldamento eccessivo per mezzo di un raffreddamento esterno, giungendo ad ottenere la temperatura più adatta alla trasformazione dell'anidride solforica.

(J. A. TRILLAT, *L'industrie chimique en Allemagne*).

(1) Attualmente la produzione della soda in Germania può calcolarsi di 250 000 a 300 000 tonn. annue.

6. Altre preparazioni utilizzate nei differenti rami dell'industria hanno preso in Germania uno sviluppo veramente importante. La metallurgia, la galvanostegia e la galvanoplastica consumano delle enormi quantità di acidi, di ossidanti e di sali metallici, che si esigono al più alto grado di purezza. La fabbricazione delle pile elettriche e degli accumulatori impiega tonnellate e tonnellate di sali ammoniacali. L'industria dell'illuminazione a gas per incandescenza impiega in grandi quantità delle preparazioni di torio, di cerio ed altri sali delle terre rare;

7. L'industria degli alcool e suoi derivati trovasi in Germania al più alto grado di perfezionamento. La fabbricazione dell'alcool etilico, dell'acido acetico, dell'etere acetico, degli alcool propilici, isobutilici, del cloroformio, del cloralio, dell'alcool metilico, dell'acetone, ecc., ecc., ha preso in Germania uno sviluppo tale che è costretta ad importare dall'America del Nord e dalla Russia delle grandi quantità di pirolignite di calce allo stato greggio per servirsene come materia prima di quest'industria, non potendo l'industria tedesca della distillazione del legno, già molto importante, sopperire ai grandi bisogni della fabbricazione degli alcool e derivati;

8. Nell'industria delle materie coloranti minerali, dei pigmenti, delle colle e gelatine la Germania già da gran tempo tiene il primato. Sono noti a tutto il mondo i tipi caratteristici del bleu di Prussia, dell'oltremare, del giallo di cromo, del verde di Schweinfurt, le terre d'ombra, le ocre e le lacche la cui esportazione ascende a più di 5 milioni di marchi. Dei grandi stabilimenti industriali si occupano quasi esclusivamente della fabbricazione del bianco di zinco e del bianco fisso, come pure delle fabbriche colossali producono le colle forti, le gelatine purissime, destinate ad uso fotografico, talchè nel 1898 l'esportazione di tali prodotti era salita alla cifra di circa 8 milioni di marchi;

9. L'industria della distillazione del catrame e delle materie coloranti artificiali è quella che in Germania ha fatto i più straordinari progressi e che ha ottenuto i più luminosi trionfi. La fabbricazione dei colori d'anilina, dell'alizarina, dei coloranti azoici, dell'indaco artificiale, costituisce una delle principali industrie della Germania. Basti l'accennare che l'esportazione di materie coloranti derivate dal catrame di litantrace ascese nel 1898 ad un valore di 71 950 000 marchi.

Un cenno ancora faremo di due categorie di prodotti, che si collegano coll'industria chimica, cioè l'industria degli olii essenziali e delle profumerie, la quale ha preso pure in questi ultimi anni un impulso considerevole ed una grande estensione, e quella degli apparecchi ed utensili per laboratori e fabbriche di prodotti chimici, in metalli preziosi, cioè in argento, oro e platino, in metalli ordinari, cioè ferro, ottone, in porcellana, in grès ed in vetro.

Questo complesso d'industrie speciali ha preso in Germania un'importanza straordinaria: e ciascuno ha potuto ammirare all'Esposizione di Parigi i lavori sorprendenti, che si eseguivano in quel grande Paese in apparecchi e utensili specialmente di platino, di grès e di porcellana ».

Ing. V. SCLOPIS.

BIBLIOGRAFIA

Ing. PIERUCCIO PINI. — **La nuova legge sulle Bonificazioni ed i Corsi d'acqua in Toscana.** — Conferenza tenuta al Collegio toscano degli Ingegneri ed Architetti il 23 aprile 1900. — Op. in-8°, di pag. 30. — Firenze, 1900.

A tutti è noto come in Italia vi siano due milioni di ettari incolti per malaria, undici milioni di abitanti esposti ad ammalarsi, distribuiti in 2823 Comuni più o meno malarici, e circa due milioni di ammalati ogni anno per febbre malarica. E queste cifre desolanti hanno spinto il Governo a provvedere al miglioramento igienico ed agricolo del paese, mercè la nuova legge importantissima sulle Bonificazioni delle Paludi e di terreni paludosi, approvata con Decreto reale 22 marzo 1900, n. 195.

Il Conferenziere premette un rapido cenno storico sulla legislazione in Italia relativa alla bonifica delle paludi e dei terreni paludosi. Ricorda come la Legge italiana, 20 novembre 1810, prescriveva che le bonifiche utili o necessarie venissero ordinate dal Governo, ed i lavori eseguiti dallo Stato o dai proprietari riuniti in consorzio obbligatorio; e come il Governo Toscano emanasse, nel 27 novembre 1828, disposizioni tuttora in vigore pel bonificamento delle Maremme, provvedendo alle opere direttamente lo Stato, ed i proprietari concorrendovi col valore delle ottenute migliorie, onde le Maremme riuscirono in gran parte asciugate senza che i contribuenti se ne sentissero di troppo gravati. Lo stesso Granduca, con Decreto 18 marzo 1853,

aveva pure disposto per l'essiccazione del lago di Bientina e la bonifica dei terreni circostanti; ma quivi la esecuzione del progetto tecnico non avendo corrisposto alle fatte previsioni economiche, le opere sono tuttora in corso, e la nuova Legge viene opportunamente a porre la detta bonifica fra quelle da compiersi a cura del Governo.

Negli Stati Pontificii, secondo il *Motuproprio* del 25 ottobre 1887, le grandi colmate dovevano farsi a spese, prima dei proprietari, poi della Provincia e per ultimo del Governo; le piccole colmate ed i lavori di scolo a tutte spese dei Consorzi dei proprietari, ma sempre riservata al Governo la tutela sulle opere e l'autorità di obbligare i renitenti. La sola bonifica delle Paludi Pontine continuò a farsi a tutto carico dello Stato, secondo il *Motuproprio* di Pio VI, dal 1777 fino al 1862, ed a compiere questa bonifica occorrono tuttora due milioni e mezzo.

Il Governo Napoletano, nella legge del 1855, aveva seguito il criterio che le opere venissero fatte dallo Stato, ma a spese delle Provincie, dei Comuni e dei proprietari interessati, e solo quando la spesa superasse l'atteso vantaggio, vi concorrevano anche lo Stato.

Il Governo Italiano, secondo il disposto dell'art. 131 della Legge organica 20 marzo 1865, provvede con leggi speciali: alla bonifica dell'Agro Brindisino nel 30 giugno 1872; a quella dell'Agro Romano nell'11 dicembre 1876, e a diverse altre, fra cui quella del lago di Orbetello nel 23 luglio 1881.

Vuolsi notare, come per la bonifica dell'Agro Romano, alcune opere richiedenti lavori di indole straordinaria (prosciugamento delle paludi e stagni di Ostia, Maccarese, ecc.) vennero affidate alla diretta cura dello Stato, contribuendovi Provincia e Comuni; mentre altre (allacciamento di sorgive, sistemazione di scoli ed incanalamento delle acque anche di sottosuolo) furono commesse ai privati con obbligo di Consorzio; ed i 91 Consorzi idraulici fra i quali si divide l'Agro Romano, continuano la parte loro per la sistemazione degli scoli e l'incanalamento delle acque; così pure continuano ad eseguirsi le bonifiche decretate dai passati Governi, con gli antichi Regolamenti, ma lentamente per scarsità di fondi; essendo notorio che dal 1862 al 1897 lo Stato ha contribuito per soli 120 milioni a questa importantissima opera delle bonifiche, mentre si spesero 2 miliardi e 750 milioni in ferrovie, 700 milioni in strade ordinarie, e 370 milioni per porti e fari.

La Legge promessa nel 1865, veniva promulgata il 25 giugno 1882, su disegno presentato dal Ministro Baccarini fin dal 3 dicembre 1878, quando l'azienda delle bonifiche passò dal Ministero di Agricoltura a quello dei Lavori Pubblici.

Questa Legge divise le bonifiche in due categorie: alla *prima*, quelle di grande miglioramento igienico ed agricolo, provvede lo Stato che vi concorre colla metà della spesa, mentre vi concorrono per un quarto Provincie e Comuni, e per un quarto i proprietari interessati riuniti in Consorzio; alla *seconda* categoria provvedono i Consorzi dei proprietari, concorrendovi, per quelle sole dichiarate obbligatorie, lo Stato per un decimo, e per un decimo Provincia e Comuni.

Questa Legge risultando troppo onerosa per lo Stato, si cercò di rimediarvi colla Legge 4 luglio 1886, su disegno presentato dal Ministro Genala, e colla quale si diede facoltà allo Stato di concedere ai Consorzi, che ne facessero domanda, la esecuzione di opere della prima categoria con rimborso ad annualità fisse.

Vi tenne dietro la Legge del 6 agosto 1893, che modificò la precedente per la esecuzione delle opere della prima categoria con nuove facilitazioni e vantaggi per quegli Enti che, forniti di mezzi finanziari, possono domandare ed ottenere di fare essi le bonifiche, togliendo allo Stato la facoltà di eseguirne.

Ma tali facilitazioni portavano quasi la intera spesa, il 95,20 per cento, a carico dello Stato, delle Provincie e dei Comuni, tanto che il Consiglio di Stato nel suo parere 12 febbraio 1897, a proposito della concessione della bonifica maremmana e reggiana, riconobbe la necessità di una riforma radicale della Legge. E la invocata riforma ebbero colla Legge in data 18 giugno 1899, n. 236, la quale diede pure facoltà al Governo di pubblicare in un testo unico tutte le disposizioni di Legge che rimangono in vigore in materia di bonificazione, la qual Legge, composta di 95 articoli, è quella appunto che si è promulgata con R. Decreto del 22 marzo 1900, n. 195.

*

Secondo quest'ultima Legge, la suprema tutela e la ispezione sulle opere di bonificazione dei laghi e stagni, delle paludi e terre paludose, sono affidate al Governo.

Le opere di bonificazione sono di due categorie:

Appartengono alla *prima categoria* le opere che provvedono principalmente ad un grande miglioramento igienico, e quelle nelle quali ad un grande miglioramento agricolo trovasi pure associato un rilevante vantaggio igienico;

Sono di *seconda categoria* tutte le altre opere di bonifica le quali non rivestano i caratteri sovraenunciati.

Le opere di bonificazione di prima categoria saranno eseguite dallo Stato, e, per concessione, dalle Provincie, dai Comuni o dai Consorzi dei proprietari interessati; e saranno mantenute dai proprietari.

Le opere di seconda categoria si eseguono e si mantengono dai proprietari isolatamente o riuniti in Consorzio.

Le opere di bonificazione, tanto di prima quanto di seconda categoria, coll'approvazione del progetto d'esecuzione, acquistano il carattere e godono i vantaggi delle opere dichiarate di pubblica utilità.

Le spese per le opere di bonificazione di *prima categoria* sono sostenute per sei decimi dallo Stato, per un decimo dalla Provincia e Provincie interessate, per un decimo dal Comune o dai Comuni interessati, e per due decimi dai proprietari dei terreni da bonificarsi.

Nelle spese per le bonificazioni, le Provincie ed i Comuni sono chiamati a contribuire, tanto se i terreni a loro appartenenti siano posti entro il perimetro delle bonificazioni, quanto se fuori del perimetro stesso, ove dalla bonificazione risultino avvantaggiati nei riguardi agricoli ed igienici.

Nel primo caso sono tenuti a contribuire come interessati direttamente, nel secondo come interessati indirettamente, ed in ragione del beneficio che ne risentono.

Ove le Provincie, i Comuni o i Consorzi, già legalmente costituiti o quelli che si costituiranno fra i proprietari interessati, domandino di eseguire a loro cura opere di bonificazione di prima categoria, sarà in facoltà del Ministero dei lavori pubblici, d'accordo con quello del tesoro, ed udito il Consiglio superiore dei lavori pubblici ed il Consiglio di Stato, di farne la concessione, a condizione che il richiedente dimostri di avere il modo ed i mezzi di anticiparne tutta la spesa, salvo a riscuoterne poi la quota dello Stato nei successivi esercizi, come è dalla Legge stabilito.

Lo Stato però corrisponderà l'interesse del 4/00 sulla somma a suo carico a decorrere dal collaudo generale o parziale dei lavori e dei pagamenti effettivamente accertati, secondo le norme che verranno determinate dal Regolamento.

Le bonificazioni di *seconda categoria* si eseguono, e si mantengono per mezzo di Consorzi, i quali possono essere volontari od obbligatori.

I Consorzi obbligatori sono costituiti per iniziativa degli interessati, delle Giunte municipali, delle Deputazioni provinciali ed anche dallo Stato per mezzo dei Prefetti.

L'iniziativa deve essere occasionata dall'interesse della pubblica igiene o da un ragguardevole miglioramento agrario.

Le spese che i Consorzi obbligatori debbono incontrare per l'esecuzione delle opere, quando l'iniziativa delle medesime provenga dal Municipio, o dalla Provincia, o dallo Stato, vengono sostenute per un decimo dallo Stato, per un decimo dalla Provincia o Provincie interessate, per un decimo dal Comune o Comuni interessati, e per sette decimi dai proprietari, divisi per classi, a seconda del diverso grado di interesse. I quali potranno poi essere tenuti a lavoro compiuto a rifondere allo Stato, alle Provincie ed ai Comuni la loro quota di contributo per rate annuali in numero non minore di 10, nè in ogni caso la somma da rifondersi potrà essere gravata di interessi.

I proprietari di terreni inclusi nel perimetro della bonificazione che non volessero aderire al Consorzio sono obbligati a cedere i loro fondi al Consorzio medesimo, e l'indennità di espropriazione, da determinarsi a norma della Legge 25 giugno 1865, n. 2350, può essere pagata al proprietario a rate annuali, cogli interessi legali scalari, in un tempo non maggiore di 20 anni.

La Legge ha per scopo principale di compiere in 24 anni tutte le bonificazioni di cui nelle tabelle che trovansi annesse alla Legge medesima, cioè:

1° Bonificazioni in corso, da compiersi a cura dello Stato: in numero di 19 e dell'importo complessivo di	L. 63 500 000
2° Bonificazioni già concesse ai Consorzi: in n° di 10 e per un importo totale di	» 29 852 832
3° Bonificazioni di 1ª Categoria ancora da intraprendersi: in n° di 71 ed importanti la spesa complessiva di	» 119 424 000
Somma a disposizione per maggiori spese	» 37 310 668

Totale delle spese preventivate L. 250 087 500
delle quali, in cifre tonde, 170 milioni sono a carico dello Stato, ed 80 milioni a carico degli Enti e proprietari interessati.

Il Ministero dei Lavori Pubblici terrà un conto distinto per ciascuna opera di bonificazione e le somme a ciascuna assegnate non potranno essere impiegate per altre, salvo le eventuali economie accertate ad opera definitivamente compiuta e collaudata, le quali andranno a beneficio del fondo di riserva, mentre, se viene ad accrescersi la spesa quale si trova prevista per le opere da eseguirsi a norma delle tabelle succitate, i fondi occorrenti dovranno essere importati in bilancio a partire dal 1924-1925, cioè negli anni dopo i 24 previsti pel compimento di tutte le bonifiche.

I lavori non potranno eseguirsi se non in base a progetti esecutivi compilati ed approvati con tutte le norme volute per progetti di opere.

dello Stato. Ultimati i lavori, la ripartizione delle quote sarà definitivamente stabilita sulla base della spesa effettivamente occorsa. Le Provincie ed i Comuni pagheranno con tante delegazioni annuali sulle sovraimposte, ed i proprietari con una tassa speciale da considerarsi come un onere reale gravante sui fondi compresi nel perimetro della bonificazione, da riscuotersi dallo Stato fino alla estinzione del suo credito con le forme e i privilegi dell'imposta fondiaria.

Questa nuova Legge organica è ottimo provvedimento per ogni riguardo; ma l'opera del Governo non potrà fermarsi alla sola *bonifica idraulica*. Ad essa dovrà poi tener dietro quella che si è chiamata *bonifica agraria*, ancora più importante ed efficace, poichè là ove i terreni sono ridotti a coltura, con rinnovo annuale, non esistono focolari di infezione, costituiti appunto dai terreni incolti caldo-umidi ove nascono e si propagano quelle zanzare che i recenti studi hanno provato essere le incubatrici del veleno nell'organismo umano.

*

Nella seconda parte della sua Conferenza l'ing. Pini rivolge particolarmente lo sguardo ai corsi d'acqua ed alle bonifiche della Toscana, e incominciando dal bacino idrografico dell'Arno, nota come da vari anni nel primo tronco e più precisamente fra Pratovecchio e Rassina, dove per una lunghezza di 20 km. si hanno ancora i caratteri del fiume torrentizio, abbia fatto buona prova il sistema degli argini ortogonali, in grazia dei quali il terreno si fertilizza e si rialza continuamente colle ricche torbide che scendono da poggi coltivati o folti di castagneti e di boschi.

Poi venendo al vasto altipiano di *Val di Chiana*, ridotto in parte fertilissimo, ma che minaccia di ritornare a malsana palude, ove non trovino conveniente scolo le acque della Chiana, che prima del Mille scolavano in Tevere per mezzo del fiume Paglia, fa brevemente la storia della questione, e compiacendosi che siano dalla Legge previste L. 7 900 000 per il completamento della bonifica, augura che le acque abbiano il loro libero corso in giusta e naturale misura al Tevere ed all'Arno, e che l'idraulica pratica dimostri quanto sia ingiustificata la paura che le torbide di Chiana possano influire dannosamente sulle piene entro Roma.

Nel *Valdarno Superiore* dove si osservano di già alcune zone fertillissime, nel piano fra Montevarchi San Giovanni e Figline i Consorzi idraulici dell'Arno dovranno occuparsi degli scoli artificiali dei terreni coltivati e chiusi dalle arginature e provvedere altresì al buon regime dei corsi d'acqua influenti con progetti intenti ad usufruire delle torbide dei medesimi, regolandone la immissione ora in una, ora in altra cassa di colmata a comodo dei seminati, come già si pratica a cura del proprietario marchese Roberto degli Antinori nel piano della Spina a San Giovanni.

Nel *Mugello*, dove pure hanno fatto ottima prova contro le inondazioni della Sieve gli argini ortogonali e le casse di colmata, benchè l'alveo del corso principale negli ultimi cinquant'anni siasi rialzato dai tre ai quattro metri, come lo provano i ponti, interriti fino all'imposta degli archi, non rimane che ad invigilare a che per le vallate minori non si ripeta l'errore dell'incanalare troppo presto quella potenza creatrice dei fertili piani, lasciando in abbandono le terre laterali senza produzione. La quale vigilanza sarà in ispecie molto utile nelle *valli della Greve, della Pesa, dell'Elsa e dell'Elvola*, lunghissime e strette, dove sarà ben più che mai indicata la istituzione dei Consorzi e la introduzione di ben intesi sistemi di arginature ortogonali, come in Casentino ed in Mugello.

Nelle valli del *Bisenzio* e dell'*Ombrone*, che hanno i piani più ricchi e più fertili della Toscana, e in parte irrigui, che presentano l'esempio più vero di un'antica e continua lotta fra l'acqua e l'intelligente ed avido agricoltore, dove sono oramai spariti quei larghi e profondi fossi aperti nel secolo passato per raccogliere le acque meteoriche durante la permanenza di grosse piene, ossia per tutto il tempo in cui le cateratte di scolo rimangono chiuse a protezione dei seminati, occorrerà oramai ricorrere ad un sistema meccanico di scolo se vogliono mantenere fertili e sane quelle terre assai popolate ed intensivamente coltivate.

Nel padule di *Fucecchio* lo scolo artificiale scorre arginato per 13 chilometri e nei tempi di maggiore necessità se ne devono tener chiuse le cateratte in causa del rigurgito delle grosse piene. Quest'anormale stato di cose proviene dall'aver presto adibito a coltura terreni che dovevano prima essere rialzati naturalmente fino a poter smaltire regolarmente le acque anche in tempo di piena. Ed ora non resta che a studiare progetti di opere costose per ottenere quel fine che non si ebbe cura di lasciar compiere con poca spesa alla natura medesima. La nuova Legge ha iscritto la bonifica di questo padule fra quelle che entro due anni potranno essere dichiarate di prima categoria, e quindi da eseguirsi alle nuove norme mediante il concorso di sei decimi della spesa a carico dello Stato. Un progetto del compianto cav. Clive, ingegnere-capo del Genio Civile, importava la spesa, in cifra

rotonda, di 8 milioni, colla costruzione di due grandi canali, da riunirsi all'origine del Canale di Usciana e la soppressione delle cateratte al Ponte a Cappiano. Ma la questione è difficile e complessa ed ha d'uopo ancora di venire maggiormente studiata.

La bonifica del *Lago di Bientina* trovasi iscritta al n° 2 delle bonificazioni in corso da compiersi a cura dello Stato; essa riguarda un'estensione di ettari 6622 dei quali 1535, che formavano il lago, appartengono al Demanio, e per essa è prevista la spesa di 11 milioni e mezzo.

I lavori di prosciugamento del lago e del padule di Bientina ebbero principio nel 1853 e dovevano essere condotti a termine nello spazio di quattro anni; ma ne sono già trascorsi 47 e se ne prevedono altri 24 per arrivare al compimento; il che se ci deve servire d'esempio a moderare le speranze troppo poetiche che per caso potesse avere suscitata la nuova Legge, si deve pure indurre a far sì che i progetti esecutivi vengano studiati con scienza e coscienza quali si addicono ad opere di tanta importanza e pari difficoltà e di così generale interesse per l'avvenire. I lavori per la bonifica di Bientina non diedero il risultato previsto. Sparito il lago, il padule esiste ancora, la botte sotto l'Arno funziona egregiamente, ma non smaltisce le piene che si dilatano ben alto sulle gronde dell'antico bacino. E qui l'ing. Pini ritorna con maggiori argomentazioni sulla propria tesi, essere errore gravissimo l'incanalare entro argini longitudinali i corsi d'acqua d'indole torrentizia appena discesi dai monti; essere dappura necessario che il torrente abbia modo di diminuire gradatamente la sua furia, allargandosi in ampie golene o meglio in casse di colmata fra argini ortogonali nelle valli. E così rialzando naturalmente e più che sarà possibile il piano dell'antico lago, anzichè spendere tanti milioni nell'incanalare le torbide, si acquisterà pure maggior differenza di livello sul mare, e tanto più regolarmente si potrà compiere lo scolo delle acque di piena.

La bonifica delle *Maremma Toscane* offre infine al Conferenziere nuova occasione di tratteggiare, con brevi cenni storici sui lavori che datano dal 1829, i vantaggi del sistema delle bonifiche per colmata, osservando come in meno di otto anni l'Ufficio di Bonificazione formato allora con quella semplicità amministrativa, di cui abbiamo oramai perduto fin la memoria, avesse compiuto i lavori per la bonifica da Campiglia all'Alberese, come le colmate facessero il loro lento ma sicuro effetto, e come oggi si vedrebbero pure tutte quelle interminabili pianure rallegrate da numerose case coloniche e da coltivazioni intensive come da Cecina alla Cornia, se cambiati i metodi amministrativi e politici, non si fossero lasciati per troppi anni in abbandono quei lavori con tanto amore e intelligenza avviati.

Vero è che nelle bonifiche per colmate non può tutto la mano dell'uomo, e come ben diceva l'on. Pavoncelli alla Camera nel luglio del 1898, tutto è aleatorio perciò che si riferisce al tempo, e se non piove in una certa misura e in momenti propizi, la bonifica si trascina per anni molti, allontanando l'epoca nella quale il terreno bonificato produrrà frutto, la quale incertezza rende meno facile il concorso dei capitali. Ma è vero altresì che le bonifiche per colmata una volta ottenute permangono eterne, e senza spesa di manutenzione, come chiunque può vedere in Maremma fra Cecina e Suverato.

Naturalmente nella intrapresa delle bonifiche sono coefficienti il tempo, la superficie, il denaro; da noi la vasta superficie, la male intesa riluttanza nell'impiego del denaro a lunga scadenza, accrescono le difficoltà. Nè dobbiamo illuderci. Per quanta sia la buona volontà del Governo nel portare ad esecuzione la nuova Legge, se i 24 anni non saranno sufficienti poco importa, la proroga verrà accordata anche dalla pubblica opinione, purchè si arrivi una volta a togliere alla nostra Italia il primato nelle statistiche dei terreni incolti, paludosi ed infetti dalla malaria.

Per la sua speciale configurazione l'Italia dovrebbe essere invece il Paese più esente da paludi, in quanto per l'altezza dei monti e la poca distanza dal mare dovrebbero esser più facili gli scoli, se per lo stato di trascuratezza in cui si trovano i monti, e per l'abbandono di ogni regola elementare nel mantenimento dei corsi d'acqua non fosse avvenuto finora il contrario.

L'applicazione della nuova Legge la quale comprende lavoro per ben oltre 250 milioni di lire, non potrà a meno di interessare una parte della nuova generazione di ingegneri a dedicarsi a questo ramo dell'Idraulica agraria, il qual ramo, pur troppo, negli istituti scientifici attuali ha dovuto cedere il posto ad altri, più moderni e più corrispondenti alle necessità del momento.

G. SACHERI.

Errata-corrige. — Nel 1° foglio di questo fascicolo, il lettore è pregato di fare le seguenti correzioni:

A pag. 341, 5ª linea, invece di = 13 kg/cm², leggasi = 34 kg/cm².
» 343, 2ª linea, » — 0,064 » + 0,064.

Fig. 1a — Pianta del solaio del salone esagonale all'angolo delle gallerie interne — 1 a 250.

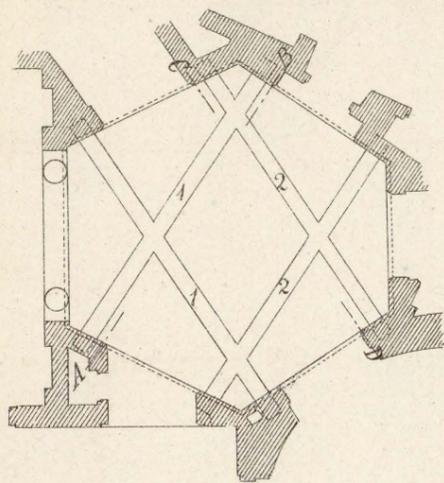


Fig. 1b — Particolari della trave 1 secondo la sezione A B — 1 a 20.

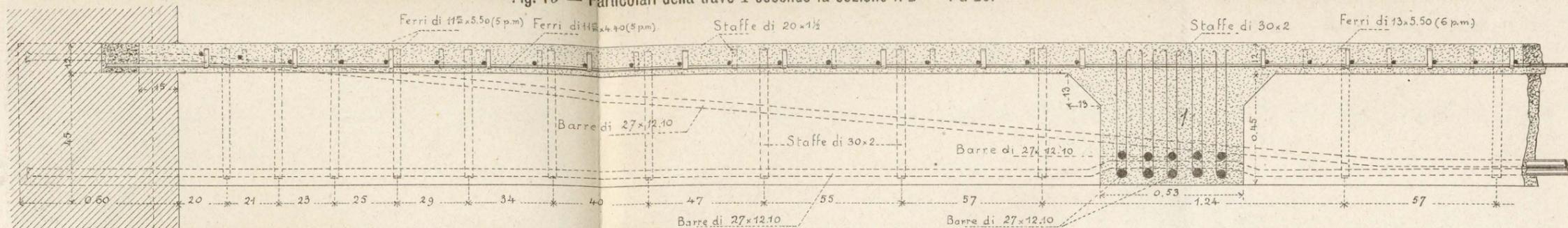


Fig. 1c — Particolari della trave 2 secondo la sezione C D — 1 a 20.

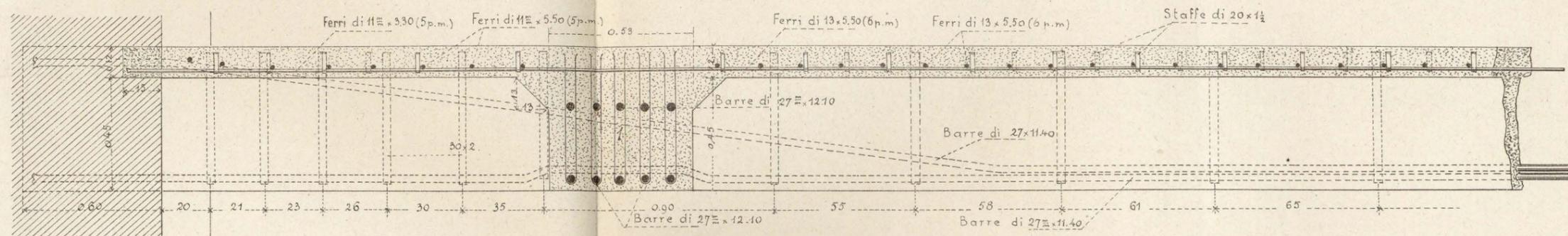


Fig. 2b — Particolari del solaio a volte delle gallerie laterali interne: sezione trasversale secondo M N — 1 a 20.

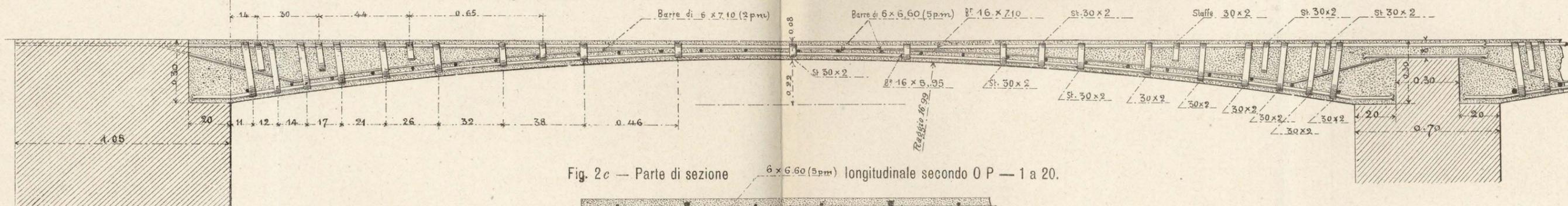


Fig. 2c — Parte di sezione 6 x 6.60 (5 p.m.) longitudinale secondo O P — 1 a 20.

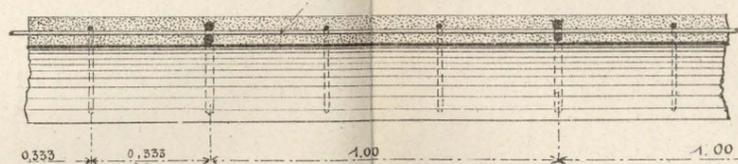


Fig. 2a — Pianta delle gallerie laterali interne — 1 a 250.

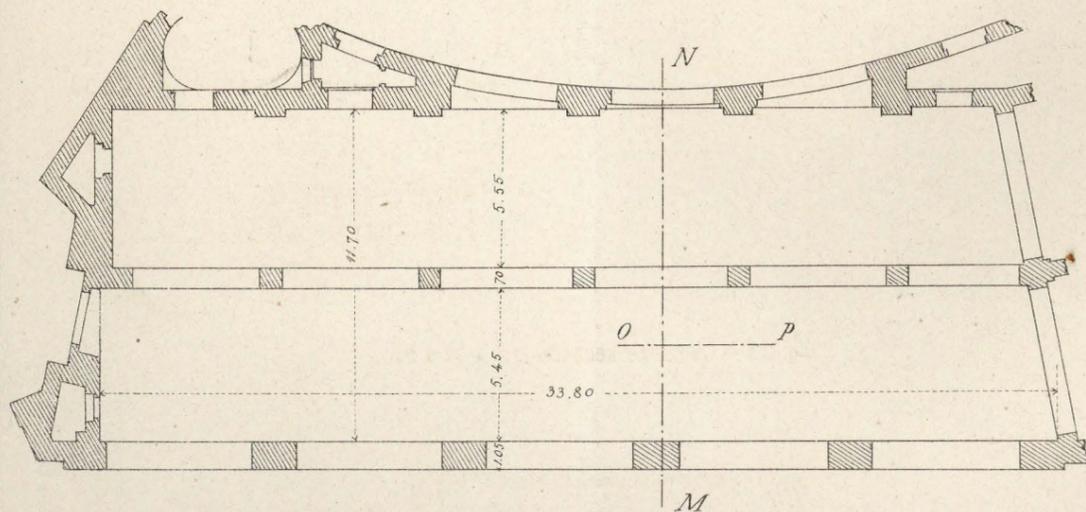


Fig. 3a — Pianta di sotto in su della scala nel centro delle rotonde — 1 a 200.

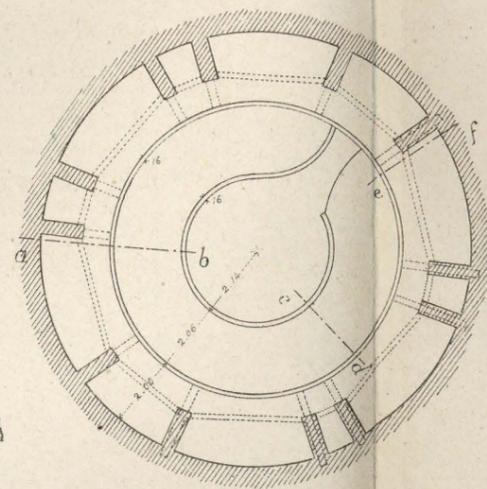


Fig. 3b — Prospettiva della rampa elicoidale.

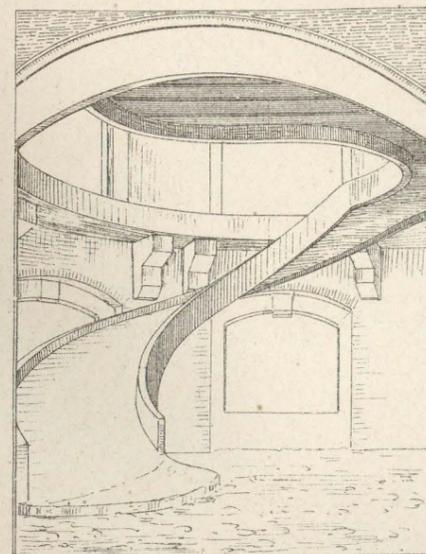


Fig. 3c — Sezione secondo a b — 1 a 50.

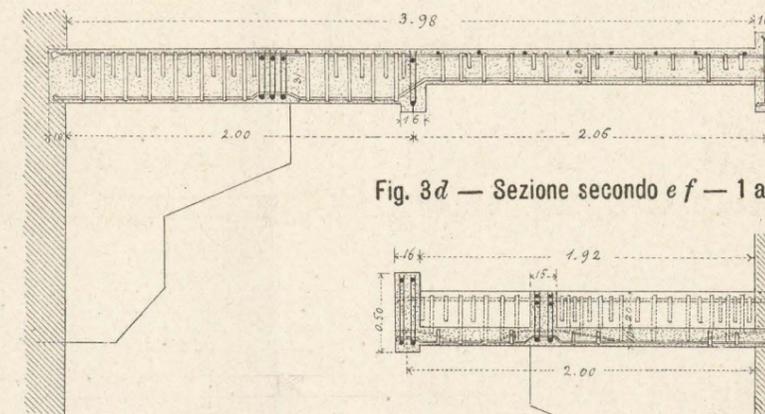


Fig. 3d — Sezione secondo e f — 1 a 50.

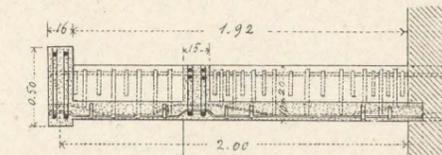


Fig. 3e — Sezione secondo c d — 1 a 50.

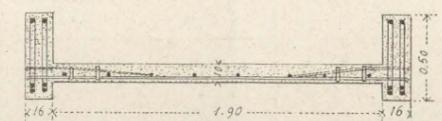


Fig. 1a - Schizzo planimetrico del lato del Grande Palazzo prospiciente sulla via d'Antin.

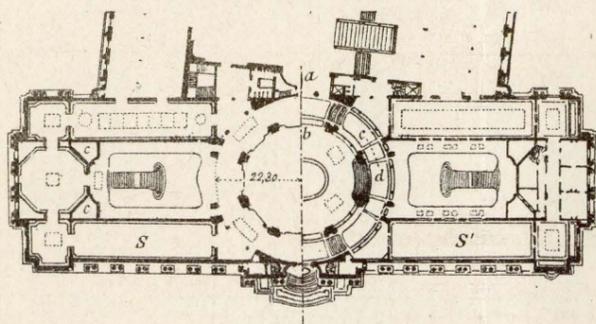


Fig. 2a - Pianta di uno dei saloni S sulla via d'Antin col ballatoio verso la scala.

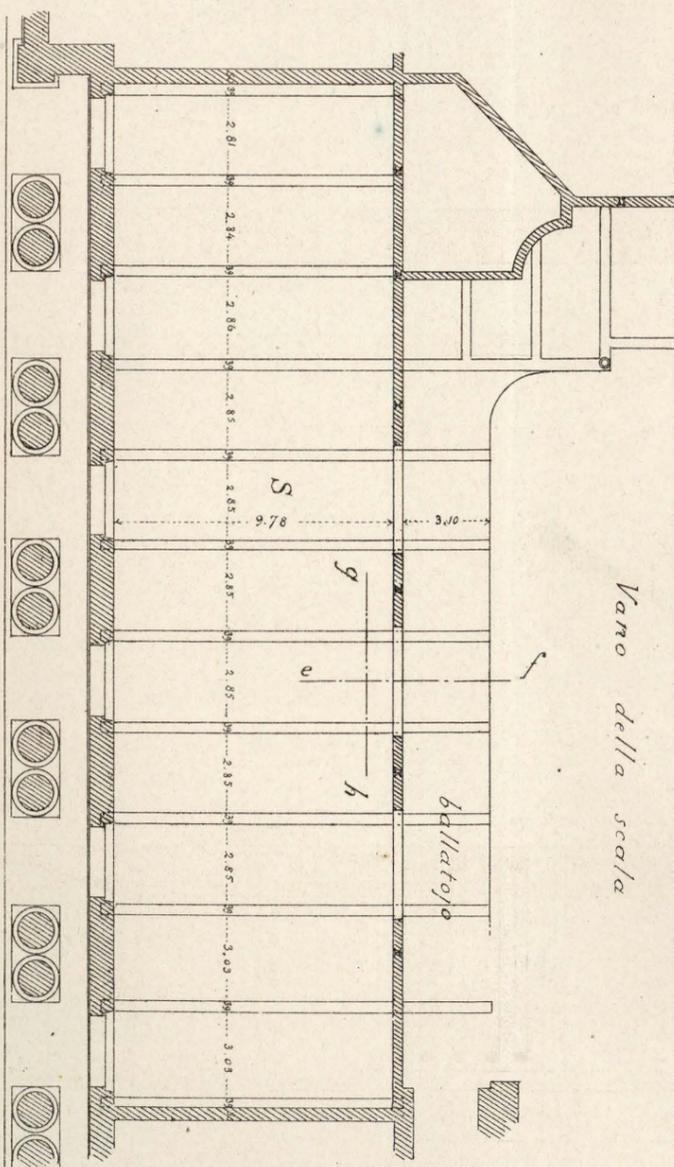


Fig. 1b - Solaio del salone ellittico: sezione secondo a b.

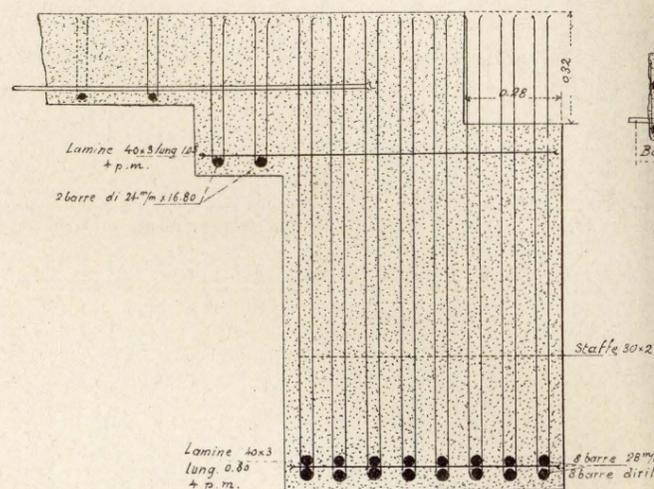


Fig. 1c - Solaio del salone ellittico: sezione secondo c d.

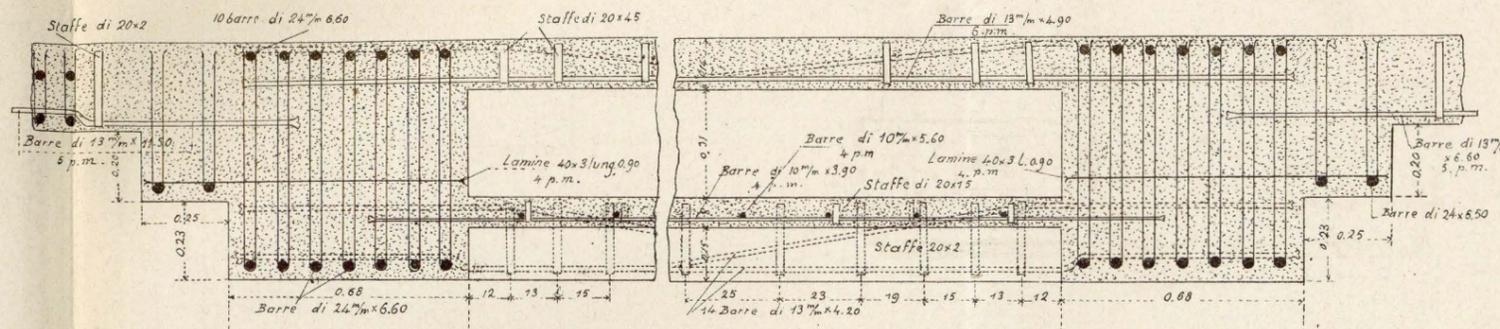


Fig. 2b - Solaio della galleria S e ballatoio: sezione trasversale secondo e f.

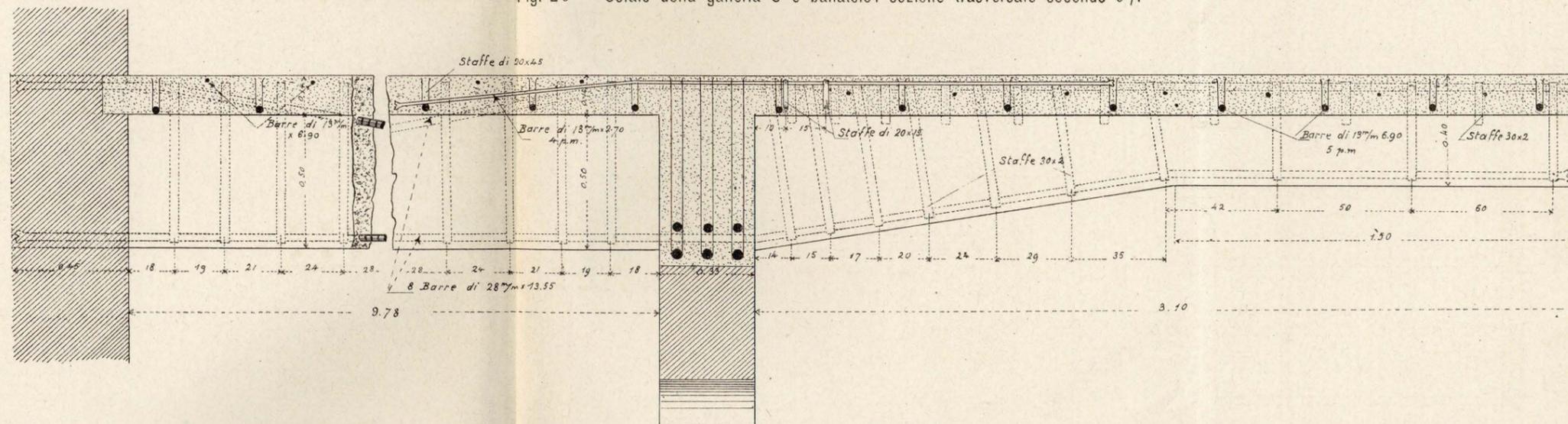
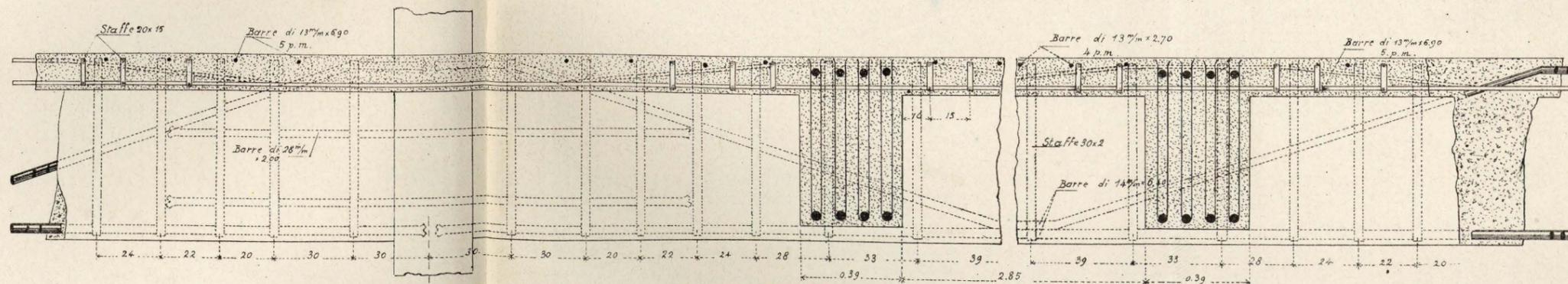


Fig. 2c - Solaio della galleria S: sezione longitudinale secondo g h.



Scala di 1:1760 per la figura 1a; di 1:250 per la figura 2a e di 1:20 per tutte le altre.

Fig. 5. — Sezione longitudinale.

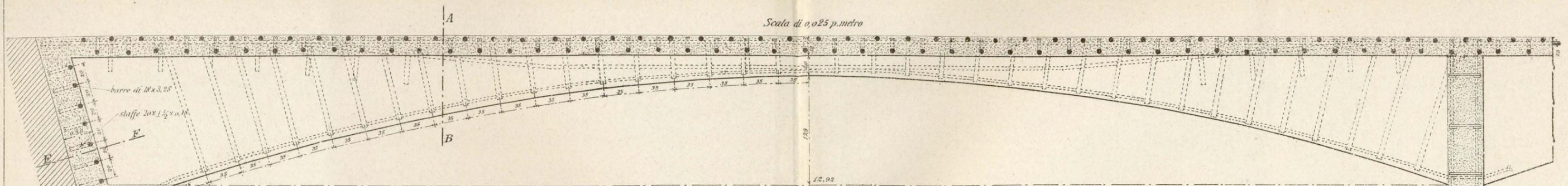


Fig. 6. — Sezione C D.

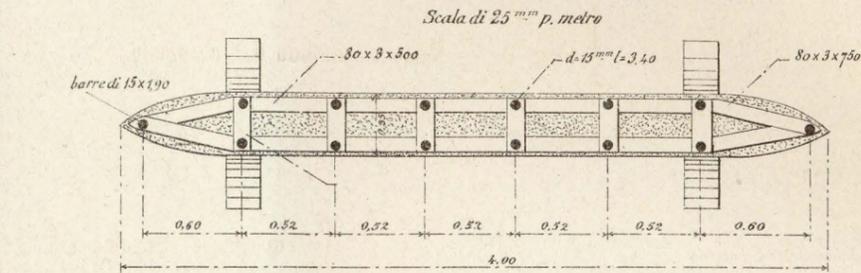


Fig. 7. — Sezione della soletta.

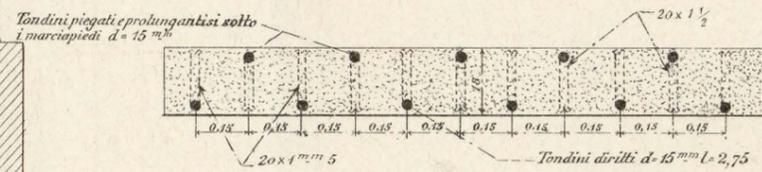


Fig. 8. — Sezione A B.

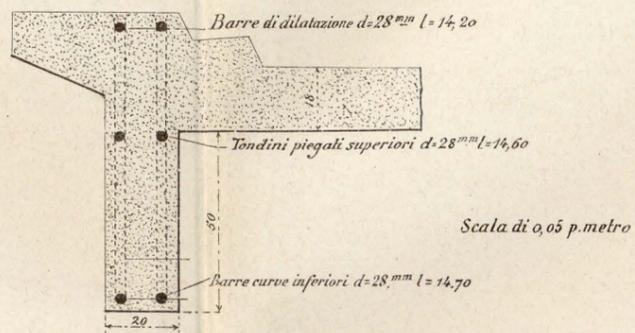


Fig. 9. — Modo di attacco del parapetto.

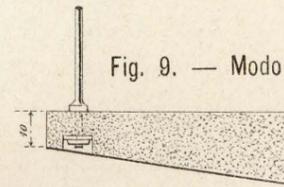


Fig. 10. — Sezione E F.

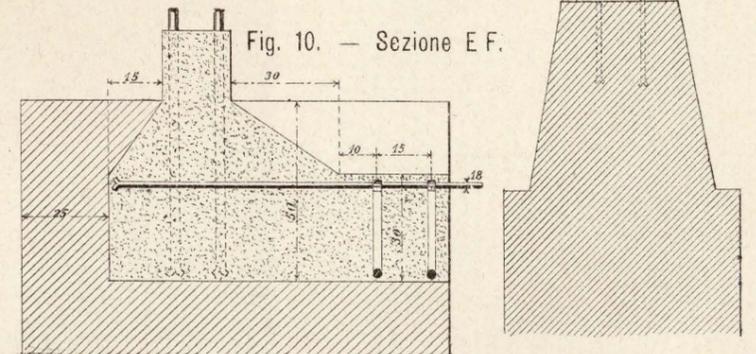


Fig. 11. — Tondini piegati della carreggiata (Sviluppo m. 3,92).

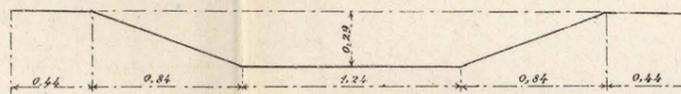


Fig. 1. — Metà elevazione.

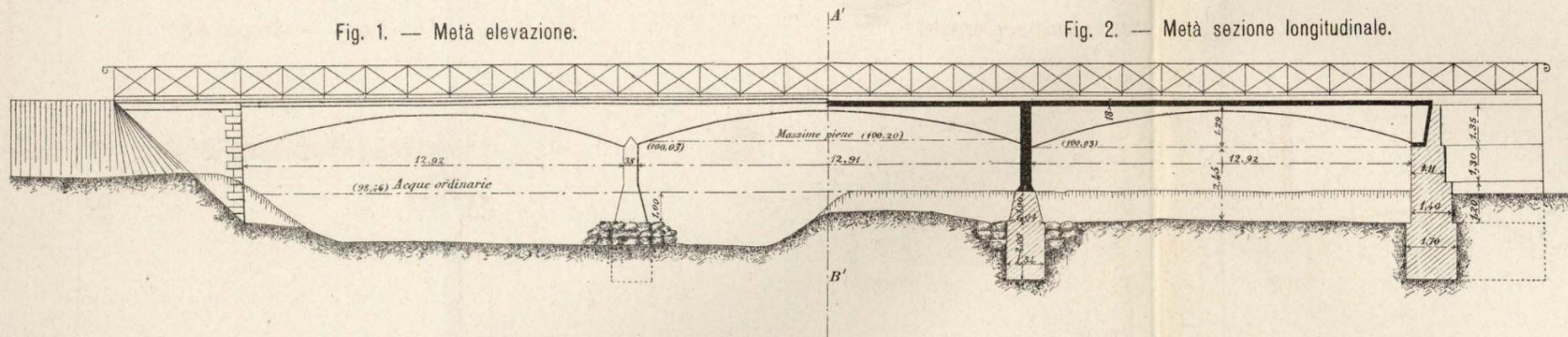


Fig. 2. — Metà sezione longitudinale.

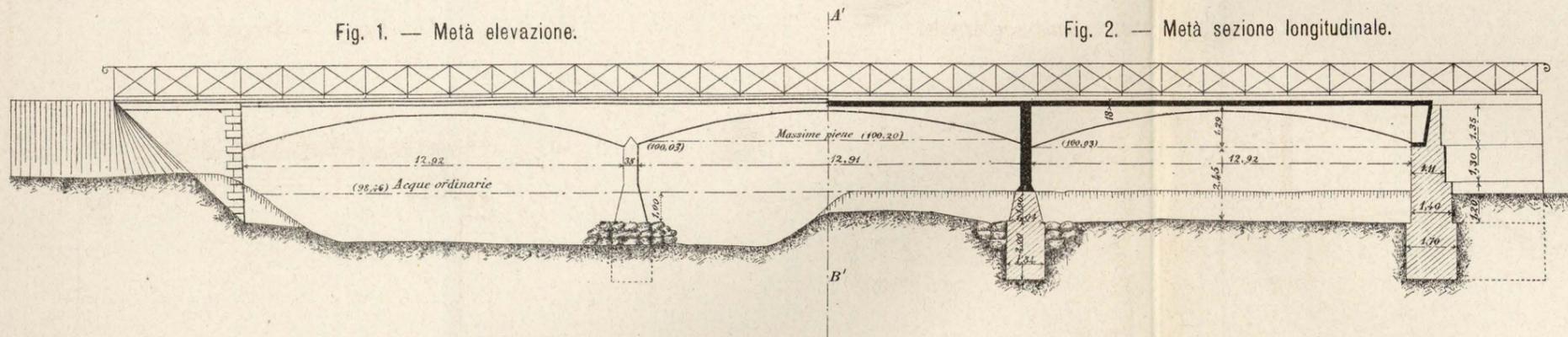


Fig. 3. — Pianta generale.

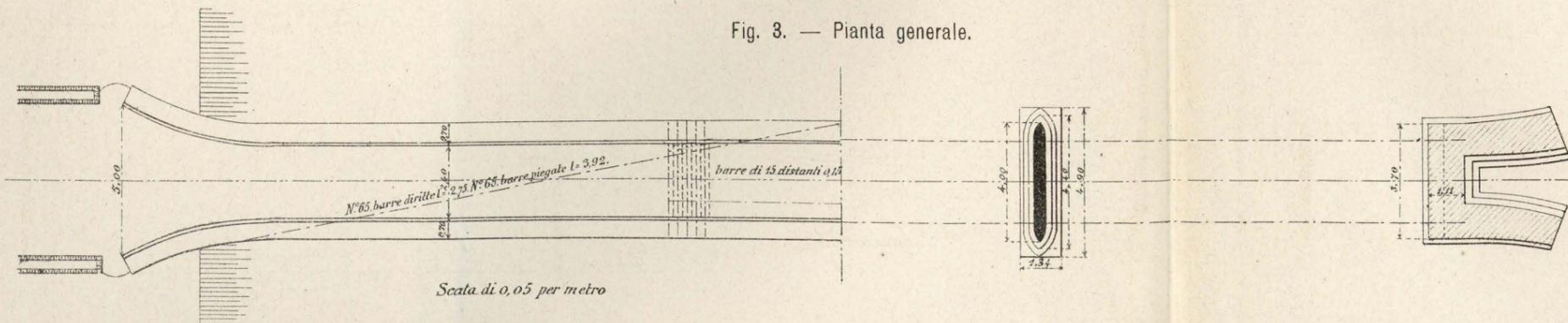
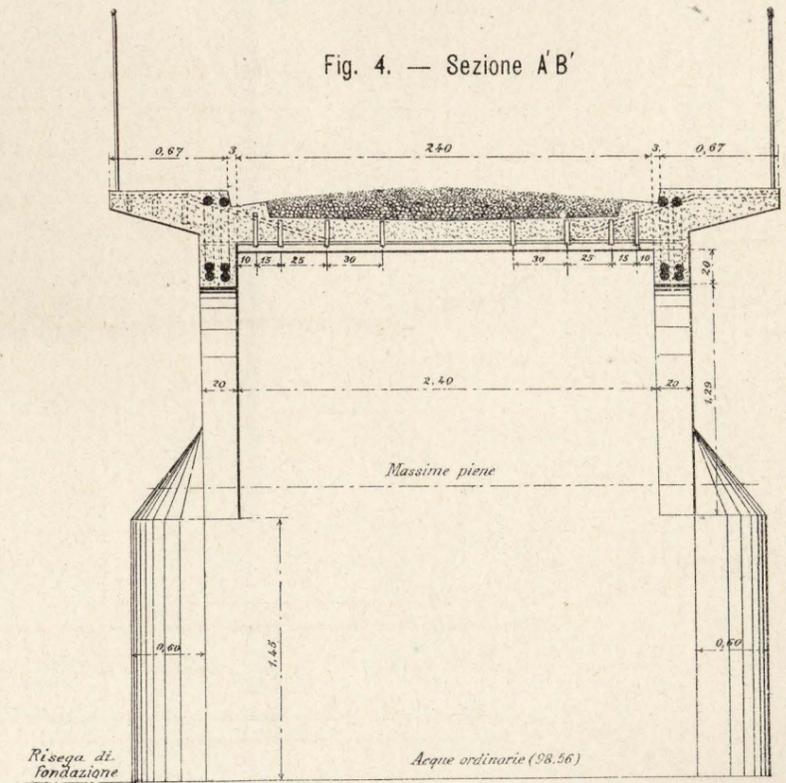


Fig. 4. — Sezione A' B'



PONTE DI CHATELLERAULT SUL FIUME VIENNA (1899) — Fig. 1a.

