

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)

Passando ora a parlare brevemente delle applicazioni del *béton* armato alle opere pubbliche, la prima che, per la sua grande importanza, ci appare degna del nostro esame è la costruzione dei ponti.

Ponti.

Nella costruzione dei ponti in *béton* armato, specialmente del sistema Hennebique, ritroviamo in massima gli stessi tipi di costruzione già riscontrati per la copertura degli ambienti dei fabbricati civili. Come là abbiamo trovato il tipo a solaio ed il tipo a volta, così nei ponti possiamo distinguere i *ponti a travata* ed i *ponti ad arco*. Come il solaio è costituito da un lastrone semplice o da una soletta rinforzata da nervature, così la stessa distinzione si riscontra nei ponti, e la seconda soluzione è generalmente preferita alla prima, eccettuato qualche caso rarissimo in cui non si voglia la sporgenza delle nervature. Un esempio singolare, di eccezionale importanza, di un tal genere di costruzione ci è offerto dalla copertura (costruita nel 1899) della ferrovia Metropolitana di Parigi, alla piazza della Bastiglia, copertura costituita da un semplice lastrone, il quale però per una portata di m. 8 ha uno spessore non inferiore a $30 \div 40$ cm.; ogni 10 cm., nel

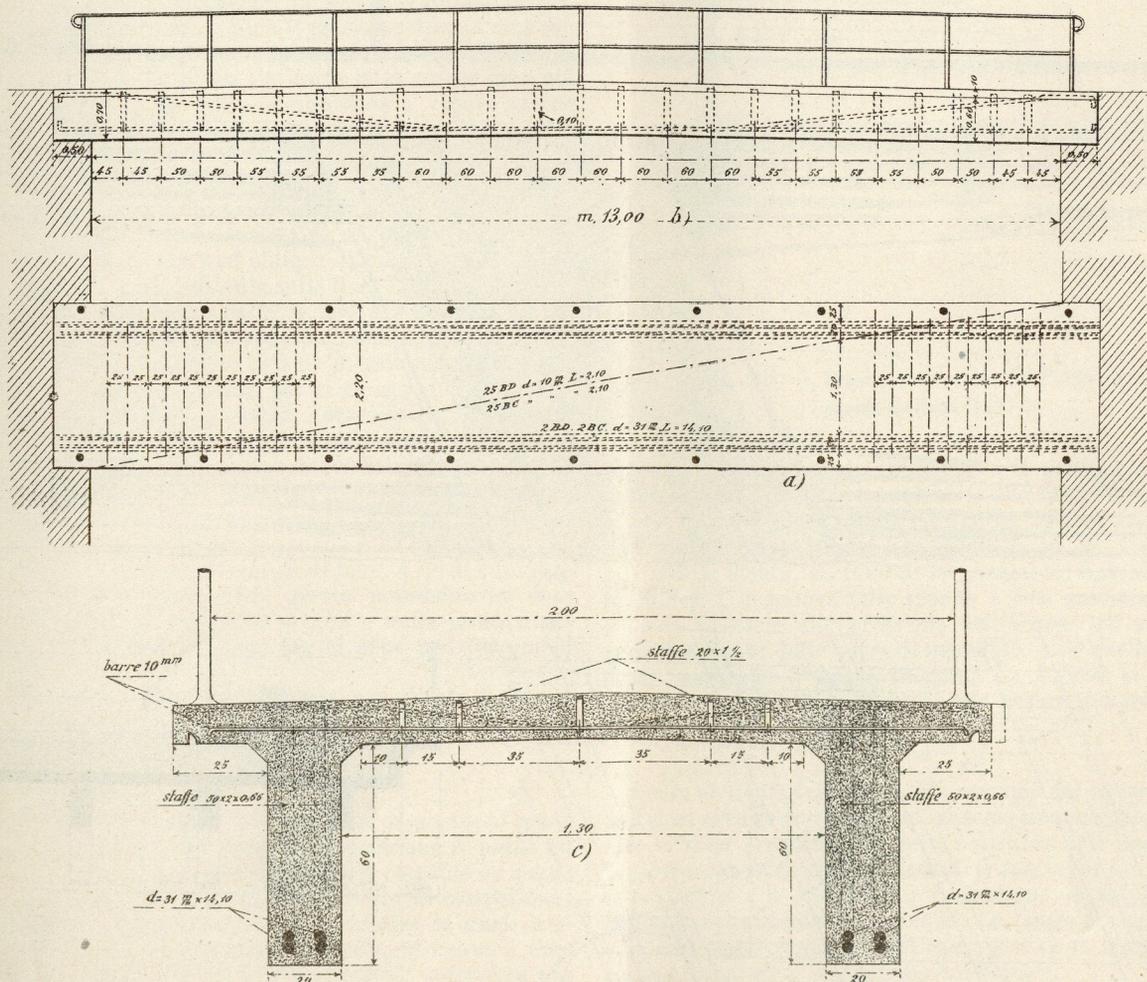


Fig. 203. — Passerella di Yverdon. — Elevazione, pianta e sezione trasversale.

senso della lunghezza, è armata da tre barre come una trave, la barra diritta di tensione, la barra piegata e la barra di compressione; nel senso della larghezza vi sono anche barre di ripartizione. Insomma, piuttosto che un lastrone è un seguito di travi addossate. Il peso dell'armatura è di 167 kg./m². Ma una tale costruzione, ripetiamo, è di carattere affatto eccezionale; la semplice lastra armata non viene impiegata usualmente che per ponti di limitatissima luce, ovvero come elemento per formare l'impalcatura dei ponti.

Ponti a travate. — Sono formati da una soletta che può raggiungere lo spessore di cm. 20, rinforzata da nervature, solidali colla soletta, che sostituiscono le usuali *travi principali*, distanti m. 1,50 ÷ 2,00; talvolta esistono anche delle nervature secondarie, normali alle principali, che rimpiazzano i *traversi* dei ponti metallici. Soletta e nervature principali vengono saldamente incastrate sui piedritti; questa disposizione è caratteristica per le costruzioni Hennebique; riguardo all'armatura, nulla vi è da aggiungere di nuovo a quanto si è detto per i solai.

Questo tipo di costruzione ha ricevuto, per ponti per strada ordinaria, la sanzione della pratica e numerosissime ne sono le applicazioni fino alla portata di m. 15.

La fig. 203, a, b, c rappresenta una passerella costruita in questo sistema; è la passerella di *Yverdon*, della luce di m. 13, della larghezza di m. 2, la soletta di centimetri 10 di spessore è portata da due nervature principali della riquadratura cm. 20 × 60, con interasse di m. 1,50. Alla soletta si è data inizialmente una monta di cm. 10. Quest'opera è stata calcolata per un sovraccarico di 400 kg./m² ed ha costato soltanto L. 800.

Come esempio di ponte per strada ordinaria possiamo citare il ponte *De la Maladière* presso Losanna, di 15 m. di portata, di m. 7,50 di larghezza. La soletta è spessa cm. 18, le travi principali alte m. 1 sono leggerissimamente arcuate. Il disarmo ha avuto luogo dopo due mesi e si è verificata una freccia di mm. 0,4. La prova statica fu fatta cinque mesi più tardi, per mezzo di un rullo compressore a vapore su due assi pesante 18 tonn.; se ne ebbe una freccia di mm. 1,2 completamente elastica.

Quantunque rarissime siano finora le applicazioni del *béton armato* alla costruzione dei ponti a travata per ferrovia, vogliamo richiamare l'attenzione su di un ponticello obliquo della luce retta di m. 3,89 ed obliqua di m. 4,25, per doppio binario, largo m. 7,80, esistente sulla linea *Losanna-Ginevra*. Quest'opera è rappresentata dalla fig. 204, a, b, c, d, e, f. La soletta, di 14 centimetri di spessore, come vedesi, è rialzata verticalmente ai bordi, formando così un'incassatura nella quale trova posto la massicciata, essa poi si ripiega di nuovo orizzontalmente per formare, a sbalzo, i marciapiedi; la soletta è rinforzata da 4 nervature parallele all'asse del ponte, con interasse di m. 1,80, della riquadratura di cm. 30 × 55, le quali in corrispondenza dei piedritti sono rinforzate da mensole sporgenti cm. 50. E' rimarchevole l'armatura della soletta nella parte che funziona da sponda e da mensola.

Sotto il carico di una locomotiva di tonn. 47,5 di cui l'asse più pesante era di tonn. 14,5, questo ponticello ha dato una freccia statica di mm. 0,05 ÷ 0,09 e nella prova dinamica, colla velocità di chilom. 60, si ebbe una freccia di mm. 0,09 ÷ 0,13.

Nella costruzione dei ponti a travata per strada ordinaria ha avuto grande diffusione anche il sistema *Möller* di cui si è già dato un cenno.

Ponti ad arco. — Per portate maggiori di m. 15, al ponte a travata si preferisce nel sistema Hennebique il ponte ad arco; risulta di un aspetto più leggero, più elegante ed anche meno costoso. Possono distinguersi due tipi di costruzione: il tipo a soletta piana, rinforzata da nervature le quali presentano soltanto esse un'intradosso arcuato, ed hanno i timpani pieni fino al piano della soletta; ovvero si costruisce una volta semplice o rinforzata da nervature, ma distinta dal piano stradale.

Come esempio del primo tipo accenniamo al ponte di *Tarbes* (Alti Pirenei), costruito nel 1898 (Tav. XX) a tre luci di metri 12,92 ciascuna, ribassate di $\frac{1}{10}$. La larghezza complessiva del ponte è di m. 3,80, di cui m. 2,40 per la carreggiata, ed il rimanente per due marciapiedi. La massicciata è incassata nella soletta; questa è portata da due archi situati in corrispondenza dei margini della carreggiata e sporge poi in fuori portando a sbalzo i marciapiedi. La larghezza degli archi è di soli cm. 20, e tale è anche il loro spessore in chiave, mentre alle imposte essi presentano un'altezza di m. 1,49. Nell'armatura della soletta è rimarchevole come le barre ripiegate si spingano fino ai lembi estremi onde sorreggere i marciapiedi. L'armatura degli archi è costituita, al solito, da barre d'intradosso, barre di estradosso e barre ripiegate.

Le pile, al disopra del livello di magra, sono anch'esse costruite in *béton armato*, alla foggia stessa dei pilastri ed hanno lo spessore di soli cm. 35. Vuol essere notata la maniera d'impostare la costruzione contro le spalle che sono di muratura ordinaria.

Caricata la campata centrale di 550 kg./m² per la carreggiata e di 300 kg./m² per i marciapiedi, durante 18 ore, si ebbero le seguenti frecce:

Campata: sinistra,	centrale,	destra
mm. — 0,7	+ 2,9	— 0,8.

Il manufatto è costato L. 6900.

Allo stesso tipo di costruzione si riporta il *Ponte canale d'Evilard*, costruito in Svizzera nel 1897, di cui la fig. 205

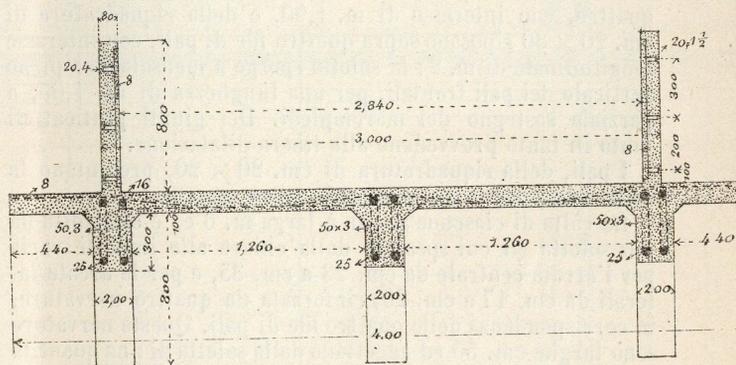


Fig. 205. — Sezione trasversale del Ponte-Canale presso Evilard (1897).

rappresenta una sezione trasversale. Il ponte è a due luci divise da una pila obliqua, talchè le due campate variano da m. 10,70 a m. 12. Il canale è largo m. 2,84 ed alto m. 0,80, ed è portato da tre archi, con interasse di m. 1,46, aventi m. 0,50 di monta, m. 0,20 di larghezza, m. 0,30 di spessore in chiave. L'armatura delle sponde è così studiata che esse possano resistere alla pressione dell'acqua; gli archi sono armati soltanto dalle barre di intradosso e da quelle di estradosso, mancano le barre piegate. La soletta si protende all'infuori degli archi frontali per creare due marciapiedi di m. 0,44.

Ponte di Chatellerault. — Un esempio del secondo tipo di ponte ad arco in *béton armato*, sistema Hennebique, nel quale cioè la volta propriamente detta è distinta dall'impalcatura, è offerto dal ponte di *Chatellerault* (Francia) or ora ultimato; la più ardita e la più elegante costruzione, in fatto di ponti, eseguita col sistema Hennebique. Le figure 1 a-g, della Tavola XXI rappresentano quest'opera geniale in alzato, pianta, sezione longitudinale e sezione trasversale.

Il ponte, come vedesi, è a tre arcate di 40, 50, 40 metri di luce, ribassate di $\frac{1}{10}$; è largo m. 8, di cui m. 5 per la car-

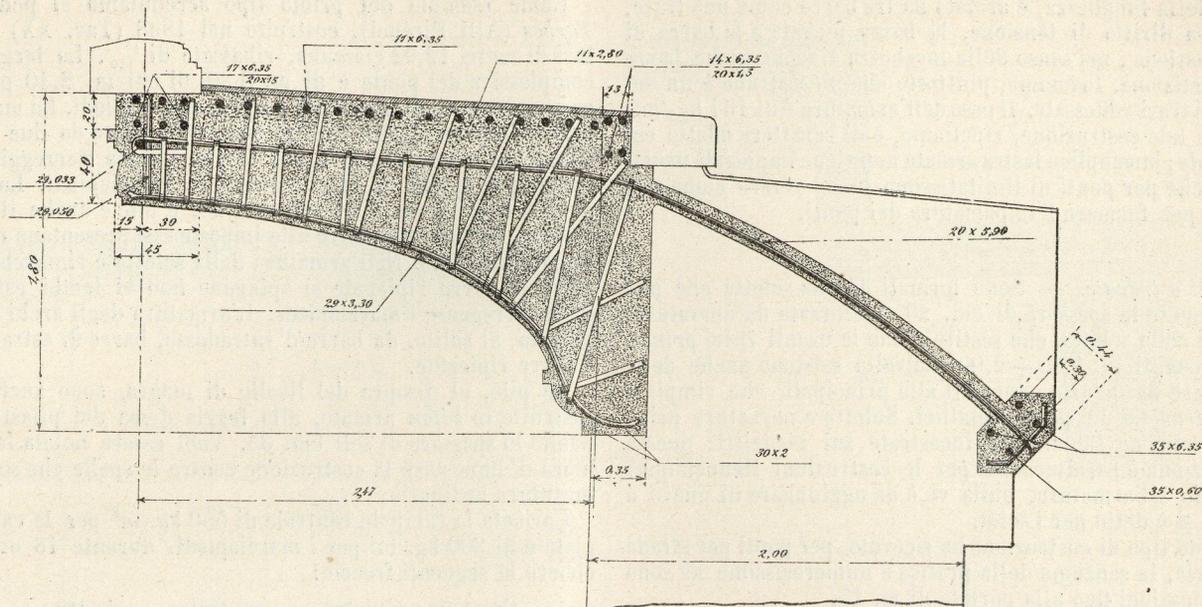


Fig. 206. — Mensola per marciapiede a sbalzo di un boulevard a Parigi.

reggiata e m. 1,50 per ciascun marciapiede, ed è costruito in *béton armato* dalle fondazioni fino al piano stradale.

L'impalcatura del ponte è costruita come un solaio a soletta e nervature; le nervature longitudinali, in numero di quattro, con interasse di m. 1,90, e della riquadratura di cm. 20×30 riposano sopra quattro file di pali, con interasse longitudinale di m. 2; la soletta sporge a mensola dal piano verticale dei pali frontali, per una lunghezza di m. 1,05, a parziale sostegno dei marciapiedi. Dei giunti praticati di tanto in tanto provvedono alla libera dilatazione.

I pali, della riquadratura di cm. 20×20 , presentano la solita costruzione dei pilastri in *béton armato*.

La volta di ciascuna arcata è larga m. 6 ed è costituita da una soletta (il cui spessore dalla chiave alle imposte varia per l'arcata centrale da cm. 23 a cm. 35, e per le arcate laterali da cm. 17 a cm. 25) rinforzata da quattro nervature, in corrispondenza delle quattro file di pali. Queste nervature sono larghe cm. 50 ed aggettano dalla soletta di una quantità che varia dalla chiave alle imposte da cm. 30 a cm. 54 per l'arcata centrale, e da cm. 28 a cm. 55 per le arcate laterali; di guisa che lo spessore totale della volta in corrispondenza delle nervature va da cm. 53 a cm. 89 per l'arcata centrale, e da cm. 45 a cm. 80 per le arcate laterali. L'armatura degli archi risulta da barre d'intradosso, barre di estradosso e barre piegate; in vicinanza delle imposte esse sono raddoppiate.

Presenta un interesse speciale la costruzione delle pile, e delle spalle. Un involucro generale, in *béton armato*, di piccolo spessore, dà loro l'aspetto ordinario di pile e spalle massicce, ma in realtà la parte resistente, in *béton armato*, si riduce ad una platea di fondazione di m. 1,40 di spessore, ed a diaframmi di 20 cm. di spessore situati nei piani verticali degli arconi. Gli infrapposti spazi sono riempiti di *béton magro*, agente soltanto come peso. Ad aumentare la solidarietà fra i piedritti e le arcate, queste ultime sono protratte nell'interno di quelli. La fondazione disimmetrica delle pile trova la sua ragione nella prevalenza della spinta dell'arcata centrale sulle spinte delle arcate laterali.

Il ponte venne calcolato in base al massimo carico accidentale prescritto dagli attuali regolamenti francesi. Le prove statiche ebbero già luogo e dettero ottimo risultato; quanto prima si procederà alle prove dinamiche.

Il preventivo di quest'opera è stato soltanto di L. 125,000.

Anche i sistemi *Monier*, *Möller* e *Melan*, dei quali si è già detto brevemente, hanno incontrato numerose applicazioni alla costruzione di ponti ad arco, in Germania, in Austria e negli Stati Uniti d'America.

Marciapiedi a sbalzo.

Un'altra applicazione del *béton armato*, se si vuole di modesta importanza in sè stessa, ma che può tornare utilissima in date circostanze, come nell'allargamento dei ponti, ecc., è quella dei marciapiedi a sbalzo, e noi indicheremo qui un esempio di recentissima costruzione.

Per l'aumento di un binario nella ferrovia di circonvallazione di Parigi, si è dovuto indietro un muro di sostegno che la limitava; ma d'altra parte non volendosi restringere la larghezza del soprastante boulevard, si è adottato il partito di costruire lung'esso un marciapiede a sbalzo, la cui sporgenza va da un minimo di m. 0,43 ad un massimo di m. 2,77. Esso è portato da mensole (una delle quali è rappresentata in sezione dalla figura 206), tutte della medesima altezza m. 1,80, distanti m. 3 circa da asse ad asse, collegate da due travi longitudinali, una in corrispondenza delle fronti, l'altra in adiacenza del muro: su queste travi e sulle mensole riposa la lastra che forma marciapiede. Le mensole sono armate da due a quattro barre d'intradosso, e da altrettante di estradosso, le quali ultime si protraggono per tutto lo spessore del coronamento del muro e sono ancorate poi contro una terza trave longitudinale applicata contro la faccia posteriore del coronamento suddetto. Si le une che le altre barre sono collegate alla massa di *béton* colle solite staffe. Questa costruzione venne calcolata per un sovraccarico utile di 400 kg/m^2 .

Serbatoi.

Una delle prime e più diffuse applicazioni del *béton armato* è certamente quella dei serbatoi; se ne costruiscono attualmente di diversissima capacità e di diversissimo uso. Per non oltrepassare i limiti imposti a queste conferenze, accennerò soltanto brevemente alla costruzione dei serbatoi per distribuzione d'acqua. Proprietà essenziale per queste costruzioni dev'essere l'impermeabilità; a raggiungere questo scopo l'impasto del *béton* dev'essere ricco in cemento, o, in caso contrario, bisogna almeno rivestire le pareti interne di sottile strato d'impasto molto ricco in cemento; conviene poi, per lo stesso fine, curare attentamente l'unione delle pareti verticali fra loro, e di queste col fondo, affinché gli angoli che provengono dall'incontro di tali superficie non siano causa di facili screpolature, provocate da flessioni o da variazioni di temperatura.

Quantunque la forma circolare sia la più ovvia e quella generalmente preferita da molti costruttori, come il *Monier*, il *Wayss*, il *Bondenave*, il *Coignet*, lo *Chassin*, pure l'Hen-

nebique costruisce più comunemente i serbatoi di forma rettangolare, a pareti piane; ve n'ha di quelli interrati, come di quelli portati in alto da pilastri. Nel primo caso le pareti vanno soggette alla spinta delle terre ed alla pressione idrostatica, o soltanto alla prima di queste sollecitazioni quando il serbatoio si trovi vuoto: nel secondo caso, evidentemente, l'unica sollecitazione esterna, oltre il peso proprio, è dovuta alla pressione idrostatica.

Un esempio del primo tipo è offerto dalla fig. 207, *a, b, c* relativa al serbatoio di Llanes (Spagna) costruito nel 1898, della capacità di 1125 m³. Esso ha una pianta quadrata, di metri 15 di lato fra le pareti interne, ed è diviso in due uguali per mezzo di un tramezzo; l'altezza totale del manufatto è di m. 5,62, l'altezza massima d'acqua è di m. 5. Il fondo è costituito da una platea di *béton* di spessore costante (cm. 20) armata di ferro moietta; le pareti laterali, come il muro divisorio, sono rinforzate da nervature o speroni di cm. 30 di larghezza e di spessore gradatamente crescente colla profondità, da un minimo di cm. 20 ad un massimo di cm. 40. Anche lo spessore del maschio dei muri aumenta nello stesso senso da un minimo di cm. 8 ad un massimo di cm. 20. Le nervature sono armate, in prossimità della faccia interna, da più barre verticali, che si ripiegano poi, per una lunghezza di cm. 60, nella platea di fondo; l'armatura delle

pareti è costituita da barre orizzontali, poste anch'esse in vicinanza della faccia interna, con un interesse decrescente colla profondità. La copertura è formata da un solaio comune, a soletta e nervature, il quale, oltre ad essere solidale colle pareti laterali, trova anche appoggio sul muro divisorio e sopra due file di pilastri armati di cm. 25 × 25 di sezione, esso è calcolato per un carico accidentale di 800 kg/m²; su di esso insiste uno strato di terra di cm. 50 di spessore.

La fig. 208 rappresenta in sezione trasversale ed in pianta un esempio di serbatoio del secondo tipo costruito presso Lisbona nel 1897; è un serbatoio della capacità di 20 m³, di pianta rettangolare di dimensioni interne m. 3,55 × m. 5,15, sorretto a 4 m. di altezza per mezzo di quattro pilastri armati, situati agli angoli, aventi la riquadratura di cm. 25 × 25. Un robusto telaio formato da quattro travi armate della riquadratura di cm. 20 × 25 riposa agli angoli sui detti pilastri, e forma l'appoggio del fondo e delle pareti verticali del serbatoio. Il fondo è costruito come un solaio, la soletta, di 10 cm. di spessore, è rinforzata da due nervature di centimetri 10 × 20. Le pareti verticali sono armate, in prossimità della faccia interna, da barre verticali, distanti fra loro cm. 20, le quali, ripiegate in basso ad angolo retto, si protendono nel fondo per una lunghezza di cm. 70, mentre alla sommità sono tutte collegate da un tondino che fa il giro

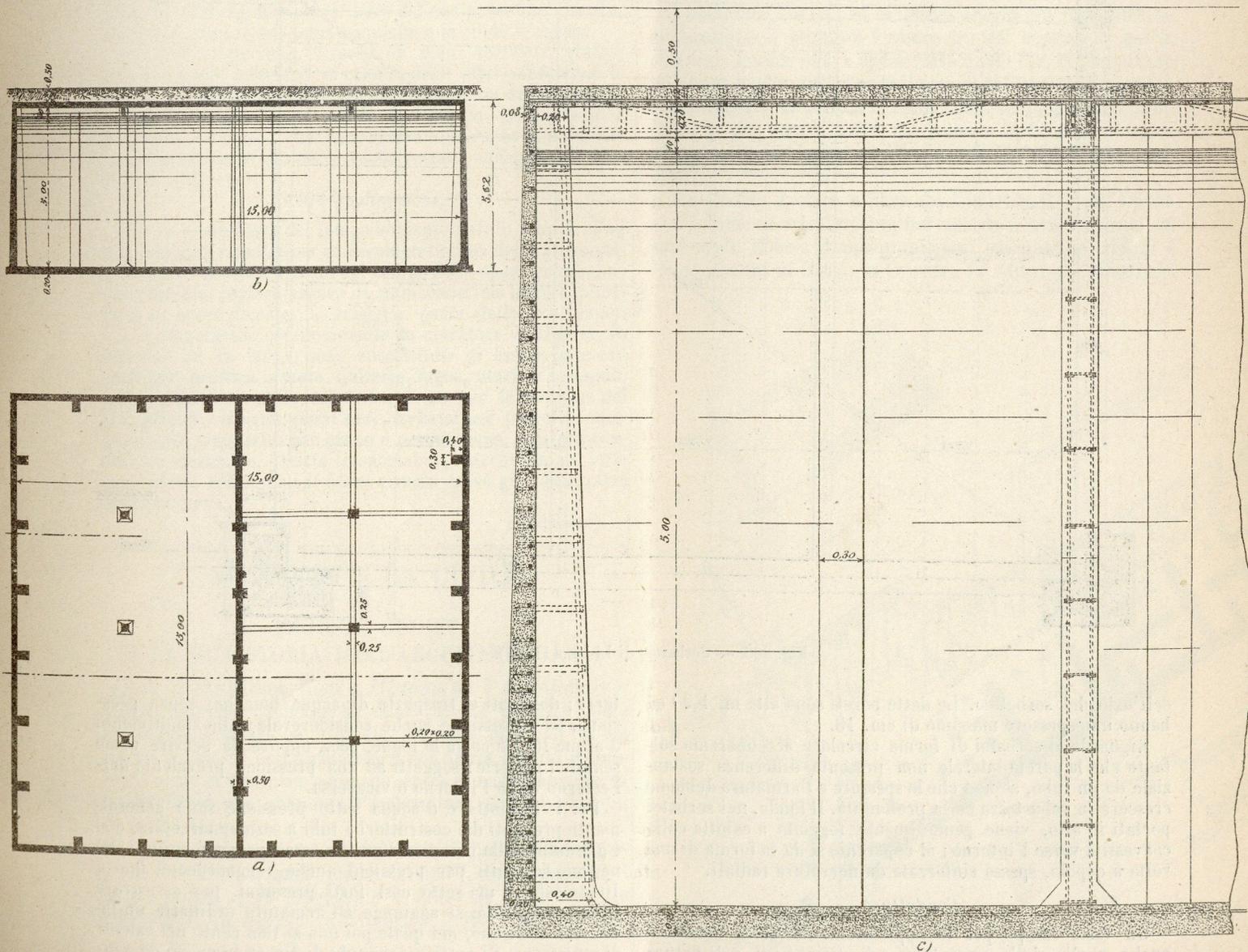


Fig. 207. — Serbatoio di Llanes in Spagna (1898).

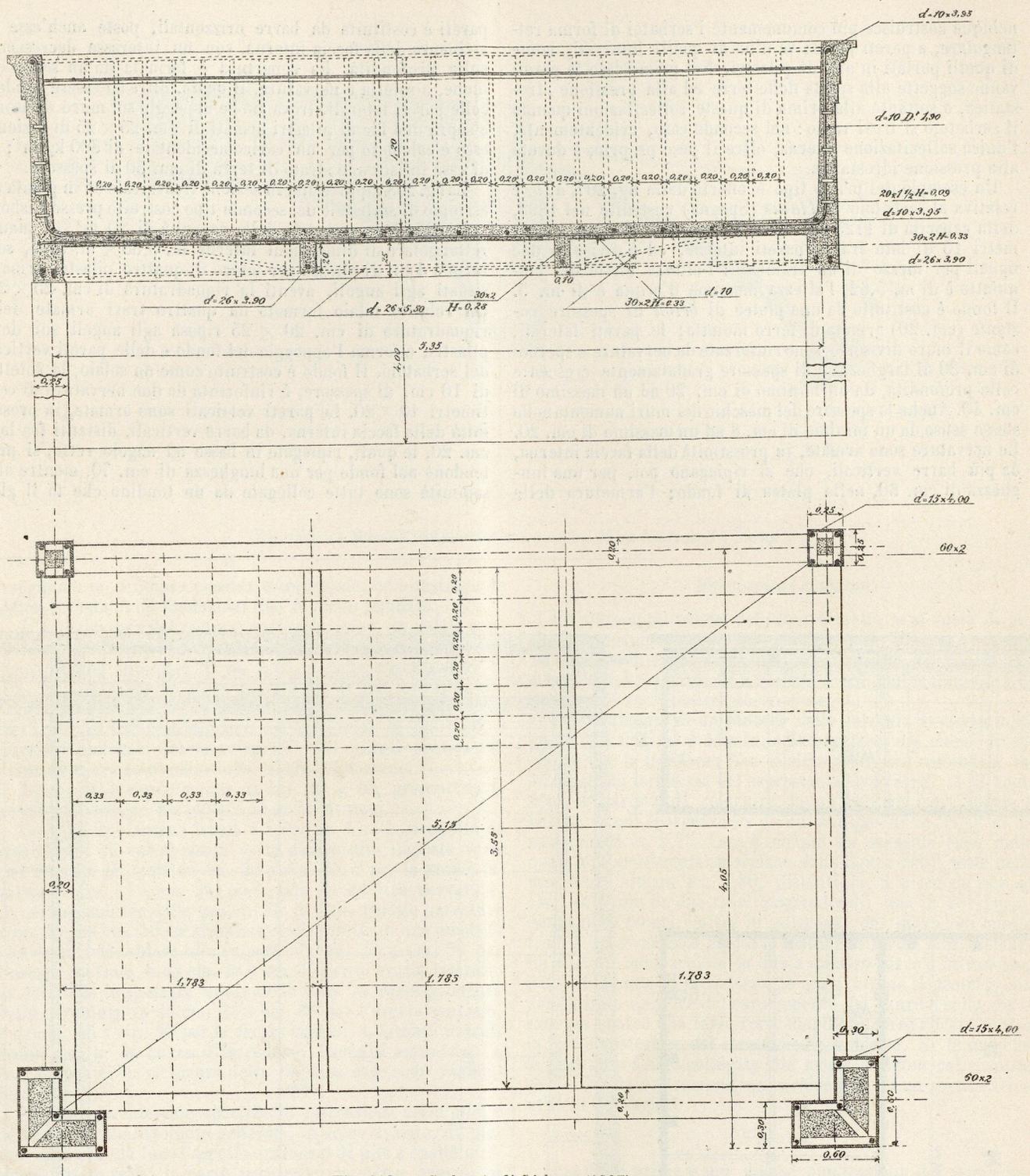


Fig. 208. — Serbatoio di Lisbona (1897).

dell'orlo del serbatoio. Le dette pareti sono alte m. 1,20 ed hanno uno spessore massimo di cm. 13.

Riguardo ai serbatoi di forma circolare accenneremo soltanto che la parete laterale non presenta differenza sostanziale da un tubo, se non che lo spessore e l'armatura debbono crescere in robustezza colla profondità. Il fondo, nei serbatoi portati in alto, viene generalmente foggiato a calotta colla convessità verso l'interno; al coperchio si dà la forma di una volta a cupola, spesso rinforzata da nervature radiali.

Condotture.

Un vasto campo per le applicazioni del *béton armato* è anche quello delle condotture, di dimensioni e di natura svariaticissima; canali a cielo scoperto o condotti chiusi, sorretti in alto da cavalletti, posati sul terreno, o costruiti sotto

terra; destinati al trasporto di acque bianche, senza pressione, od a pressione anche considerevole; allo smaltimento d'acque luride come le fogne, ecc., oppure da servire come semplici gallerie; soggetti ad una pressione prevalente dall'esterno verso l'interno o viceversa.

Per le condotture d'acqua sotto pressione sono generalmente preferiti dai costruttori i tubi a sezione circolare, e si è già detto nella prima conferenza come vengono armati. Se ne sono costruiti per pressioni anche ragguardevoli fino a 10 atmosfere; ma sotto così forti pressioni, per assicurare l'impermeabilità, si aggiunge all'armatura ordinaria un lamierino continuo, del quale poi non si tien conto nei calcoli di resistenza. Si costruiscono tubi di diversissima grandezza, ve n'ha di quelli di circa 2 metri di diametro. Per canali di altra destinazione può variare, secondo i casi, la forma della

sezione, come, ad esempio, per le fogne, ma non varia il tipo d'armatura.

Anche in questo ramo sembra che l'Hennebique si attenga più volentieri alla forma a pareti piane. Uno splendido esempio è fornito dal canale, attualmente in costruzione, derivato dal Rodano, allo scopo di fornire all'imbocco nord della galleria del Sempione la portata di 8 m^3 al 1", necessaria alla produzione di 2000 cavalli, occorrenti per la ventilazione, la perforazione e l'illuminazione della galleria.

Le fig. 2 a, b, c della Tav. XXI rappresentano la sezione trasversale, ed un tratto del prospetto di quest'opera. Il canale è lungo 3 chilometri, colla pendenza di 1,2 0/00, ed ha una sezione quadrata di m. 1,90 di lato interno, è chiuso superiormente, ed è sorretto in alto da cavalletti costruiti pure in *béton armato*, distanti fra loro m. 5, talchè il condotto, staticamente, si comporta come una trave continua. A provvedere alla libera dilatazione, in corrispondenza di ogni appoggio, sono praticati dei giunti, che dalla parte interna vengono chiusi con sostanza impermeabile (fig. 2 c).

Dalle figure apparisce chiaro il genere d'armatura adottato in quest'opera: il fondo è armato da barre trasversali e da barre longitudinali; le pareti verticali sono armate di barre verticali per resistere alla pressione dell'acqua, ed inoltre, per opporsi alla flessione nel piano verticale prodotta dal peso della costruzione e dell'acqua, sono munite di barre orizzontali inferiori, medie e superiori, e di barre piegate. Il cielo del canale è calcolato per resistere ad un carico esteriore di 300 kg/m^2 , come pure ad una pressione d'acqua, agente da sotto in su, corrispondente a m. 0,40 d'altezza.

Dei ferri addizionali, disposti in piani verticali, rinforzano gli angoli inferiori del canale, degli altri rinforzano le pareti verticali in sommità, in corrispondenza degli appoggi.

Il costo di quest'opera è di L. 400 per m. corr., mentre un canale di legno, che non poteva offrire evidentemente uguali garanzie di durata, avrebbe costato non meno di 85 o 90 lire al m. corr.

Altre applicazioni.

Per la ristrettezza del tempo abbiamo dovuto limitarci ad una rassegna rapidissima ed incompletissima delle principali costruzioni in *béton armato* nel campo delle opere pubbliche; occorrerebbe parlare ancora di numerosissime altre applicazioni ad opere diverse. La maggior parte delle costruzioni che si eseguono correntemente in muratura ordinaria, in legname od in ferro, sono suscettibili di essere fatte con vantaggio in *béton armato*. Gallerie, fogne, muri di sostegno, paratie, calate, vasche natatorie, fosse per le campane del gas, lavatoi, cisterne, pozzi neri, serbatoi per petrolio, recipienti per vino, silos per grano o per carbone, pali per condutture elettriche, garitte trasportabili, barche, sono tutte costruzioni nelle quali il *béton armato* trovò già vantaggiosa applicazione.

(Continua).

ARCHITETTURA CIVILE

AUGUSTO CHOISY

E LA SUA STORIA DELL'ARCHITETTURA (1).

Con il suo ultimo libro « *Histoire de l'Architecture* » questo eminente francese ha dato vita ad un'altra opera intieramente nuova ed originale. Nessuno prima di lui ha scritto di istoria dell'architettura con tanta brevità e chiarezza come si riscontra nelle sue opere e massimamente in quest'ultima che abbraccia l'architettura di tutti i luoghi, di tutti i tempi.

Egli aveva conquistato di un tratto il diritto alla stima universale quando, prima del 1870, aveva dato fuori la sua prima opera magistrale « *L'art de bâtir chez les romains* ». In seguito riconfermava l'alto valore del suo

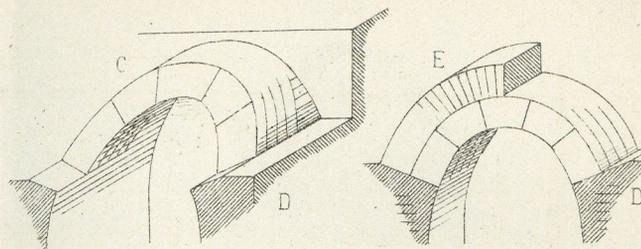


Fig. 209. — Procedimenti degli Egizi nel formare le vólte senza armature.

ingegno e la bontà del suo metodo di studiare e di esporre la materia con le altre due successive opere, non meno magistrali della prima, cioè « *L'art de bâtir chez les bizantins* » ed i suoi « *Études d'épigraphie grecque* ».

Con quelle tre opere che abbracciano i tre grandi periodi di architettura romana, bizantina e greca, ha dato corpo a un complesso di dottrina che indica un vero nuovo metodo di studiare l'architettura, ed ha avuto la soddisfazione di vedere le sue opere citate e le sue figure largamente riportate da quasi tutti gli autori che hanno trattato a fondo della materia.

Ora il contenuto di quelle tre opere, condensato, reso di una chiarezza, brevità ed esattezza ancora più scientifica, se era possibile, è venuto a formare tre dei capitoli di cui si compone questa nuova opera nella quale l'A. ci presenta in un ampio quadro tutti i grandi periodi dell'arte dell'umanità intiera e per ogni periodo ci rende conto dei monumenti principali e più caratteristici, ne descrive la tecnica esecutiva ed espone le condizioni etniche e sociali in cui furono escogitati.

Lo Choisy è stato allievo del Viollet-le-Duc, da lui ha avuto lume ed orientamento nel metodo e nell'indirizzo dei suoi studi. Ebbe a compiere missioni governative, viaggi e lunga dimora in Italia, in Oriente, in Africa per allestire i

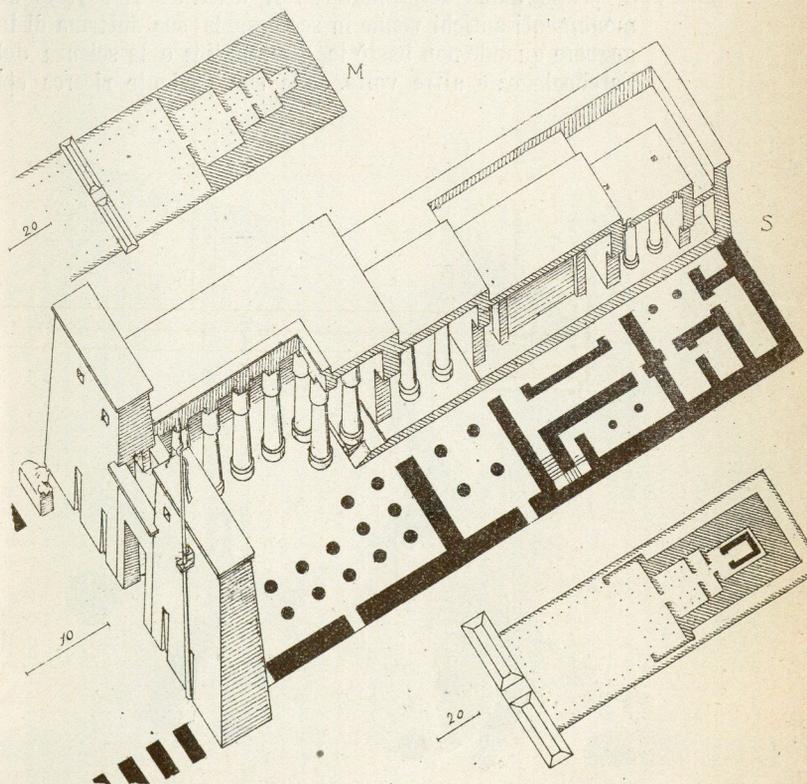


Fig. 210. — Templi egiziani: E ad Edfu, M a Medinet-Abou, S a Tebe.

(1) CHOISY (AUGUSTE), *Histoire de l'Architecture*. Paris, Gauthier-Villars, 1899, 2 vol. in-8° gr. di pp. 642, 800.

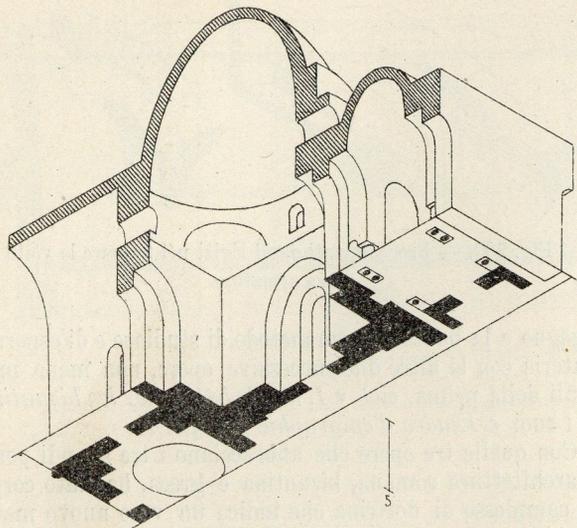


Fig. 211. — Palazzo persiano a Sarvistan.

materiali delle sue opere precedenti e della presente. In fondo egli è un ingegnere, un tecnico nel senso della parola; ma uno squisito senso di comprensione dell'arte, una vasta erudizione storica ed archeologica si compenetrano nel suo carattere di architetto e di disegnatore. Presenta egli insomma riunite, ed in grado eminente, un complesso di qualità e competenze quali forse si riscontrano mai riunite in uno scrittore di cose d'architettura.

È per il complesso di queste sue competenze, per l'acume del suo ingegno e buon senso, per la inflessibile sua pazienza nello studio e costanza nel lavoro che è riuscito a districarsi attraverso la selva folta e infinita di opere che trattano di architettura, che ha saputo servirsi di quelle sole che sono veramente originali, le migliori che trattano, per così dire, di prima mano della materia. A decifrare il segreto dei monumenti antichi venne in soccorso la sua dottrina di ingegnere quando non bastò la grammatica e la scienza dell'archeologo; e altre volte, colla sua paziente ricerca epi-

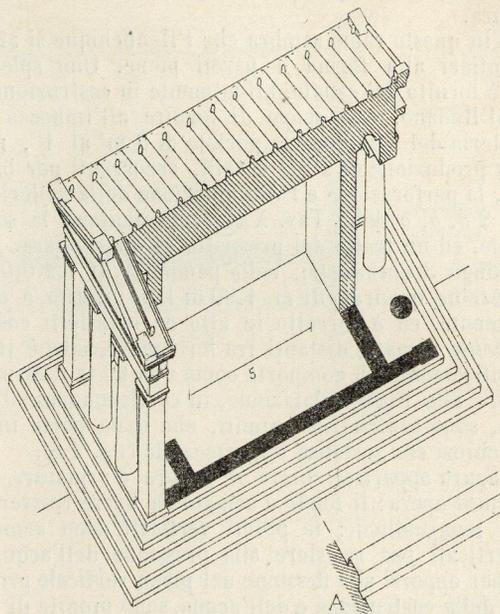


Fig. 213. — Tempio greco ad Eleusi.

grafica, è riuscito a scoprire nuovi fatti, nuove verità che per i soli tecnici sarebbero rimaste per sempre un mistero.

Come il suo maestro Viollet-le-Duc seppe adoperare il tagliente strumento dell'analisi e penetrare fino al segreto dell'ultima pietra in ogni monumento. Egli, però, evitò il metodo alfabetico che nei dizionari del suo maestro sono causa di non poche lungaggini, ripetizioni e confusioni; si attenne ad un ordinamento cronologico ed etnografico della materia e ogni monumento venne a rendercelo sempre tutto intiero in una sola volta e nella piena chiarezza del suo organismo.

Come il suo maestro fece di sua mano tutte le figure che compaiono nei suoi libri. Egli, però, non fece uso della prospettiva ordinaria e quasi mai ebbe a servirsi delle proiezioni ortogonali; si attenne in vece al metodo della prospettiva assonometrica colla quale, e quasi sempre con una figura sola, seppe presentare l'analisi e la sintesi a un tempo di ogni monumento nel suo esterno, nella pianta e nei vari

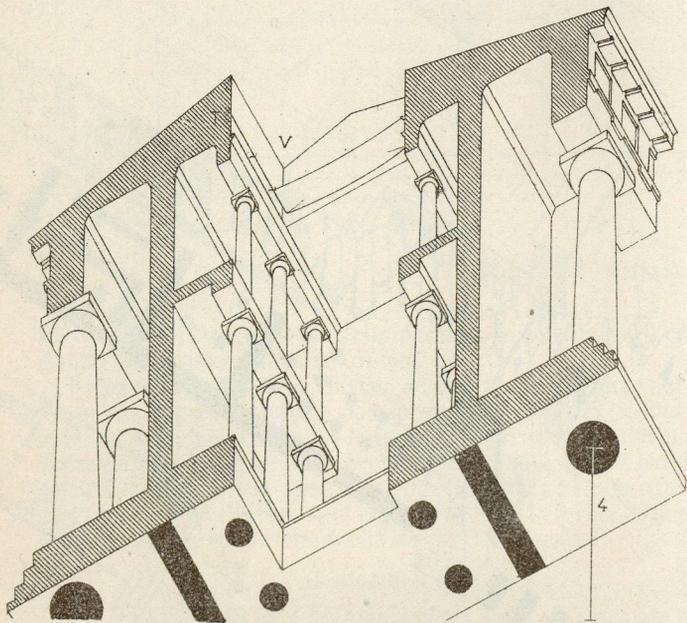


Fig. 212. — Tempio greco ad Olimpia.

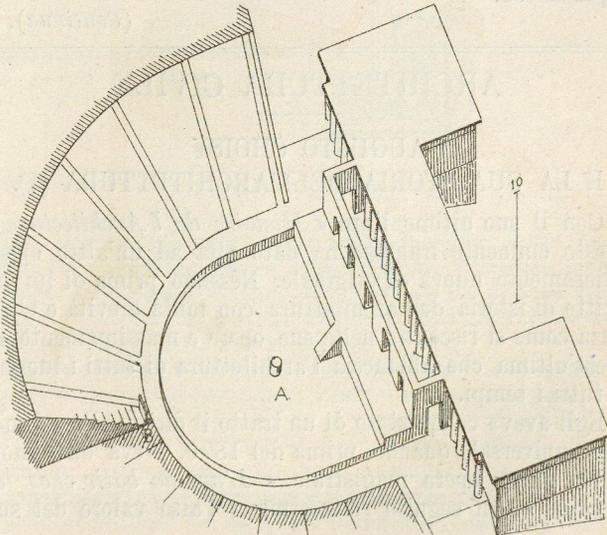


Fig. 214. — Teatro di Baccho ad Atene, come era al 4° secolo a. C.

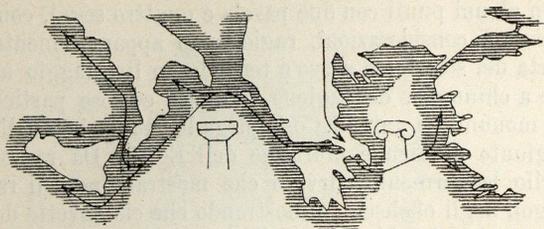


Fig. 215. — Emigrazioni dell'arte greca.

aspetti del suo interno, conservando sempre la più grande brevità e chiarezza di espressione anche nel carattere artistico.

Tutte le figure che compaiono in questa opera, e delle quali sono riprodotte qui alcune delle più caratteristiche a titolo di saggio, furono eseguite su rilievi diretti fatti dall'A. sui monumenti stessi, ed ogni qualvolta ebbe a servirsi del solo documento fotografico o di altra opera stampata ce ne rende conto con apposita notazione che fa richiamo alle citazioni bibliografiche riportate nell'indice dell'opera.

A questo modo l'indice dell'opera non solo ci presenta in poche pagine il quadro sinottico di tutti i principali e più caratteristici monumenti di tutti i popoli, in tutti i tempi, in tutti i luoghi del mondo; ma è al tempo stesso una bibliografia organica universale della materia. Il lettore trova prontamente indicazione di ogni opera che tratta di un dato argomento; e, dal luogo stesso dove è citata l'opera, comprende tosto l'indole e l'estensione dell'opera medesima.

Ecco le ragioni principali per le quali l'A. in due soli volumi, che non sono nemmeno molto grandi, nemmeno lunghissimi a percorrere, ha potuto condensare tanta materia che abbraccia l'architettura di tutta l'umanità antica e moderna e spande torrenti di nuova luce sopra una moltitudine di fatti e di questioni riguardanti la genesi, le evoluzioni e le trasformazioni dell'arte del costruire.

Col primo volume, dopo avere esposto tutto quanto vi è di certo e di concreto sull'arte e sulla costruzione dei tempi preistorici, ci fa attraversare il mondo antico dell'Egitto, della Caldea, dell'Assiria, della Persia e, seguendo i raggi d'influenza, dell'India, della Cina, del Giappone, del Nuovo

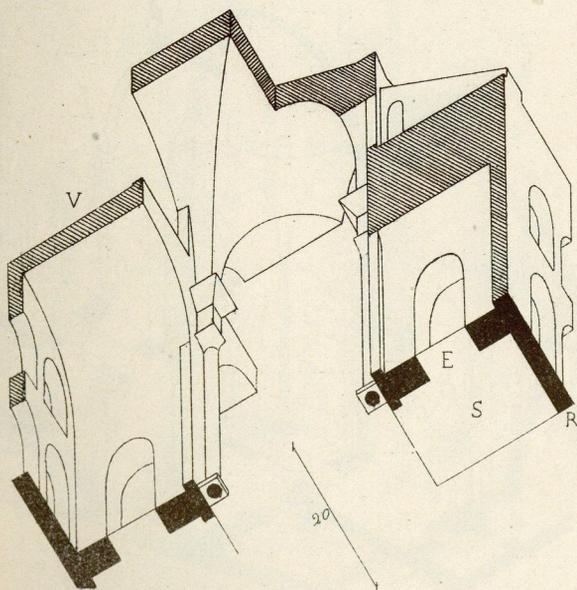


Fig. 216. — Basilica Costantiniana a Roma.

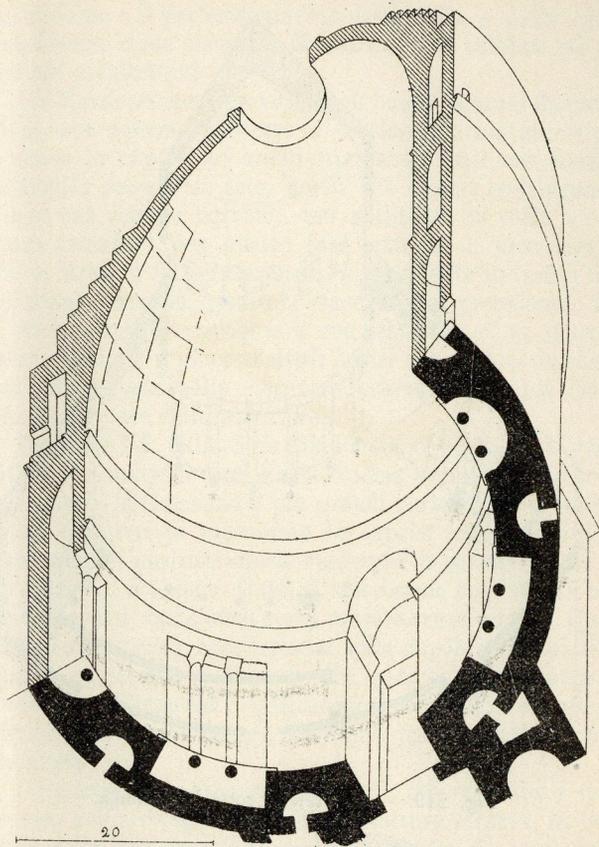


Fig. 217. — Panteon di Agrippa a Roma.

Mondo, passa ai Fenici, alle età preelleniche e si sofferma in modo particolare sulle vicende dell'arte dei Greci e dei Romani colle quali si chiude il volume. Per ogni paese e per ogni epoca esamina prima, parte a parte, i *metodi di costruzione e gli elementi decorativi*, poi ci presenta i *monumenti*. Si sofferma, ben inteso, più a lungo e sminuzza il suo programma più particolarmente in ogni periodo secondo l'importanza della materia. Così è che si sofferma più a lungo nell'esame dell'architettura greca, la quale si prende da sé sola i due quinti del volume.

Il medesimo piano e il medesimo programma segue pure nel secondo volume, ove tratta della rinnovazione cristiana delle architetture antiche nell'Occidente latino, e nell'Oriente cristiano. Quindi tratta dell'arte mussulmana; si sofferma

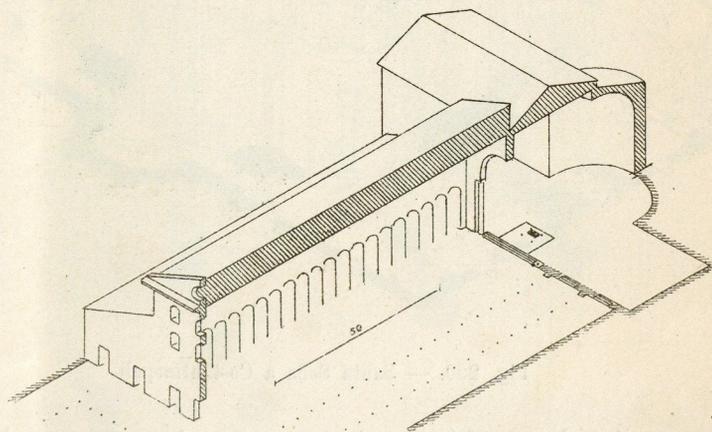


Fig. 218. — Basilica originaria di S. Paolo fuori mura a Roma.

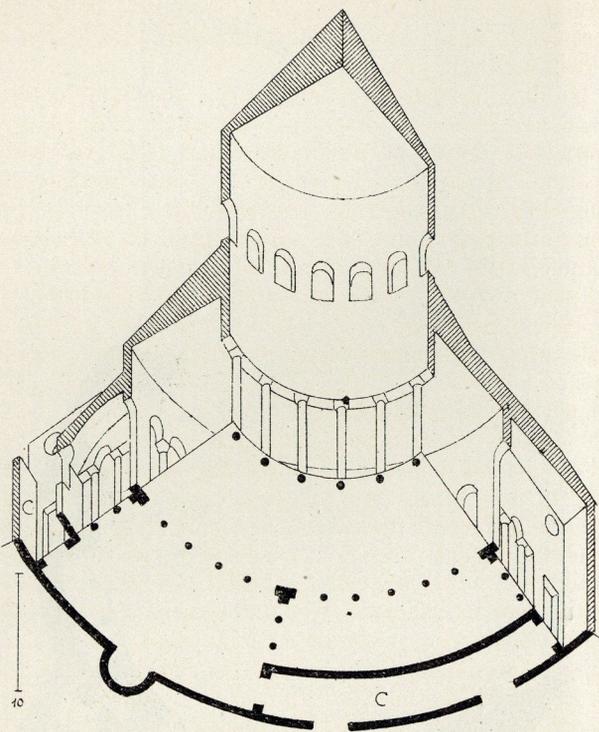


Fig. 219. — S. Stefano rotondo a Roma.

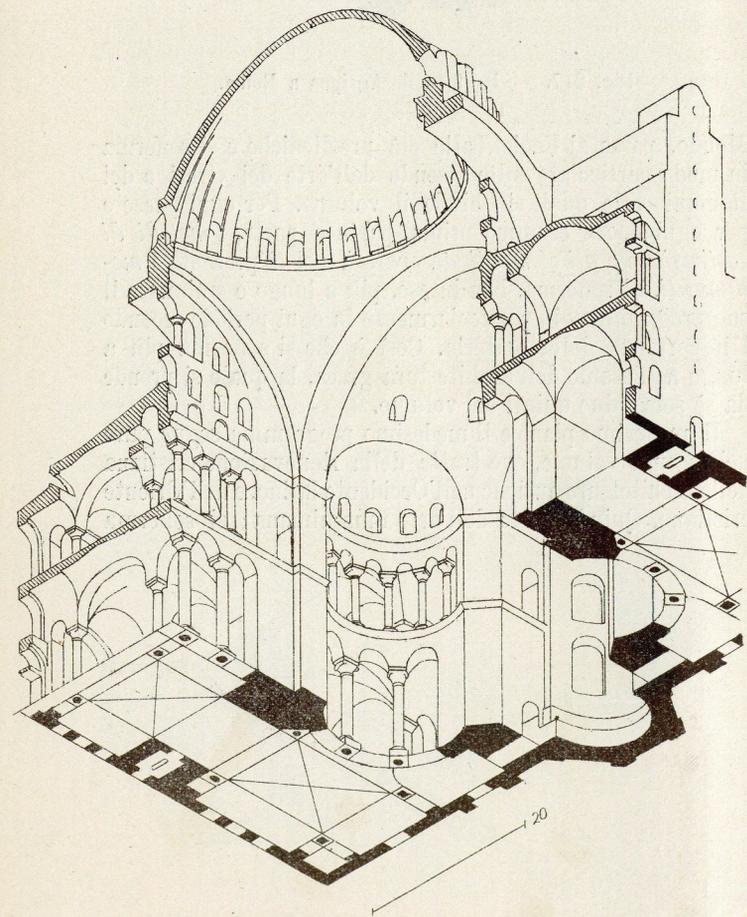


Fig. 220. — Santa Sofia a Costantinopoli.

più a lungo sull'arte romanica e più a lungo ancora sull'arte gotica. Da ultimo svolge il periodo del Rinascimento, con le sue derivazioni fino all'arte contemporanea.

In alcuni punti con due parole e quattro segni, con semplicissime considerazioni, ragionando apparentemente colla scorta del solo buon senso e tenendo un linguaggio accessibile a chiunque, dà ragione di molte curiose particolarità dei monumenti antichi. Così spiega le ondulazioni nelle linee di giunto di alcune muraglie dell'Egitto. Dà ragione del taglio leggermente curvato che mostrano non di rado gli spigoli degli obelischi, dimostrando che ciò dovette derivare dal seguire che facevano la leggera inflessione del filo teso quando serve da guida come linea retta.

Ammirevoli sono le sue spiegazioni del modo come popoli preistorici ed altri che non conoscevano nessun meccanismo e concetto meccanico oltre quello della leva e del piano inclinato, riuscirono a spostare a grandi distanze e sollevare a notevoli altezze enormi masse monolitiche, le quali darebbero luogo a serie difficoltà anche con i maturi concetti e i poderosi mezzi della meccanica moderna.

Egli ci dimostra come un obelisco viene schiantato coi cunei e colle mazze dalle montagne dell'Egitto; come viene tagliato allo scalpello ed alla sega ivi sul luogo e assicurato tra due zattere. Quindi le piene del Nilo lo leveranno a galla e lo trasporteranno, immerso nell'acqua, privo cioè di circa un terzo del suo peso. Approfittando delle alte maree, verrà portato molto innanzi in luoghi di terra ferma. Con un sistema di leve fatte di legno e di piani inclinati successivi creati con trasporti di terra, ci dimostra come a lenti passi l'obelisco viene sospinto fin dove si vuole dirizzarlo. Quivi, con interposizione di sacchi di sabbia tra il piedistallo e l'obelisco, col vuotamento di quei sacchi mediante il taglio delle tele, combinato con semplicissima manovra di funi e di leve, l'obelisco viene rizzato e calato lentamente sulla sua base. Un canaletto incavato che si vede ancora oggi nella base di appoggio, che servi a contenere un ultimo cuscinetto di appoggio momentaneo, è il punto di partenza all'analisi e all'osservazione colla quale ci spiega tutto il mistero degli obelischi come se si leggesse un trattato scritto da un architetto dei Faraoni. Egli conclude: « tutte le operazioni delle architetture primitive hanno questa semplicità. Esse non domandano altro che braccia e tempo. Le braccia sotto il

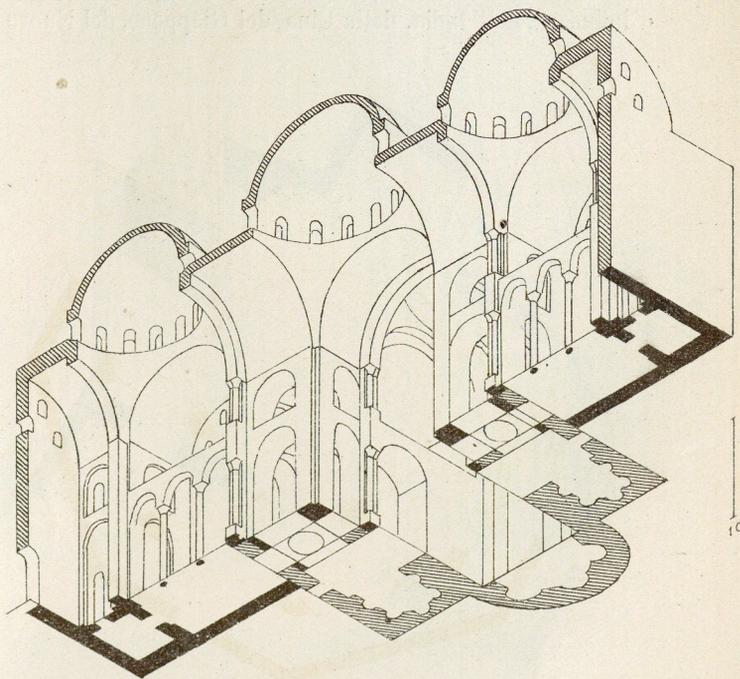


Fig. 221. — S. Marco a Venezia.

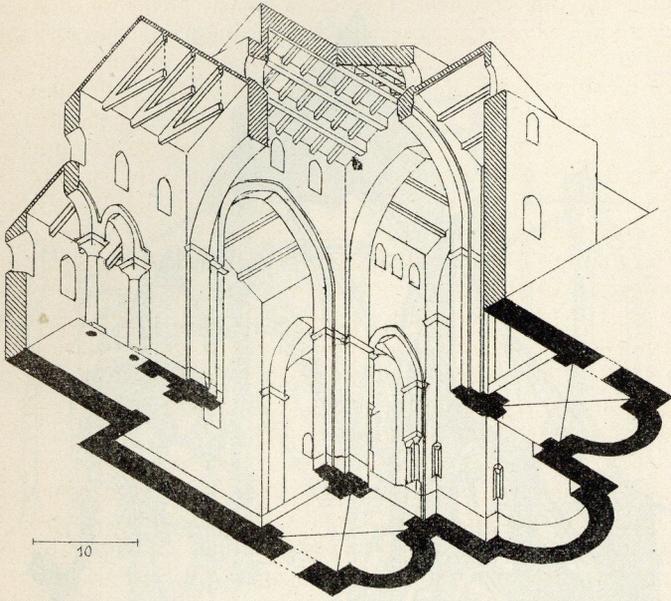


Fig. 222. — Duomo di Monreale.

regime autoritario dell'Egitto non mancano, e il tempo per gli Orientali non conta nulla ». Così le seghe a sabbia, usate anche oggidi, lente sì, ma potenti, spiegano il taglio dei graniti e dei basalti, e i profili quasi geometrici, e le masse quasi cubiformi, e pure così solenni, dei colossi statuarii dell'antico Egitto. Non altrimenti l'invenzione moderna delle seghe multiple applicate al taglio dei blocchi dei calcari, e da ultimo anche dei blocchi di granito, spiega la profusione e il buon mercato col quale l'industria moderna somministra le lastre segate di marmi e di graniti.

Un concetto dominante poi quasi tutta la parte antica di questa istoria è quello di cogliere, per così dire, in atto la

formazione e il perfezionamento della vòlta e della cupola considerate come elementi di statica e di estetica nei vari periodi architettonici.

Gli Egizî, essendo sprovvisti di buoni legnami da costruzione, non possono ricorrere a centine od armature; e però murano la cupola ad anelli orizzontali fatti con mattoni di argilla seccati al sole, anelli che vanno restringendosi lungo una sezione ogivale; essi realizzano la vòlta a botte senza armatura, con questo solo artificio di procedere per via di strati o fette trasversali, leggermente inclinate fuori del piano verticale, applicati ciascuno sul precedente. Solo il primo strato si appoggia a una centina o ad un muro di testa. Simile è il processo degli Assiri che usarono le combinazioni a cupola nelle coperture, essendo mancanti dei legnami per fare delle travature.

Passando l'A. dalla Siria alla Persia, ci svela come, grazie all'uso dei mattoni cotti e alla calcina soprattutto, la vòlta e la cupola si slanciano a più grandi portate. Ivi si fanno i primi tentativi di raccordare la cupola tonda sulla linea quadrata dei piedritti con lo spediente di passare prima del quadrato all'ottagono. Quivi si inseriscono negli angoli certi voltini conici, facili anch'essi a murare senza centine. Questi voltini rimangono caratteristici della cupola persiana e da questa passeranno più tardi alle moschee mussulmane. A loro volta i Bizantini li sostituiranno coi peducci a triangolo sferico che, a suo tempo, verranno poi adottati anche in Occidente.

I Romani, che erano già possessori del concetto e della tecnica dell'arco appreso dall'architettura etrusca, in occasione delle loro grandi spedizioni asiatiche, da quei grandi assimilatori che essi furono, conobbero appieno nella Persia l'immenso vantaggio che potevano trarre da nuove combinazioni di vòlte e di cupole, quali adottarono all'età imperiale. Essi per altro ridussero sempre al minimo il consumo del materiale di argilla cotta che impiegarono solo nelle

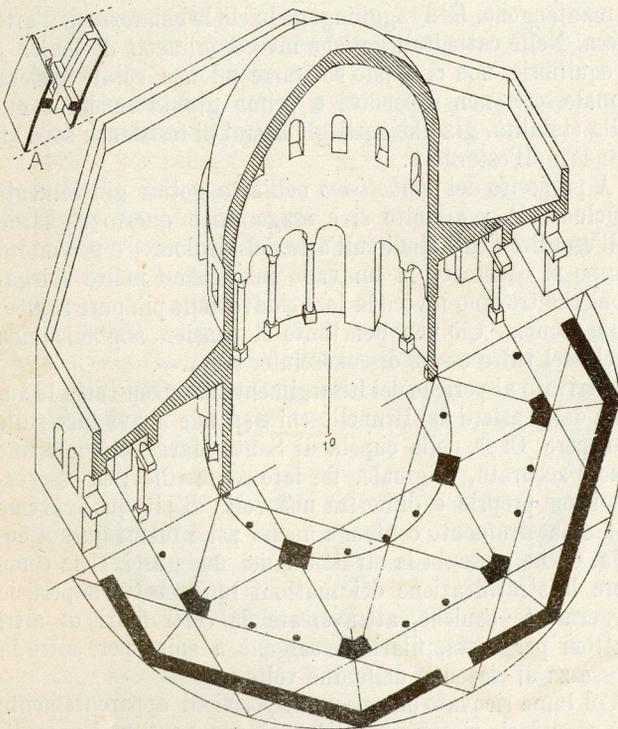


Fig. 223. — Moschea di Sakhra a Gerusalemme.

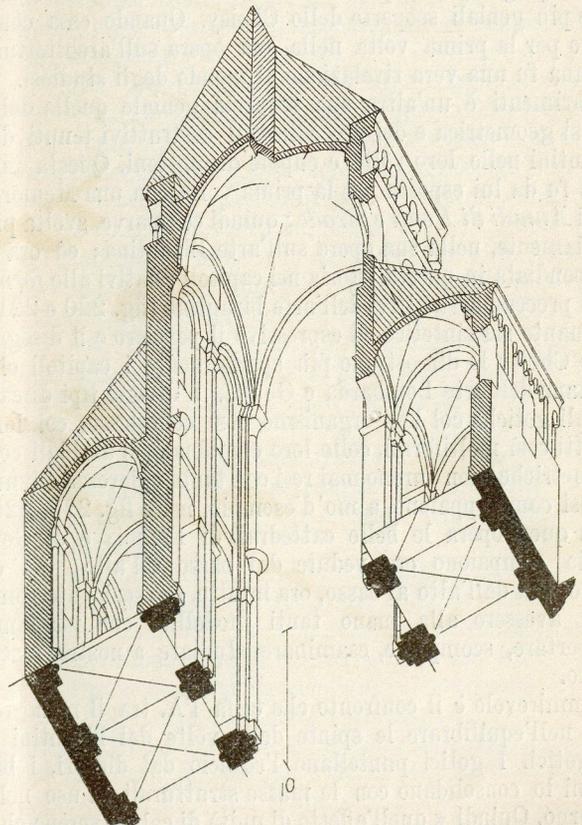


Fig. 224. — Duomo di Spira.

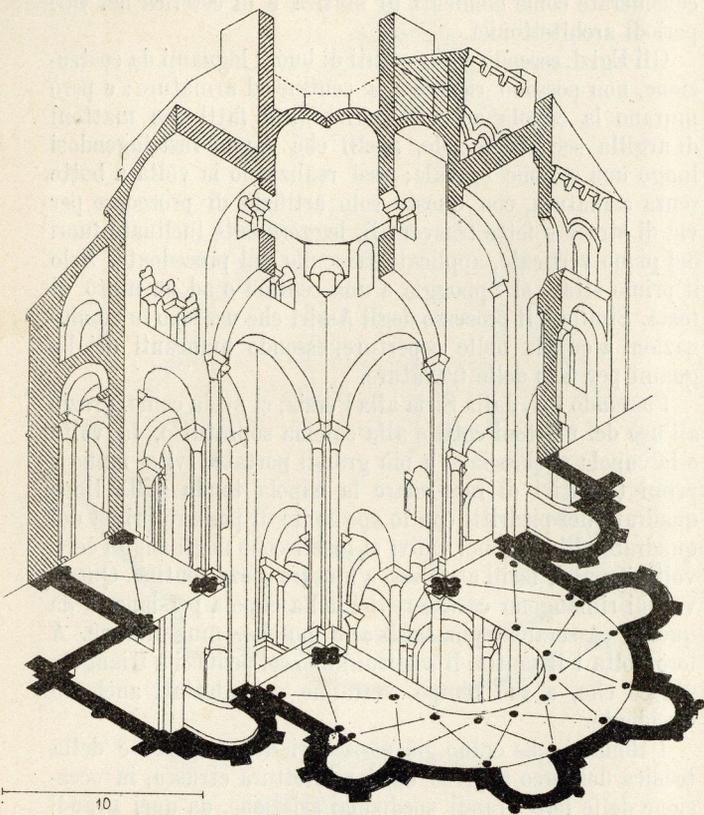


Fig. 225. — Notre-Dame du Port a Clermont.

faccie viste del muro, lungo gli spigoli degli archi e delle volte, e nelle nervature immerse nello spessore delle volte stesse.

La spiegazione di questi metodi dei romani è certo una delle più geniali scoperte dello Choisy. Quando essa comparve per la prima volta nella sua opera sull'architettura romana fu una vera rivelazione al mondo degli studiosi.

Parimenti è un'altra sua scoperta geniale quella della genesi geometrica e dei procedimenti costruttivi tenuti dai Bizantini nelle loro volte e cupole di mattoni. Questa materia fu da lui esposta per la prima volta con una Memoria negli *Annali di Ponti e Strade*; quindi comparve, svolta più ampiamente, nella sua opera sull'arte Bizantina; ed ora è compendiate in questa istoria nei capitoli relativi alle forme ed ai processi costruttivi dell'arte bizantina (fig. 220 e 221).

Quanto sia sintetico ed espressivo il pensiero e il disegno dello Choisy lo dimostrano più specialmente i capitoli che trattano dell'arte Lombarda e Gotica. I diversi tipi di cattedrali gotiche col loro organismo così complesso, coi loro aspetti così multiformi, colle loro combinazioni absidali così geometriche, non furono mai resi con tanta chiarezza e tanta sintesi come appaiono, a mo' d'esempio, nelle fig. 225, 226.

In quest'opera le belle cattedrali di Francia e di Germania compaiono ora vedute dal basso all'alto, ora di fianco, ora dall'alto al basso, ora intatte, ora sezionate come se si avessero alla mano tanti modellini che possiamo trasportare, scomporre, esaminare, studiare a nostro piacimento.

Ammirevole è il confronto che ci fa l'A. tra il modo tenuto nell'equilibrare le spinte delle volte dai bizantini e dai gotici. I gotici puntellano l'edificio dal difuori, i bizantini lo consolidano con le masse strutturali di uso nell'interno. Quindi « quell'effetto di unità di calma serena che si prova entrando in un edificio bizantino non è altro che la

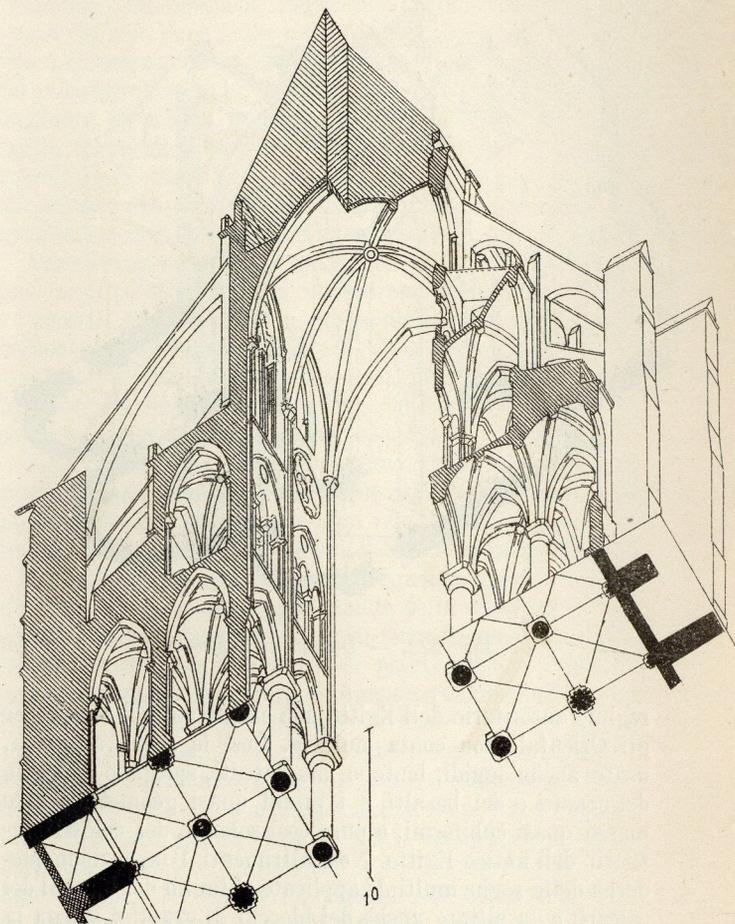


Fig. 226. — Notre-Dame di Parigi.

piena soddisfazione dello spirito dinnanzi ad un'opera dove tutte le combinazioni di equilibrio si veggono apertamente. Ivi l'occhio abbraccia a un tempo la volta, i contrafforti che la mantengono. Essi raggiungono in ciò la chiarezza dell'arte greca. Nelle cattedrali gotiche invece, miracoli di logica e di equilibrio, non ci si può sottrarre ad una cotale ansietà e malessere, non sapendoci a prima giunta render conto della stabilità, giacchè tutti gli organi di resistenza sono rimandati all'esterno ».

A proposito del *simbolismo* nell'arte gotica giustamente conclude l'A.: « Molto si è esagerato a questo riguardo nell'esordire degli studi sull'arte del Medioevo, e per molto tempo si è cercato in un vago misticismo molte spiegazioni che trovano invece la loro chiave nelle più pure ragioni della tecnica. Ciò non per tanto il pensiero simbolico non vuole del tutto essere disconosciuto, ecc.... ».

Arrivato al periodo del Risorgimento ci espone tutta la vastità del pensiero del Brunelleschi e spande nuova luce sulle sue opere. Ci fa della cupola di Santa Maria del Fiore uno studio accurato, originale, fondato sopra rilievi ed osservazioni sue proprie e dimostra una volta di più quale germe di ammaestramento contenga anche per i futuri questa cupola. Ce ne presenta la struttura dei due gusci, ci fa conoscere la stratificazione dei mattoni lungo certe superficie leggermente coniche, attraversate da certi filari di altri mattoni per costa, filari che salgono a spira per entro la grossezza di ciascuna delle due volte.

Col lume ricavato da queste disposizioni apparentemente così secondarie ricostruisce l'A. col suo pensiero i procedimenti esecutivi tenuti dal Brunelleschi e dimostra come Egli con mezzi i più semplici, i più modesti anche nella

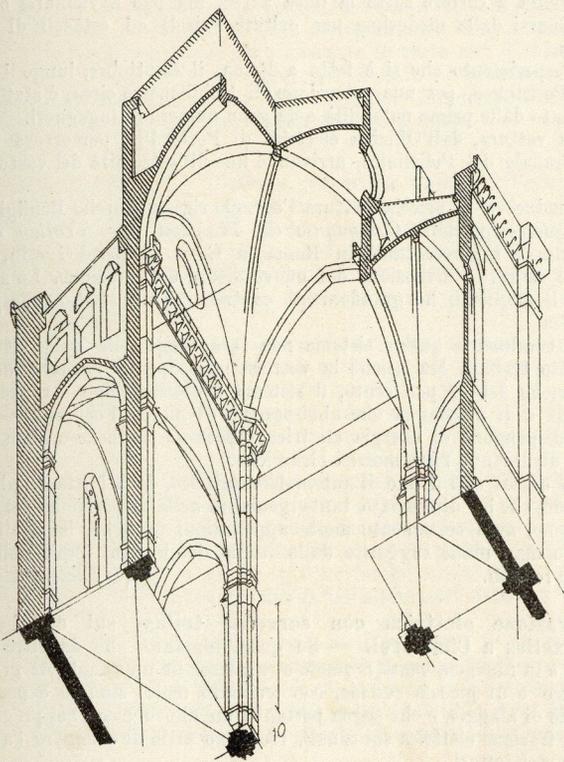


Fig. 227. — Santa Maria del Fiore a Firenze.

spesa, ha saputo tradurre in atto la più grande opera di architettura del mondo.

Altre volte a cupole minori del Brunelleschi come quelle di S. Spirito, della Sacristia vecchia di S. Lorenzo, della Cappella dei Pazzi ed altre opere di quel periodo di maggior grazia e gentilezza del Risorgimento, sono oggetto di particolari predilezioni dello Choisy e gli servono a provare come il fine intuito meccanico dei bizantini sia stato, per opera di maestri fiorentini, trapiantato in Italia e perpetuato in Occidente con applicazioni che si riscontrano ancora nella architettura di oggi.

Anche le opere del periodo inoltrato del Risorgimento, cioè dei barocchi, sono fatte oggetto di studio in questo libro e compaiono, per la prima volta, anatomizzate con tutta la chiarezza delle prospettive assonometriche dello Choisy. Questo suo studio arriva in buon punto a chiarire come anche in questo periodo vi furono maestri nell'arte del costruire che aggiunsero nuove pagine alle dottrine dell'arte; che la distribuzione, la meccanica e l'estetica nei loro edifici vengono a fondersi in un organismo, sano, vitale, veritiero e splendente di armonie e di bellezze. A torto i tesori dell'arte barocca furono disconosciuti e dimenticati nell'inferire che fece prima l'accademismo, poscia lo stilismo nelle dottrine dell'arte durante questi ultimi tempi.

Soverchiamente lungo sarebbe accennare tutti i pregi di quest'opera. Ed è quasi impossibile farne il riassunto perchè essa stessa è già un riassunto, ridotto alla più breve espressione, di tutto quanto si è ragunato in un secolo di esplorazioni, di studi e di scoperte.

Non voglio tralasciare tuttavia di segnalare alcune piccole carte geografiche poste a corredo di ogni capitolo. In esse, come ad esempio nella figura 215, mediante certe traiettorie come quelle che indicano le linee di navigazione, e con alcune figurine schematiche dei monumenti o delle forme più caratteristiche ad ogni centro d'arte, l'A. ci fa comprendere molte cose in un attimo; ci indica dove ebbero

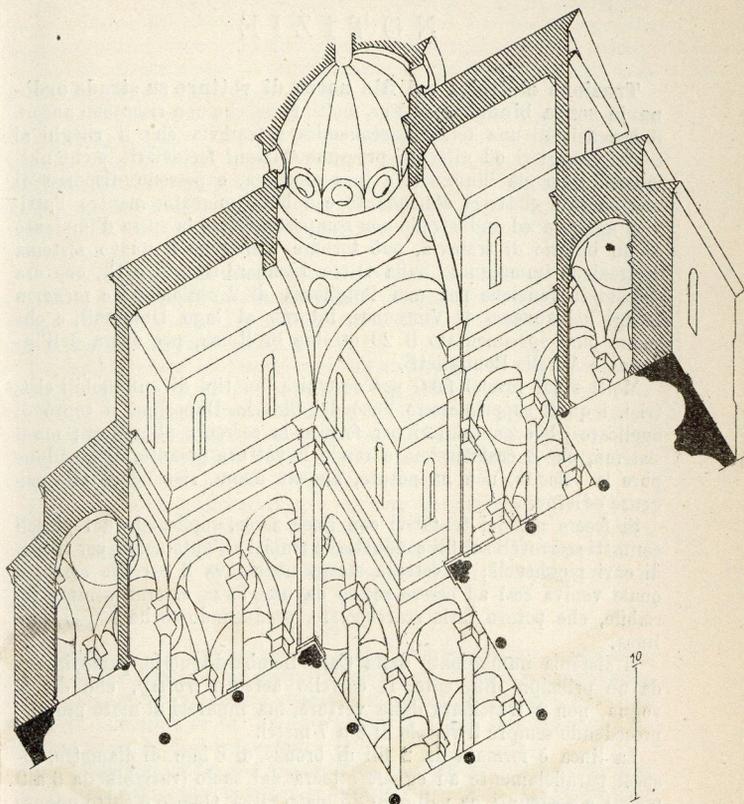


Fig. 228. — Chiesa del S. Spirito a Firenze.

origine e centro le varie scuole d'arte, dove e come si propagarono in altri paesi, quali furono i loro raggi di influenza diretta, o di propagazione secondaria.

Queste figurine dicono in breve e molto chiaramente molte verità che richiederebbero dei volumi di scritto e l'A. le presenta come sintesi ed epilogo e schiarimento delle moltitudini di fatti e di argomentazioni che ha svolto nei singoli capitoli.

Nulla sfugge alla ricerca ed all'argomentazione del nostro A. Le condizioni etniche e topografiche dell'ambiente nelle quali i popoli svolsero la loro attività; la loro organizzazione sociale e religiosa; le condizioni sociali o di casta in cui si trovarono gli architetti e i loro mecenati. Il modo di tracciare e preventivare le loro opere; i centri d'origine dei materiali e le vicende del trasporto e del mercato; la potenzialità del commercio e delle industrie locali; perfino l'organizzazione dei cantieri, l'orario, la nutrizione, la mercede dei lavoratori, tutto è stato oggetto di indagine, di argomentazione e di preziose osservazioni che lo Choisy profonde a piene mani ad ogni pagina di questa sua nuova opera.

In essa chi è già inoltrato nello studio della materia trova copiosa messe di notizie, di utili riflessi; chi si accinge per le prime volte nel vasto campo dell'arte vi trova lume e orientamento.

Nessuna materia, forse, ha una bibliografia vasta, arruffata e piena di vacue ripetizioni come la storia dell'architettura. La mancanza di metodo, la prolissità, alcune volte perfino la mancanza di coscienza di alcuni autori, fa sì che molti principianti si disorientano, si smarriscono ed abbandonano il campo disgustati e scoraggiati.

Quest'opera dello Choisy è fatta apposta per chi, edotto nei vari rami del disegno e della costruzione, vuole accingersi coscienzioso allo studio dei monumenti e delle scuole che si succedettero nel campo dell'architettura.

NOTIZIE

Trazione elettrica col filo aereo di vetture su strade ordinarie senza binario. — Per molti paesi che non risentono ancora il beneficio di una ferrovia economica o tramvia che li rileghi ai centri maggiori od alle più prossime stazioni ferroviarie, e che nullameno sono già illuminati a luce elettrica, e possono disporre di una energia elettrica abbondante e a buon mercato, mentre l'attività agricola ed industriale non comporterebbero la spesa d'impianto di un binario di tramvia, può tornare utilissimo il nuovo sistema di trazione immaginato dalla Ditta Lombard-Guerin e C., che era esposto in funzione per una lunghezza di 2 chilometri e mezzo a Parigi nell'annesso di Vincennes, intorno al lago Dumesnil, e che venne pure sperimentato il 29 ottobre in Roma, per opera dell'ingegnere Aurelio Bonfiglietti.

Molti studi furono fatti per costruire dei tipi di automobili elettriche, i quali sopprimessero l'uso del binario. Dapprima si tentò di applicare gli accumulatori per fornire la corrente al motore; ma il sistema, che è costosissimo e rende la vettura pesante, limitandone pure la velocità, non ha potuto, almeno finora, rispondere alle esigenze odierne.

Si fecero poi dei tentativi con linee aeree, applicando dei piccoli contatti scorrevoli sui fili conduttori e riuniti all'automobile per mezzo di cavi pieghevoli; la vettura stessa trascinava il carrello aereo, il quale veniva così ad essere scosso da una forza esterna sempre variabile, che poteva farlo scarrucolare, producendo anche guasti nella linea.

Il sistema immaginato dalla Casa Lombard-Guerin, parte invece da un principio differente. Il carrello aereo o *trolley*, che dir si voglia, non è trascinato dalla vettura, ma muovesi di moto proprio, precedendo sempre il veicolo di 6 a 7 metri.

La linea è formata da 2 fili di bronzo, di 8 mm. di diametro, sospesi parallelamente ad eguale altezza dal suolo (variabile da 6 a 9 metri) e sostenuti da pali ogni 25 metri circa. Questo è tutto quanto concerne la linea, e viene stimato ad 8000 lire circa il chilometro, mentre l'impianto di una tramvia richiederebbe una somma 3 o 4 volte maggiore.

Il carrello aereo consta di due rotelle metalliche a gola, le quali scorrendo sui fili di rame anzidetti, stabiliscono il contatto; due rotelle isolanti, montate sullo stesso albero delle precedenti, ricevono il movimento da un motorino trifase sospeso elasticamente all'albero stesso per mezzo di molle a spirale; questo motorino è azionato dalla corrente trifase che è generata dal motore della vettura. Infine un doppio telaio con sospensione cardanica serve a riunire l'apparecchio al cavo pieghevole nel quale circolano le correnti.

La corrente elettrica che è lanciata nei fili aerei ad un potenziale qualsiasi, ordinariamente di 500 volt, entra per una delle rotelle del carrello, scende nel cavo attraverso il filo conduttore, incontra una resistenza ed entra in un reostata, dal quale passa nel motore della vettura, eccitandolo e facendo muovere il veicolo; per l'altro polo del motore la corrente poi esce e ritorna alla linea.

Ma l'essenziale di questo meccanismo sta in ciò: che lo stesso motore della vettura funziona da generatore di corrente trifase, essendo che sull'albero, dalla parte opposta del collettore, esso porta tre anelli riuniti a tre contatti scelti sull'avvolgimento alla distanza di 120° ciascuno. Quando il motore agisce, si viene quindi a generare una corrente trifase, la quale, raccolta mediante tre conduttori disposti nel cavo mobile, risale al motorino del carrello aereo che verrà così eccitato anch'esso; e siccome i due motori sono sincroni rispetto alla corrente trifase, ne viene di conseguenza che il carrello aereo e la vettura saranno animati da velocità proporzionali.

Questa specie di legame cinematico fra i due motori, permette al carrello aereo di funzionare con grande regolarità, uniformandosi all'andamento della carrozza; e poichè le cose sono disposte in modo che il carrello precede sempre l'automobile, riescono evitati i pericoli di scarrucolamento, di rottura del cavo mobile o di guasti alla linea.

Convien aggiungere che il motorino del carrello aereo, per la disposizione del telaio a forchetta che lo contorna a conveniente distanza, non può ricevere dall'esterno alcuna azione perturbatrice e procede senza scosse.

Il cavo mobile che è flessibile e può essere di varia lunghezza, oltre i due conduttori principali della corrente continua ed i tre conduttori della corrente trifase, porta anche un sesto filo che va ad un freno elettromagnetico di cui è pure munito il carrello aereo.

Sulla linea trovansi, ad ogni palo di sostegno, distribuite delle mensole a due rami ricurvi verso l'interno, le quali, mentre tengono fissati i fili, lasciano libero il passaggio al carrello.

Il carrello è costituito in gran parte di alluminio, e pesa 18 chilogrammi circa.

La vettura è equipaggiata come un automobile elettrico ordinario, e porta un'asta a cui attaccasi il cavo. Se due vetture vengono ad incontrarsi, si scambiano i cavi e di conseguenza i carrelli; e lo scambio richiede appena mezzo minuto di tempo.

Ogni vettura è completamente libera ne' suoi movimenti, e non è obbligata a correre sotto la linea aerea, ma può avvicinarsi od allontanarsi dalla medesima per evitare veicoli od ostacoli di ogni sorta.

L'esperimento che si è fatto a Roma, il 29 ottobre, lungo il viale del Policlinico, per una estensione di 1 chilometro circa, è stato pregevole dalle prime notabilità e da gran numero di ingegneri.

La vettura, dall'Officina elettrica di Porta Pia, percorreva tutto lo stradale del Policlinico, arrivando fino all'estremità del vasto edificio.

Conduceva la piccola vettura l'egregio signor Aurelio Bonfiglietti, ingegnere-capo della *Compagnie de Traction par Trolley automobile*, e rappresentante in Roma la Casa Lombard-Guerin, alla quale si deve l'invenzione del nuovo sistema di trazione. Lo stesso ing. Bonfiglietti, ha grandemente contribuito allo studio della parte pratica.

Naturalmente questo sistema non sarà applicabile nelle città di intenso traffico. Ma poichè la vettura può superare pendenze del 10 ed anche del 12 per cento, il sistema è indicatissimo per paesi di collina e di montagna che abbisognano di mezzi di comunicazione e che dispongono di energia elettrica, o possono produrne a buon mercato utilizzando forze motrici idrauliche.

In questi casi il tipo di automobile elettrico, della Ditta Lombard-Guerin, che ha dimostrato tanta genialità nella disposizione del meccanismo, avrà certamente molte applicazioni pratiche, le quali saranno man mano suggerite dallo studio dei bisogni locali delle diverse regioni.

(L'Electricista).

Trazione elettrica con corrente trifase sul canale da Bruxelles a Charleroi. — Su quest'impianto, che da oltre otto mesi è in funzionamento normale e regolare, in un canale di grande traffico e di piccola sezione, con tracciato molto sinuoso e pessime strade di alaggio, e che segna pertanto un nuovo passo nel progresso della trazione elettrica sui canali, crediamo utile di chiamare l'attenzione dei lettori.

L'istallazione è dovuta all'iniziativa della « Compagnie générale de traction électrique sur les voies navigables » di Bruxelles e presenta uno speciale interesse per il fatto che è la prima del genere in cui i motori siano alimentati da corrente polifase.

Il canale che riunisce Bruxelles a Charleroi, si compone di due parti: la prima che si estende da Bruxelles a Seneffe per una lunghezza di 47 km., è a piccola sezione, avendosi una larghezza di m. 7,20 sul fondo, e di m. 15,80 al pelo d'acqua con m. 2,15 di altezza d'acqua; la seconda di sezione maggiore, va da Seneffe a Charleroi e colle sue diramazioni ha una lunghezza totale di circa 30 km. Soltanto sulla prima parte la trazione elettrica è finora attivata. Il traffico lungo questo canale è considerevole, poichè esso collega i bacini carboniferi dell'Hainant con Anversa, e quantunque i battelli nel tronco a piccola sezione siano solo di 70 tonnellate, il tonnello commerciale complessivo del canale nel 1899 ha superato 70 000 tonnellate.

L'energia per la trazione elettrica lungo tutto il canale è fornita da due officine generatrici: la prima, la cui sistemazione è già ultimata, è situata a Oisquercq a 23,5 km. da Bruxelles e alimenta il canale da Bruxelles a Seneffe; la seconda, che è in costruzione a Roux a 7 km. da Charleroi, è destinata ad alimentare la rimanente parte del canale.

Poichè la distanza sulla quale si trattava di effettuare il trasporto di energia era relativamente considerevole, e d'altra parte i motori per la trazione non potevano essere alimentati che ad una tensione relativamente bassa, risultò necessario stabilire di tratto in tratto su tutta la lunghezza del canale dei posti di trasformazione che ricevessero l'energia dall'officina generatrice sotto forma di corrente ad alta tensione e la distribuissero poi lungo il canale ad una tensione ridotta.

Per l'alimentazione di questi posti di trasformazione della stazione centrale si presentò naturale l'impiego della corrente trifase ad alta tensione; ma, ciò stabilito, due soluzioni si presentavano per la distribuzione secondaria lungo il canale. La prima soluzione consisteva nell'alimentare i motori per la trazione direttamente colla corrente trifase, impiegando i posti di trasformazione unicamente per abbassare la tensione della corrente alternata e quindi usando solo trasformatori ordinari. La seconda soluzione consisteva nel trasformare in questi posti la corrente alternata ad alta tensione in corrente continua alla tensione, per esempio, di 500 volt e alimentare con quest'ultima corrente i motori per la trazione. Per applicare questa seconda soluzione era necessario sistemare in ciascun posto di trasformazione anzitutto dei trasformatori ordinari per ridurre la trazione della corrente trifase e poi delle commutatrici per trasformare la corrente alternata a bassa tensione in corrente continua. Come è facile vedere, la seconda soluzione richiedeva delle spese di primo impianto molto più elevate; inoltre la presenza di macchine costantemente in moto in ogni posto di trasformazione richiedeva una sorveglianza continua pur offrendo una sicurezza di funzionamento molto minore. Infine poichè la Società assuntrice, per esercitare con maggior profitto la trazione elettrica, intendeva collo stesso impianto assicurare l'illuminazione dei Comuni situati lungo il canale o ad una certa distanza da esso, l'ingegnere Leone

Gérard, direttore degli studi e della costruzione di questa interessante applicazione, fece adottare in modo esclusivo l'impiego della corrente trifase, essendo questa la soluzione più economica e, al tempo stesso, quella che meglio si prestava, nel caso particolare, alle diverse trasformazioni di tensione occorrenti per alimentare le varie reti di forza e di luce. Questa soluzione poi era tanto più indicata in quanto che la popolazione industriale della regione da alimentare ammonta a 600 000 abitanti ed è una della più ricche e più attive d'Europa.

*

Officina generatrice. — L'officina generatrice, stabilita a Oisquercq sulla riva del canale, comprende tre macchine a vapore fornite dall'officina H. Bollinckx di Bruxelles. Queste macchine del tipo monocilindrico, hanno ciascuna una potenza di 100 cavalli alla velocità di 80 giri al minuto. Il diametro del cilindro è di mm. 400, la corsa dello stantuffo è di mm. 800 e il consumo di vapore garantito è di kg. 7,400 per cavallo indicato.

Le caldaie sono tre del tipo Cornovaglia a focolare centrale con lamiere ondulate e tubi obliqui. Ciascuna caldaia ha mq. 75 di superficie riscaldata, ed è alimentata da un iniettore e da una pompa.

Ciascuna macchina a vapore comanda, mediante cinghia, un alternatore trifase da 600 volt a 400 giri al minuto e 40 periodi al secondo. Gli alternatori lavorano quindi direttamente sulla linea primaria senza alcun trasformatore intermedio, soluzione questa che presenta evidentemente il vantaggio di essere più economica dal punto di vista della spesa di primo impianto e di avere un rendimento più elevato.

Gli alternatori, come pure tutta la sistemazione elettrica dell'officina e degli elettromotori per la trazione furono forniti dalla Ditta Brown, Boveri e C. di Baden (Svizzera). Gli alternatori sono del tipo a induttore rotante e indotto fisso.

Tanto gli alternatori quanto le eccitrici funzionano in parallelo. Per variare simultaneamente la tensione delle 3 generatrici si agisce sulla tensione delle sbarre collettrici di eccitazione; per far variare invece il voltaggio di una sola generatrice rispetto a quello delle altre, si agisce sulla resistenza inserita nel circuito di eccitazione di ciascun alternatore.

*

Condotture elettriche. — Le condotture elettriche comprendono quattro reti distinte e cioè: la rete primaria ad alta tensione, la rete secondaria a bassa tensione per la trazione, la rete secondaria per l'illuminazione e infine una rete telefonica privata.

La linea primaria ad alta tensione è montata su isolatori speciali fissati alla parte superiore dei pali e disposti in modo da formare un triangolo equilatero allo scopo di diminuire la self-induzione. Questi isolatori sono del tipo a tripla campana, la loro altezza totale è di millimetri 190 e il diametro della campana esterna è di mm. 113; essi sono forniti in parte dalla Società Merckelsbrün di Carlsbad e in parte dalla Fabbrica di Hermsdorf. Prima di essere messi in opera, tutti questi isolatori furono provati a 20 000 volt. Per evitare che in caso di rottura di un filo primario la linea secondaria venisse in contatto con quella ad alta tensione, si è disposta immediatamente al disotto di questa una rete di sicurezza formata da 3 fili di ferro galvanizzato di mm. 4 di diametro tesi parallelamente ai fili primari, e collegati ad intervalli di 3 m. mediante fili trasversali di mm. 2,5 di diametro. Nei passaggi attraverso strade la linea primaria è completamente avviluppata da una rete metallica le cui maglie hanno circa cm. 15 di lato.

La rete telefonica è sistemata immediatamente al disotto della rete di sicurezza e quindi fra la linea primaria e la secondaria; essa è costituita da due fili incrociati di quattro in quattro pali.

Al disotto della rete telefonica è disposta la linea secondaria che serve per la trazione. I tre fili di contatto, del diametro di mm. 5, sono sistemati in un medesimo piano obliquo rispetto al palo e tutti tre dalla medesima parte di questo. Per permettere il facile passaggio degli organi per la presa di corrente i fili di contatto sono saldati nella scanalatura di supporti speciali in forma di gronda, sostenuti essi stessi da isolatori di porcellana. Il filo più basso è sempre ad un'altezza minima di m. 5,50 al disopra del suolo, salvo negli incroci con strade nei quali tale altezza è portata a m. 7.

I pali di abete di Russia creosotati hanno un'altezza variabile da 8 a 14 metri; essi portano alla sommità un parafulmine collegato metallicamente colla terra e colla rete di sicurezza. La distanza media fra due pali successivi è di 35 - 40 metri.

La rete di illuminazione, che collega i posti di trasformazione alle varie località da illuminare segue in generale un tracciato diverso da quello delle linee per la trazione; tale rete è quindi in generale poggiata su pali appositi.

*

Posti di trasformazione. — I posti di trasformazione sono stabiliti a circa km. 4,7 l'uno dall'altro e sono costituiti da un casotto diviso, mediante un tramezzo, in due parti, ciascuna delle quali ha un ingresso separato. Da una parte del tramezzo vi è un trasformatore trifase completamente chiuso in una cassa piena d'olio metalicamente collegata colla terra. La linea ad alta tensione entra nel casotto dal tetto e si

divide in due diramazioni, delle quali la prima fa capo al trasformatore dopo aver attraversato delle valvole fusibili, mentre la seconda, dopo aver attraversato essa pure delle valvole fusibili, esce dal casotto per andare ad alimentare le altre stazioni di trasformazione che sono più lontane dall'officina generatrice.

Gli avvolgimenti secondari dei trasformatori comunicano per mezzo di due gruppi distinti di valvole fusibili da una parte colla linea di trazione a monte e dall'altra colla linea di trazione a valle, il che permette di isolare a volontà una sezione qualunque del canale. Delle finestre praticate nelle pareti esterne dei casotti permettono di manovrare queste valvole fusibili dall'esterno senza bisogno di entrare nei casotti stessi.

Come si vede si sono prese tutte le precauzioni intese ad aumentare nei limiti del possibile la sicurezza della sistemazione e quella del personale e a permettere l'esecuzione delle riparazioni occorrenti senza interrompere il servizio generale.

La seconda parte del casotto contiene un telefono e tutti gli utensili per riparazioni, quanti di gomma, valvole fusibili di ricambio, ecc.; inoltre il tramezzo che separa il casotto in due parti presenta un'apertura praticata in corrispondenza alle valvole fusibili ad alta tensione, la cui manovra può quindi essere fatta durante il funzionamento senza bisogno di entrare nel locale del trasformatore.

Ogni casotto di trasformazione è protetto da parafulmini a corni.

I trasformatori sono del tipo trifase a 3 colonne riunite a ciascuna estremità da una sola culatta: la loro potenza è di 19 kilowatt ed hanno per effetto di ridurre la tensione da 6000 a 600 volt, tensione adottata per alimentare i motori di trazione.

*

Locomotive. — La trazione dei battelli viene effettuata mediante piccole locomotive stradali elettriche circolanti in riva al canale sulla stessa strada che era prima riservata ai cavalli di alaggio, e che ha una zona lastricata di m. 0,80 di larghezza e una semplice macadamizzata di m. 1,25 di larghezza.

La locomotiva ha la sua piattaforma portata da quattro ruote di cui le posteriori sono motrici e le anteriori direttrici. Le ruote sono di acciaio fuso; quelle motrici hanno un diametro di m. 0,70 e una larghezza di m. 0,25; quelle direttrici hanno un diametro di m. 0,60 e una larghezza di m. 0,10, la distanza fra gli assi è di m. 1,80. La direzione si effettua per mezzo di un volantino che aziona una vite perpetua; inoltre un potente freno manovrato dalla parte anteriore della piattaforma agisce sulle ruote posteriori della locomotiva.

Il castello che porta il motore e le trasmissioni si trova nella parte posteriore della piattaforma alla quale è sospeso per mezzo di molle a spirale. L'elettromotore, la cui velocità in pieno carico è di 580 giri al minuto, aziona mediante un rocchetto di cuoio una prima trasmissione intermedia che fa 116 giri. Questa trasmissione può a sua volta essere messa in comunicazione, per mezzo di un doppio accoppiatoio a denti, sia coll'asse motore mediante una catena di Galle, sia con un verricello conico collocato posteriormente nel castello, per mezzo d'ingranaggi.

Sulla parte libera della piattaforma, ossia fra gli organi di direzione e il motore, è posto il sedile del conduttore, il quale ha a sinistra il reostato di messa in moto del motore e a destra il commutatore invertitore che permette di invertire il senso di rotazione del motore. Infine un secondo sedile, disposto anteriormente alla locomotiva e rivolto verso la parte posteriore di essa, permette di guidare la locomotiva stessa tanto in un senso che nell'altro.

Nella marcia normale l'accoppiatoio a denti è sempre disposto in modo che l'elettromotore aziona l'asse motore per mezzo della catena di Galle. Ma quando il battello si trova, per esempio, in una chiusa e si tratta di metterlo in moto, lo sforzo necessario è considerevole e molto superiore a quello naturalmente sviluppato dal motore. Perciò occorrendo munire la locomotiva di un dispositivo che permetta di effettuare la messa in moto in modo progressivo e sviluppando uno sforzo considerevole, la trasmissione intermedia invece di azionare l'asse motore può, per mezzo dell'accoppiatoio a denti e d'un treno d'ingranaggi riduttori, azionare un verricello conico sul quale viene ad avvolgersi la fune di trazione. Quando si vuole far uso di questo verricello per una messa in moto difficile, si comincia coll'immobilizzare la locomotiva per mezzo del freno o coi cunei posti sotto le ruote, e poi si mette in moto il motore. La fune alla quale è attaccato il battello comincia ad avvolgersi sul verricello da principio molto lentamente ed esercitando uno sforzo di trazione uguale almeno a cinque volte lo sforzo normale. A misura che la velocità del battello aumenta, il raggio del tamburo sul quale si avvolge la fune cresce e quindi la velocità aumenta costantemente fino a raggiungere all'incirca la velocità normale. Si toglie allora il freno, si fissa la fune al suo attacco normale, si dispone l'accoppiatoio a denti in modo da azionare l'asse motore, e la locomotiva si mette in moto rimorchiano il battello già avviato. Come già si è detto, il verricello carico è sistemato posteriormente alla locomotiva; ma affinché esso possa servire qualunque sia il senso della marcia, vi è una serie di puleggie di rinvio, le quali permettono alla fune, anche quando arriva per la parte anteriore, di avvolgersi sul tamburo.

I motori sistemati sulle locomotive sono costruiti per essere alimentati da corrente trifase alla tensione di 600 volt e colla frequenza di

40 periodi al secondo; essi sono a 8 poli e fanno quindi 600 giri al minuto a vuoto. La loro potenza normale è di 5 cavalli, ma alla messa in moto possono sviluppare un movimento corrispondente alla potenza di 10 cavalli.

La parte che riceve direttamente la corrente dalla linea è il rotore che ha il nucleo laminato con delle profonde scanalature per contenere gli avvolgimenti. Questi sono costituiti da una serie di bobine avvolte preventivamente su sagome e poi sistemate nelle scanalature del rotore; tale disposizione permette, in caso di avaria agli avvolgimenti, di localizzare rapidamente il guasto e di ripararlo in brevissimo tempo, poichè basta sostituire alla bobina avariata una bobina di ricambio. Il rotore è connesso a stella e le estremità degli avvolgimenti fanno capo a 3 anelli muniti di spazzole di carbone per la presa di corrente.

La parte fissa del motore, o, come dicono, lo statore, porta gli avvolgimenti secondari, montati essi pure a stella e terminanti con tre conduttori che fanno capo alle resistenze di messa in moto, le quali, sistemate alla sinistra del manovratore, sono racchiuse da una lamiera forata che permette la libera circolazione dell'aria per impedire eccessivi riscaldamenti. Alla messa in moto si inseriscono tutte le resistenze nei circuiti dello statore e allora il motore sviluppa uno sforzo superiore a quello corrispondente ad una potenza di 10 cavalli; poi a misura che la velocità aumenta, si gira il manubrio per diminuire le resistenze inserite e aumentare la velocità. Quando la velocità normale è quasi raggiunta, le resistenze vengono escluse dal circuito e lo statore è messo in corto circuito. Queste resistenze sono calcolate molto largamente dal punto di vista del riscaldamento, per permettere anche il funzionamento dei motori a velocità ridotta, frequentemente necessario in vicinanza delle opere d'arte, chiuse o ponti, o quando si incontrano due battelli.

La velocità normale di trazione è di km. 4,8 all'ora, e può essere ridotta a 2 km. coll'introduzione delle resistenze nello statore.

L'invertitore di corrente posto a dritta del manovratore permette di cambiare a volontà il senso della marcia, operazione che deve effettuarsi abbastanza di frequente. Infatti la larghezza della strada di alaggio è in generale inferiore a m. 2,50, e poichè le locomotive hanno una distanza fra gli assi di m. 1,80 e una larghezza di m. 1,25, è impossibile di farle girare nell'intervallo compreso fra due chiuse e quindi per trovare lo spazio necessario per far girare una locomotiva occorrerebbe andare fino alla chiusa più vicina. Poichè i manovratori sono interessati al numero di battelli-chilometro effettuati al giorno, essi trovano più conveniente condurre le locomotive all'indietro, utilizzando il secondo sedile, anzichè girare la macchina sulla piattaforma delle chiuse.

Si presenta anche il caso che in alcuni punti del canale la piccola larghezza della strada non permette lo scambio di due locomotive; perciò quando due locomotive si incontrano rimorchiano due battelli in senso inverso, non si fa che scambiare le funi di rimorchio fra le due locomotive, le quali ripartono ciascuna in direzione opposta a quella di arrivo. Tale manovra si fa colla massima rapidità senza neanche allentare sensibilmente la velocità dei battelli.

Due tipi di locomotive sono attualmente in servizio: l'uno coll'incastellatura di acciaio fuso pesa kg. 2000; l'altro, costruito esclusivamente con lamiere di acciaio, pesa kg. 1820. A causa dello stato molto primitivo delle strade percorse, il tipo più pesante ha dato migliori risultati dal punto di vista della resistenza meccanica, ma d'altra parte il suo consumo di energia è maggiore di quello del tipo più leggero.

*

La presa di corrente dalla linea di alimentazione e il sistema per condurla fino alla locomotiva è, in una sistemazione di questo genere, una questione di speciale importanza, ed essa fu studiata colla massima cura. La distribuzione essendo fatta con corrente trifase, occorre stabilire una triplice presa di corrente; d'altra parte, potendo la distanza fra i tre fili di linea variare a seconda della loro tensione, non si potevano riunire fra loro le tre prese in modo rigido. Per tale ragione le prese si effettuarono mediante tre piccoli carrelli formati da due rotelle in bronzo d'alluminio, montate su sfere, i cui assi sono collegati da due piastre laterali di alluminio puro.

Le rotelle hanno sulla periferia una gola profonda colla quale abbracciano il filo di linea, e un contrappeso in piombo abbassa il centro di gravità del sistema al di sotto del punto di sospensione in modo da assicurare una sufficiente stabilità. Il peso totale di ciascuno di questi carrelli è di circa gr. 800. I tre carrelli sono collegati alla locomotiva per mezzo di 3 conduttori flessibili rivestiti di gomma e formati ciascuno da 64 fili di mm. 0,1. Questi conduttori fanno capo, sulla locomotiva, al commutatore invertitore che funziona anche da interruttore.

*

Rimorchiatori elettrici ad elice. — In quei tratti del canale in cui la strada di alaggio è in troppo cattive condizioni, oppure dove essa è ingombra per operazioni di carico o scarico, la trazione si effettua per mezzo di rimorchiatori elettrici, che sono eleganti imbarcazioni di m. 12 di lunghezza, m. 1,80 di larghezza e m. 0,60 di profondità con forme molto affilate.

In esse il motore è trifase da 12 cavalli con 800 giri al minuto, ed aziona l'elica, che ha la velocità di 350 giri, mediante una coppia di ingranaggi costituita da un rocchetto di cuoio e una ruota dentata di acciaio. Il motore è alimentato in modo analogo a quello delle locomotive.

Le distribuzioni di luce e di forza motrice, che la Società effettua in tutte le località prossime al canale, sono fatte ad una tensione di 220 volt per l'incandescenza, 30 volt per gli archi, 220 volt per i motori fino a 5 cavalli, e 600 volt per i motori da 10 cavalli o più.

(Giornale dei Lavori Pubblici).

Per l'uso delle pozzolane nei lavori marittimi. — Dopo lunga serie d'anni, nei quali tutti i meriti dello storico materiale parvero svanire di fronte all'uso delle calci idrauliche e dei cementi Portland, un mutamento decisivo va manifestandosi nelle opinioni dei tecnici, e le pozzolane torneranno in onore nelle costruzioni marittime di quei paesi che ne avevano del tutto abbandonato l'uso.

Il cemento Portland, a causa della elevata resistenza delle sue malte, ha oscurato in breve volgere di anni tutti gli altri cementi idraulici ed ha prodotto una vera rivoluzione in certi rami della tecnica delle costruzioni. Basta ricordare i cementi armati, gli archi monolitici in calcestruzzo, gli sbarraggi per iniezione, ecc., ecc.

Non sono adunque troppo da biasimare quegli ingegneri che credettero che un tale materiale potesse primeggiare anche nelle costruzioni marittime, ma essi sarebbero stati certo più prudenti se avessero ricordato quello che il Vicat diceva sin da quando i Portland cominciarono a venire in fama: cioè che nelle costruzioni marittime quel che più importa non è che il cemento abbia una elevata resistenza meccanica, ma bensì che lo stesso abbia una elevata resistenza chimica ai sali delle acque marine. Questa resistenza chimica il Portland non la possiede in alcun modo, cosicchè anche i suoi ammiratori riconoscono, che, se le costruzioni marittime fatte con questo cemento resistono, ciò è solo in grazia della grande coerenza ed impermeabilità delle malte e del fatto che a lungo andare i blocchi immersi si ricoprono di uno strato protettore (conchiglie, alghe e detriti diversi) che li sottrae all'ulteriore degradazione.

Questo stato di cose impone ai costruttori in Portland l'uso di malte più che grasse (600 kg. di cemento per m³ di sabbia) per i lavori marittimi e non dà mai la certezza della stabilità delle opere eseguite. Non mancano invero esempi clamorosi di degradazione profonda di colossali lavori marittimi in Portland e possediamo ormai una numerosa serie di ricerche sul modo di agire dell'acqua del mare su questo cemento.

Uno dei più valenti specialisti tedeschi, che tanto ha contribuito a promuovere l'industria del Portland, cioè il Michäelis, ha per il primo, or sono due anni, francamente ammesso che (essendo qualsivoglia il modo di agire dei sali delle acque marine) la troppa ricchezza in calce (64 0/0) è una causa permanente di instabilità per le costruzioni marittime fatte con questo cemento: una porzione considerevole di questa calce trovasi dopo l'idratazione allo stato libero.

Bisogna, ha detto il Michäelis, fissare questa calce, renderla stabile combinandola alla silice; e poichè non sarebbe pratico l'impiego della silice attiva artificiale, ricorrere ai materiali naturali ricchi in silice attiva, cioè alle pozzolane.

Il Michäelis preconizzò perciò l'uso di malte bastarde di cemento e pozzolana e dimostrò sperimentalmente che queste malte davano, nell'acqua di mare, delle resistenze superiori a quelle delle malte di cemento puro.

Le esperienze del Michäelis provocarono vive proteste da parte dell'Associazione tedesca dei fabbricanti di Portland, mentre dall'altro canto egli era efficacemente appoggiato dai produttori locali di pozzolana (trass). A regolare il dibattito intervenne il Governo per mezzo del Reale Istituto tecnico-sperimentale di Charlottenburg, al quale, col concorso pecuniario delle parti in lite, furono affidate le esperienze decisive.

È comparso in questi ultimi giorni il fascicolo nel quale l'ingegnere Gary, direttore della sezione dei materiali da costruzione nel sopradetto Istituto, rende conto di una estesa serie di ricerche durate un anno e fatte con corpi di prova di dimensione ordinaria allo scopo di servire come mezzo di orientamento alle ricerche definitive da farsi con corpi di prova di grandi dimensioni in calcestruzzo. Da queste ricerche risulta che i corpi di prova di malte bastarde di cemento e trass hanno dato, nell'acqua di mare, dopo un anno, delle resistenze allo schiacciamento superiori a quelle dei corpi di prova in malta di cemento puro; per quanto questi ultimi si mostrassero dapprincipio più coerenti dei primi.

Sono state così confermate le esperienze del Michäelis, le quali, del resto, avevano digià trovato una verifica nelle esperienze fatte a Boulogne-sur-Mer da R. Feret e annunziate da questo al recentissimo Congresso dei Metodi di Saggio dei materiali da costruzione, in Parigi.

(Bollettino del Collegio degli Ingegneri di Napoli).

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

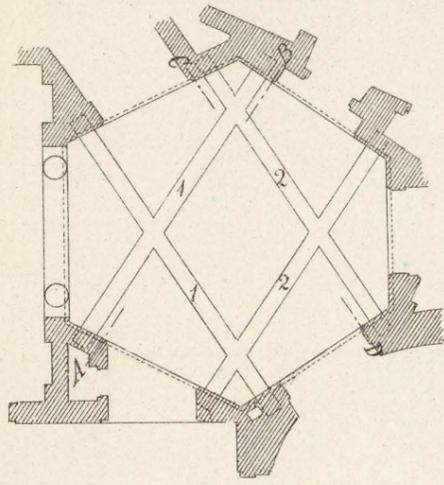


Fig. 1b — Particolari della trave 1 secondo la sezione A B — 1 a 20.

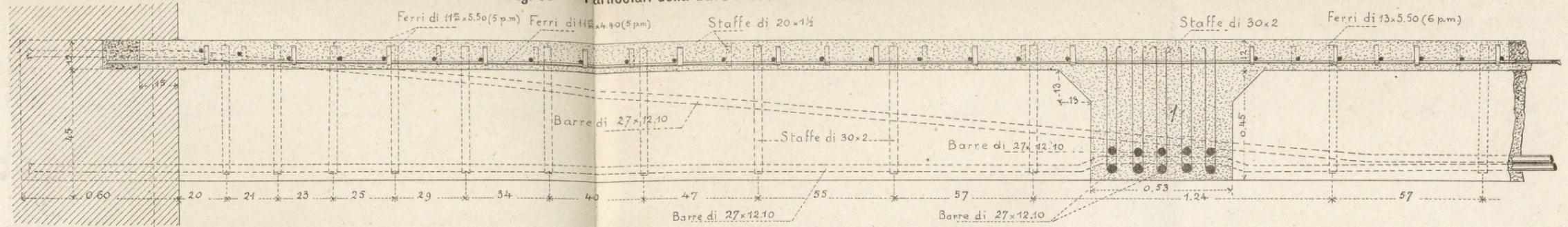


Fig. 1c — Particolari della trave 2 secondo la sezione C D — 1 a 20.

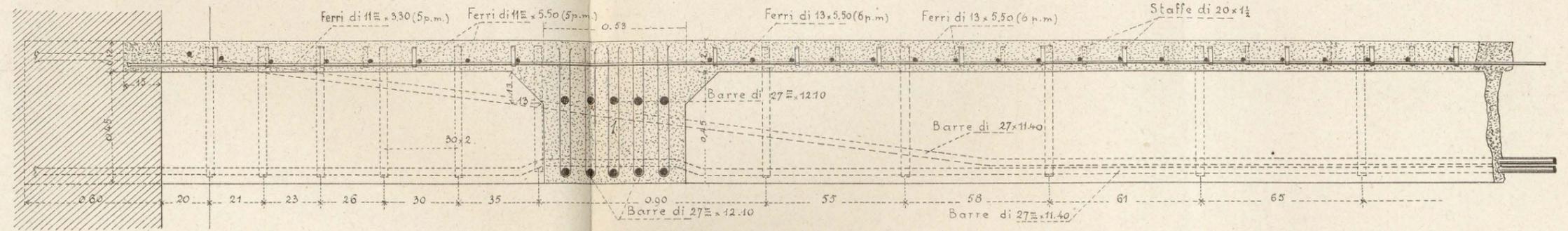


Fig. 2b — Particolari del solaio a volte delle gallerie laterali interne: sezione trasversale secondo M N — 1 a 20.

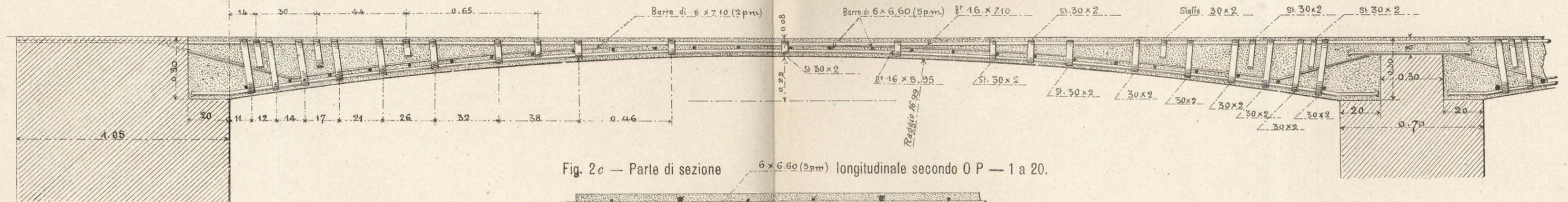


Fig. 2c — Parte di sezione 6 x 6.60 (5 p.m.) longitudinale secondo O P — 1 a 20.

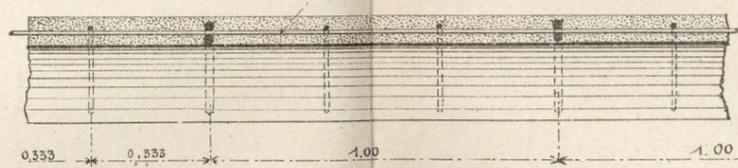


Fig. 2a — Pianta delle gallerie laterali interne — 1 a 250.

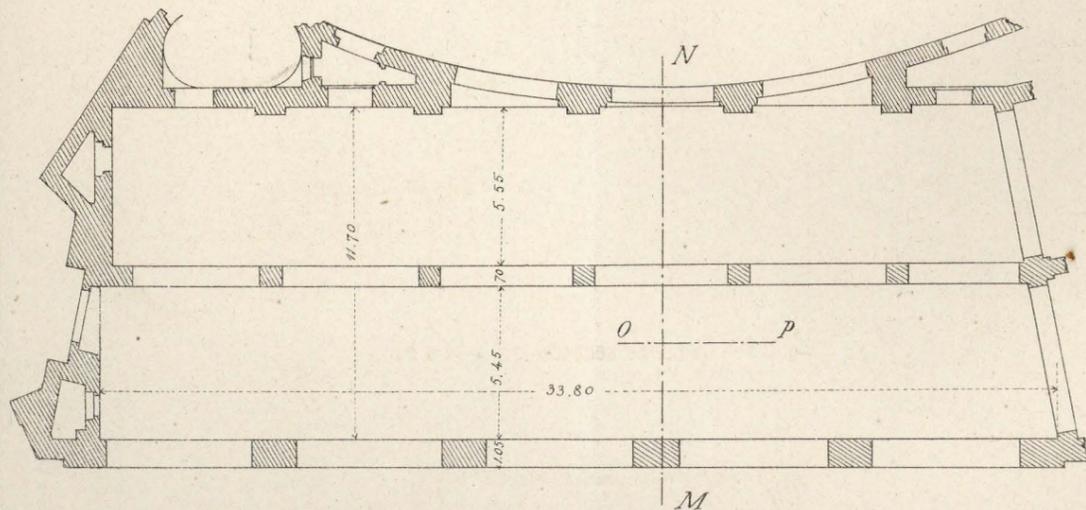


Fig. 3a — Pianta di sotto in su della scala nel centro delle rotonde — 1 a 200.

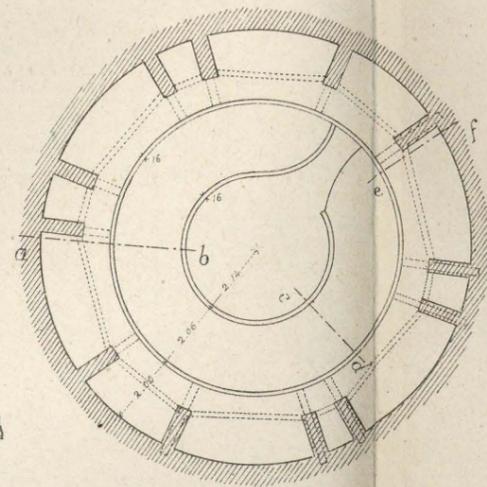


Fig. 3b — Prospettiva della rampa elicoidale.

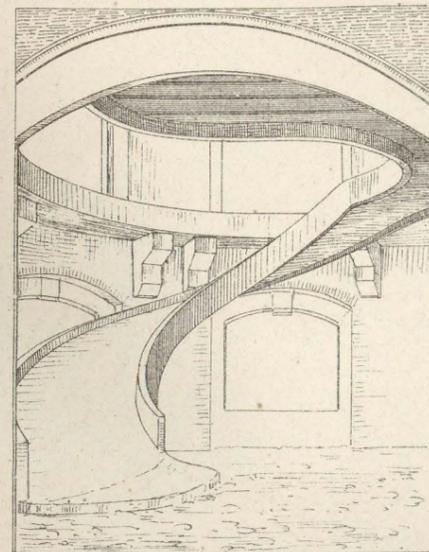


Fig. 3c — Sezione secondo a b — 1 a 50.

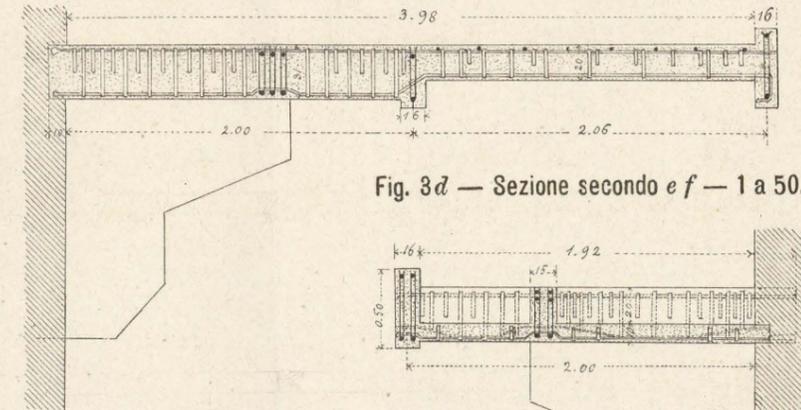


Fig. 3d — Sezione secondo e f — 1 a 50.

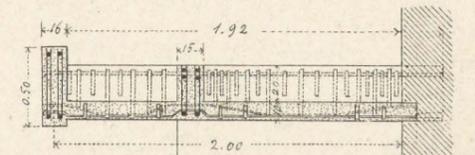


Fig. 3e — Sezione secondo c d — 1 a 50.

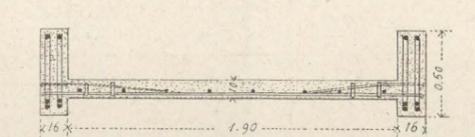


Fig. 1a — Schizzo planimetrico del lato del Grande Palazzo prospiciente sulla via d'Antin.

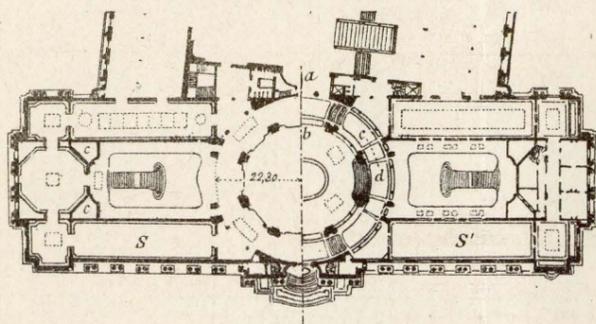


Fig. 2a — Pianta di uno dei saloni S sulla via d'Antin col ballatoio verso la scala.

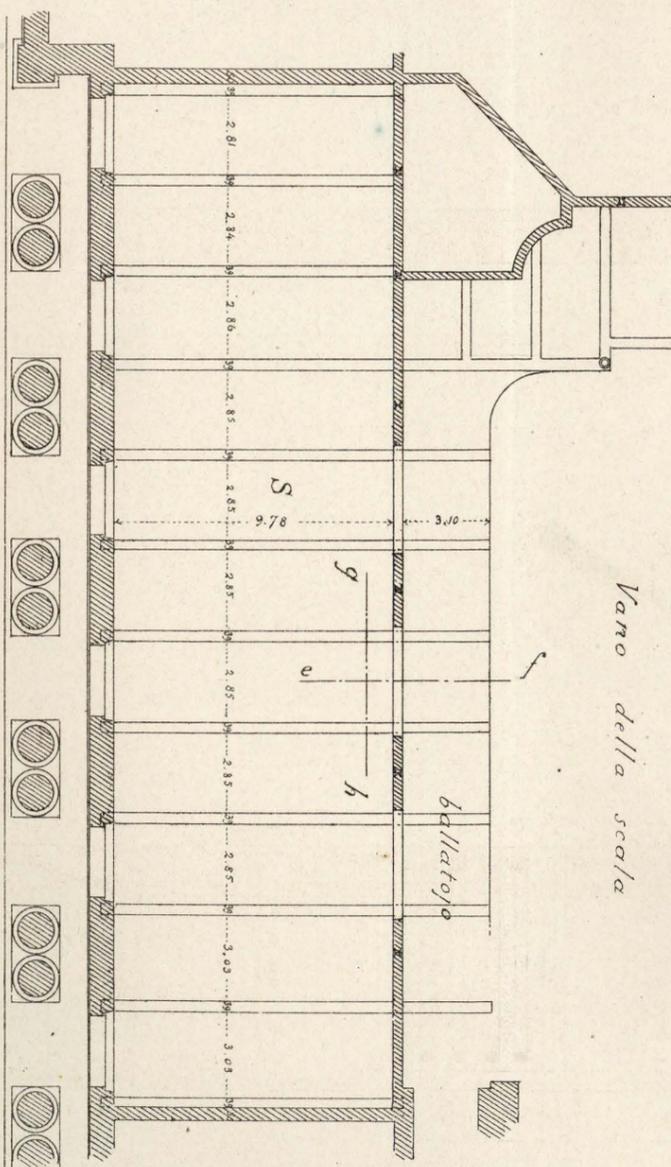


Fig. 1b — Solaio del salone ellittico: sezione secondo a b.

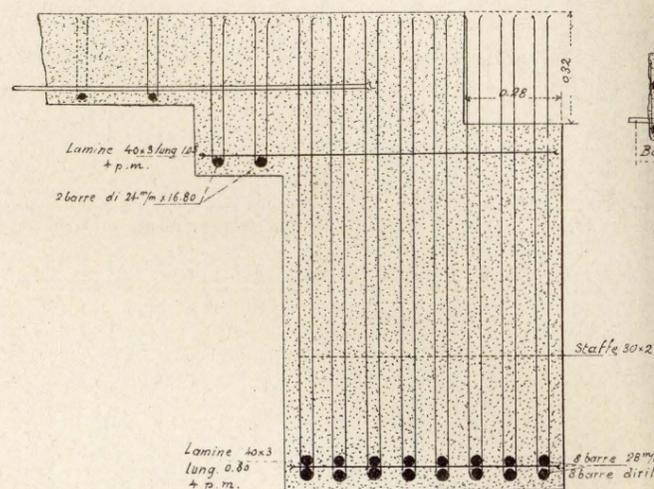


Fig. 1c — Solaio del salone ellittico: sezione secondo c d.

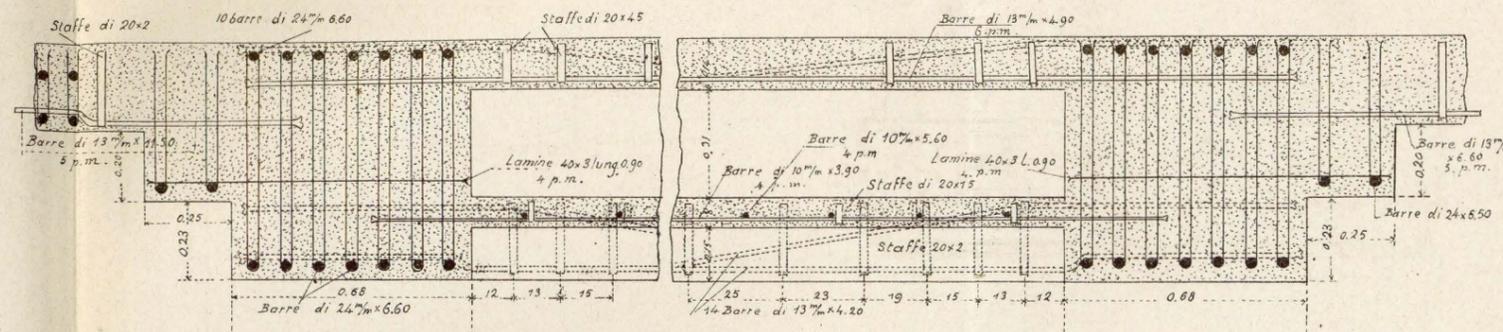


Fig. 2b — Solaio della galleria S e ballatoio: sezione trasversale secondo e f.

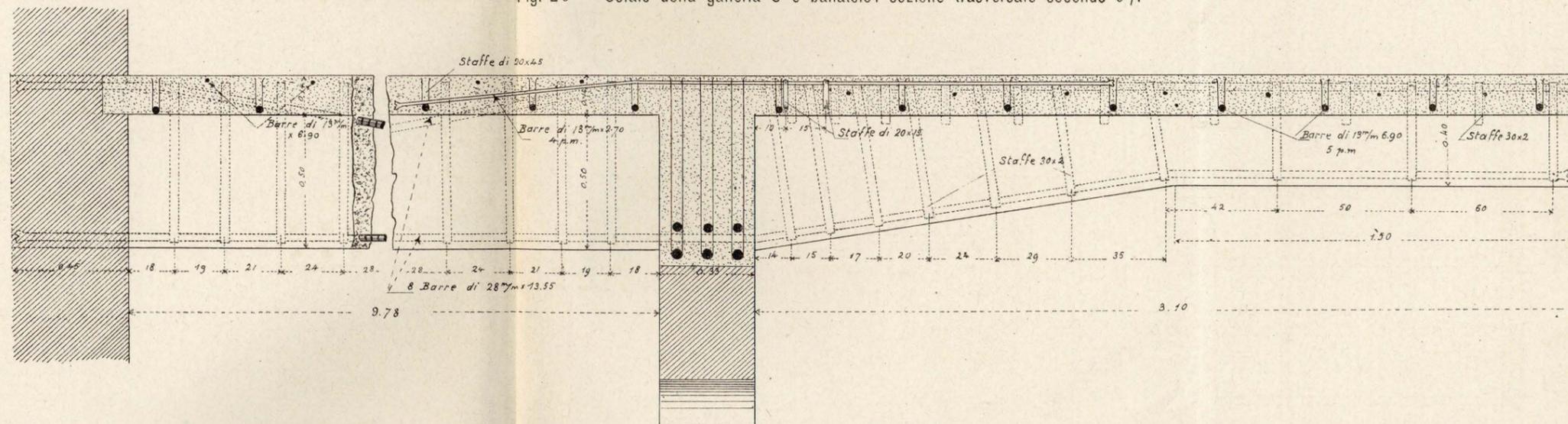
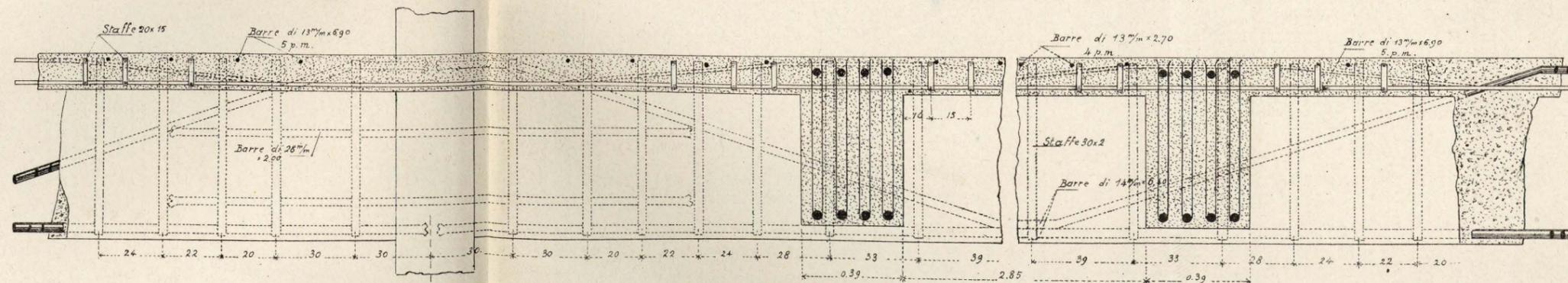


Fig. 2c — Solaio della galleria S: sezione longitudinale secondo g h.



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

COPERTURA DELLA TRINCEA DEI MOULINEAUX A PARIGI (1899): Fig. 1b — Sezione trasversale secondo C D — 1 a 20.

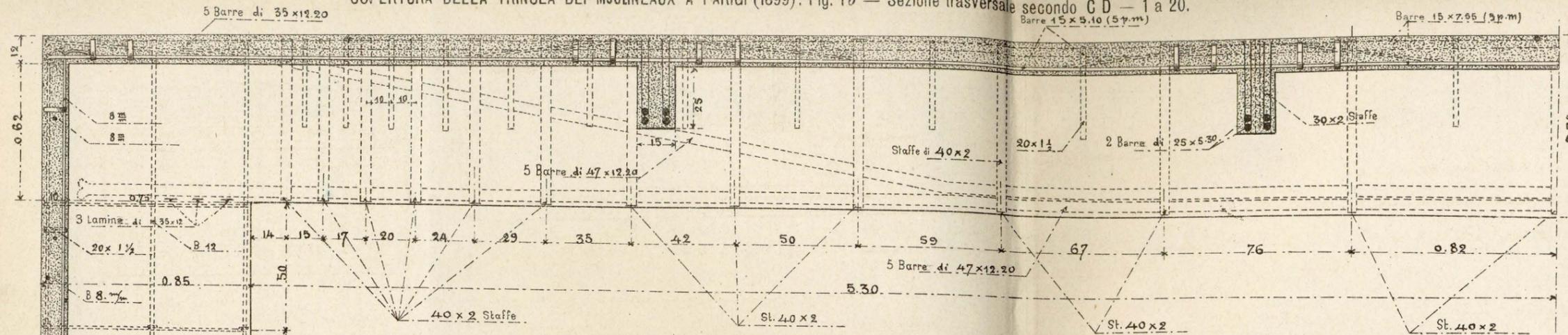


Fig. 1a — Pianta vista di sotto in su — 1 a 200.

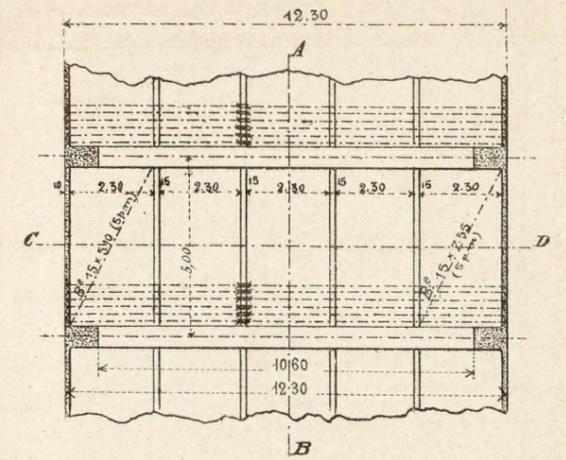


Fig. 1c — Sezione longitudinale secondo A B — 1 a 20.

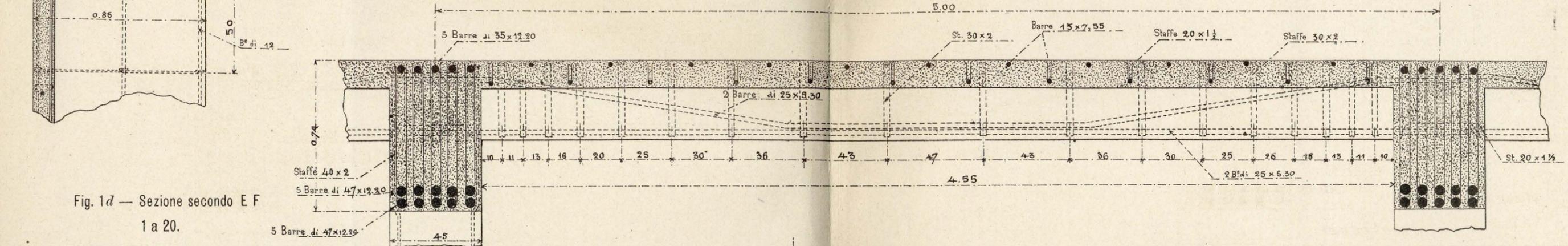
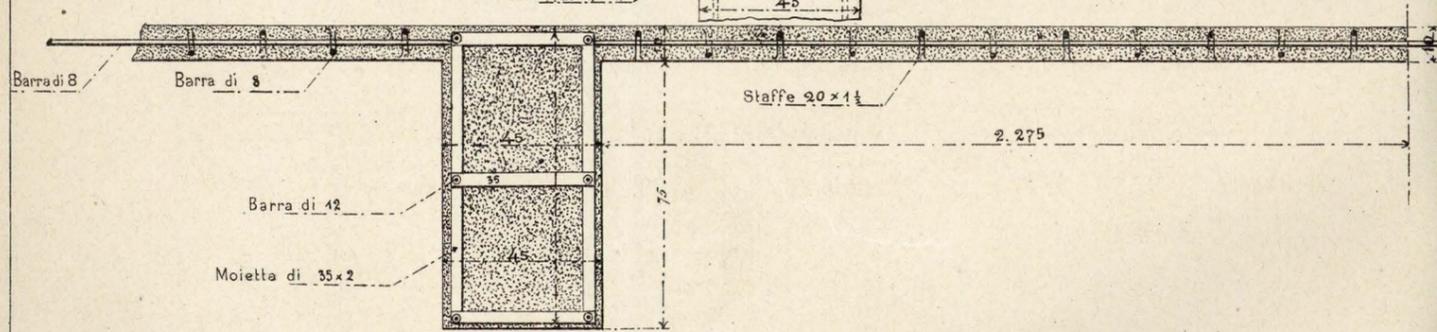
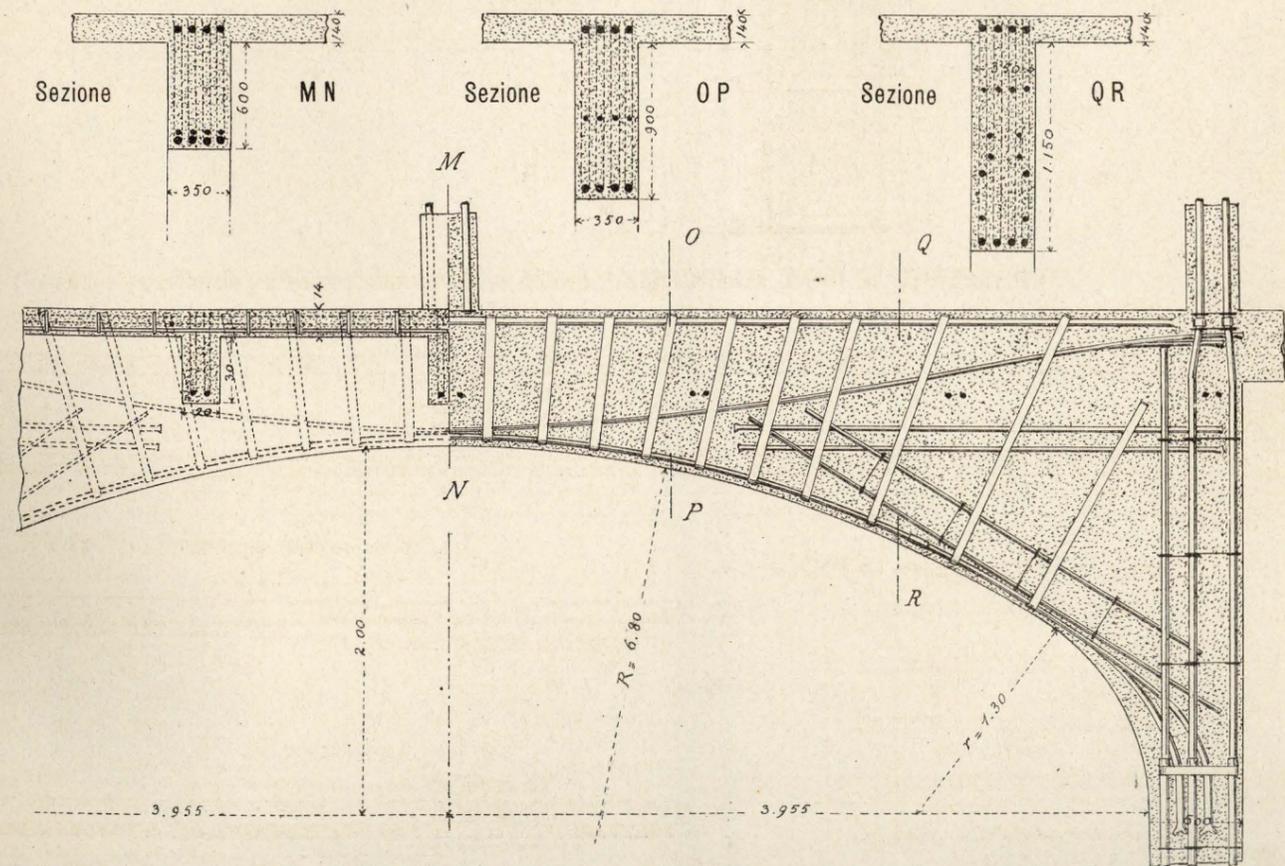


Fig. 1d — Sezione secondo E F — 1 a 20.



MULINO A NANTES (1895): Fig. 3a, 3b, 3c, 3d — Arcata della sala delle macchine — 1 a 40.



NUOVO OSPEDALE INFANTILE A PARIGI (1898): Fig. 2b — Sezione trasversale di solaio secondo a b — 1 a 20.

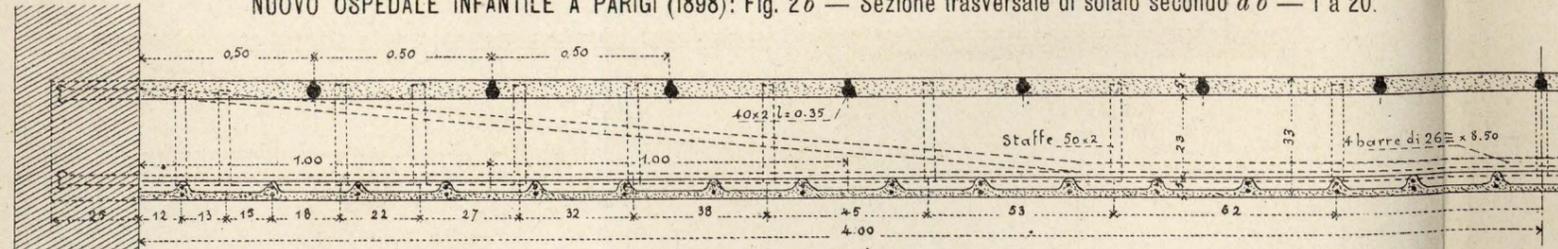


Fig. 2a — Pianta d'assieme — 1 a 200.

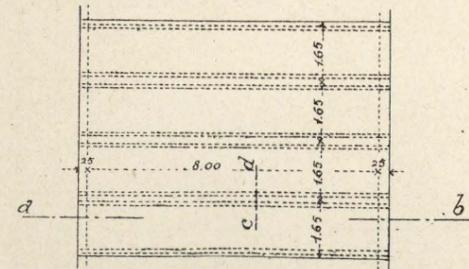


Fig. 2c — Sezione secondo c d — 1 a 10.

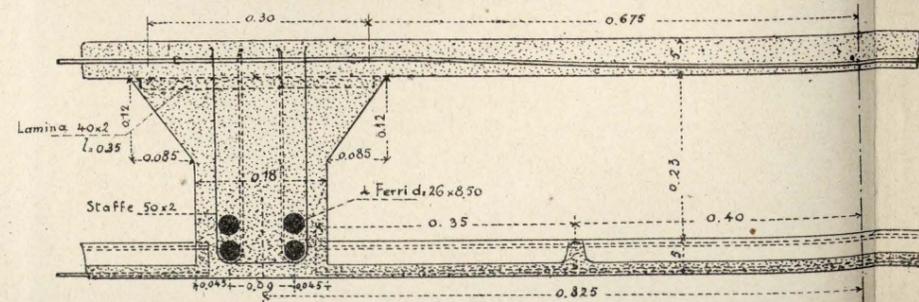


Fig. 5. — Sezione longitudinale.

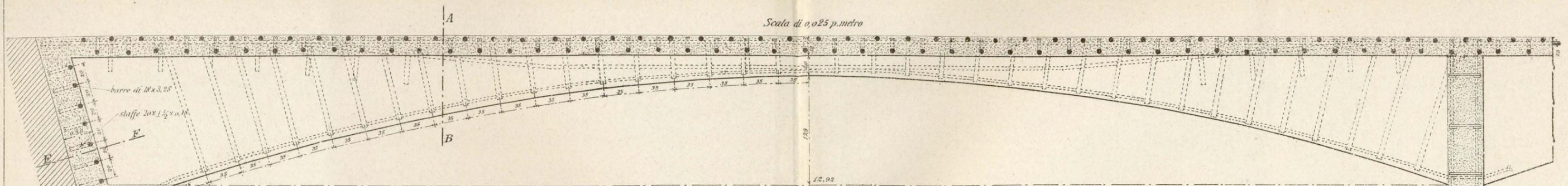


Fig. 6. — Sezione C D.

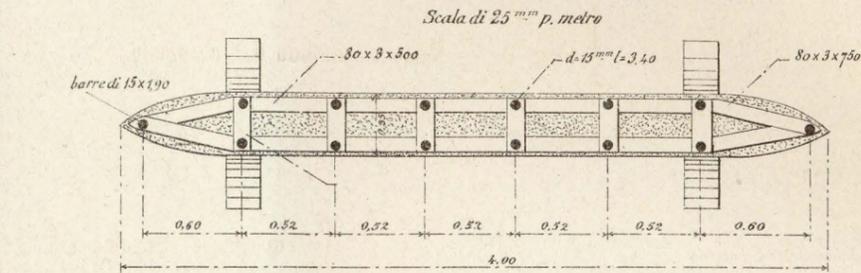


Fig. 7. — Sezione della soletta.

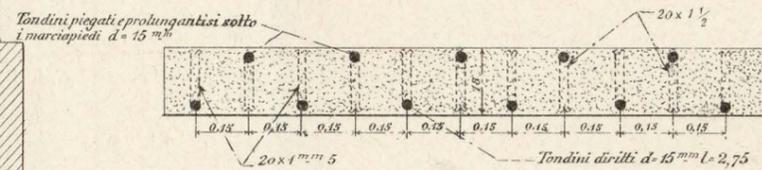


Fig. 8. — Sezione A B.

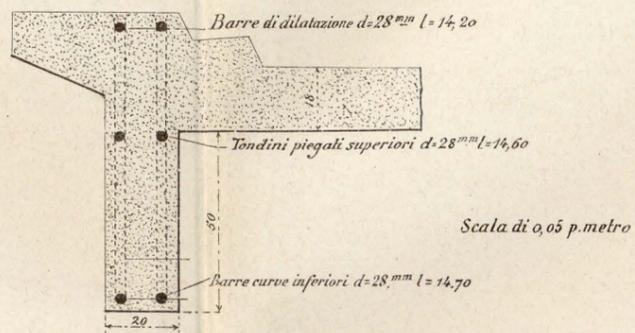


Fig. 9. — Modo di attacco del parapetto.

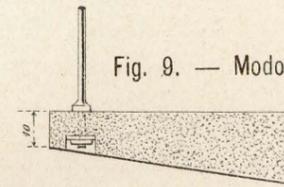


Fig. 10. — Sezione E F.

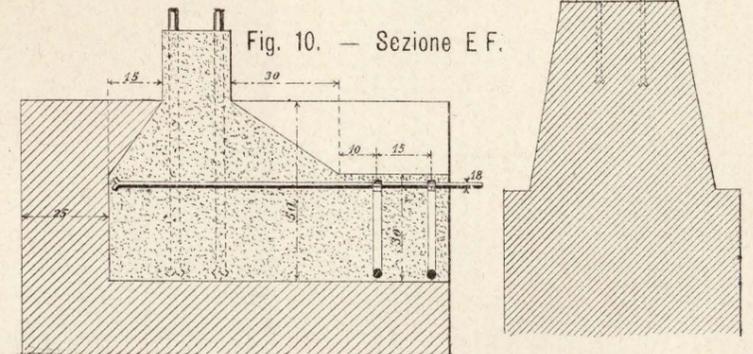


Fig. 11. — Tondini piegati della carreggiata (Sviluppo m. 3,92).

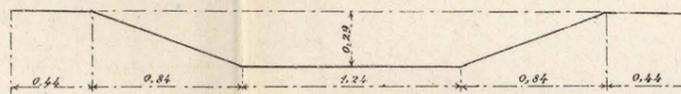


Fig. 1. — Metà elevazione.

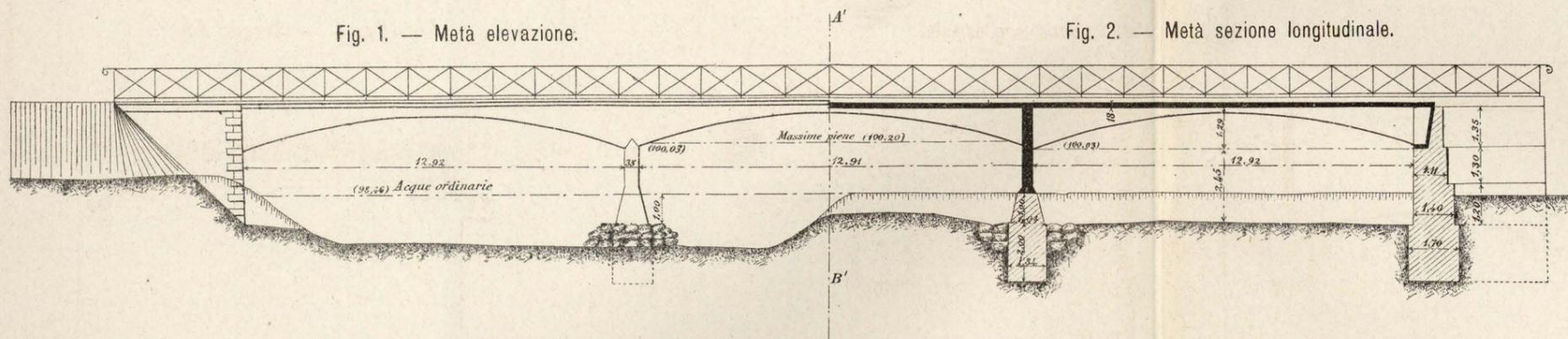


Fig. 2. — Metà sezione longitudinale.

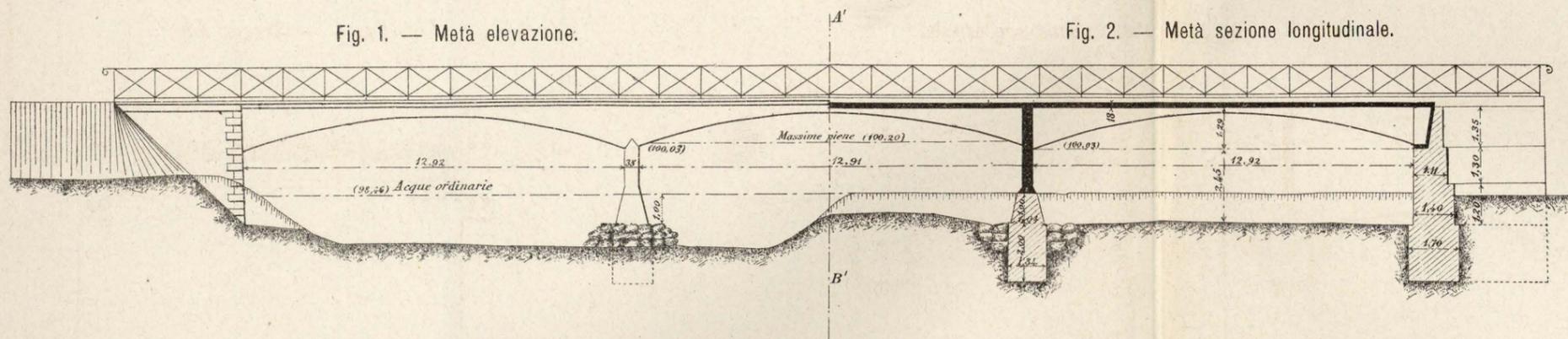


Fig. 3. — Pianta generale.

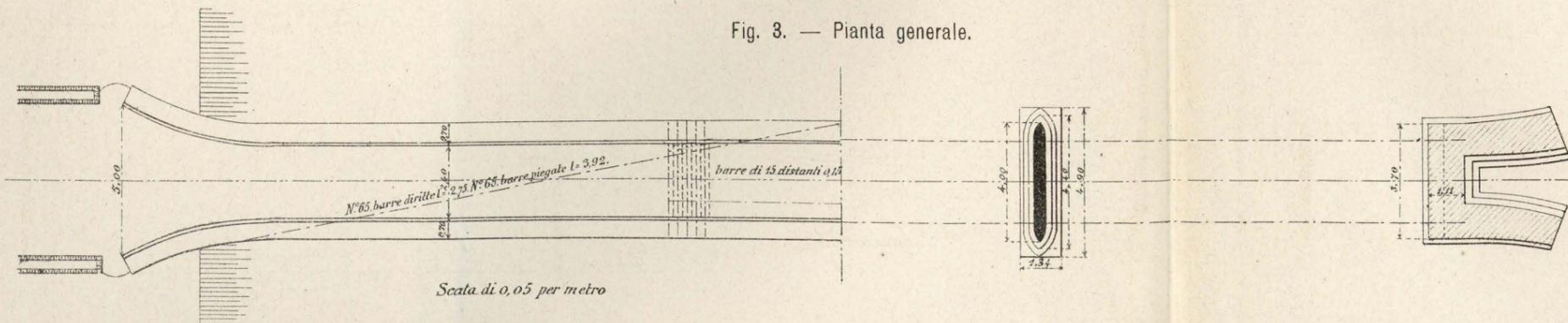
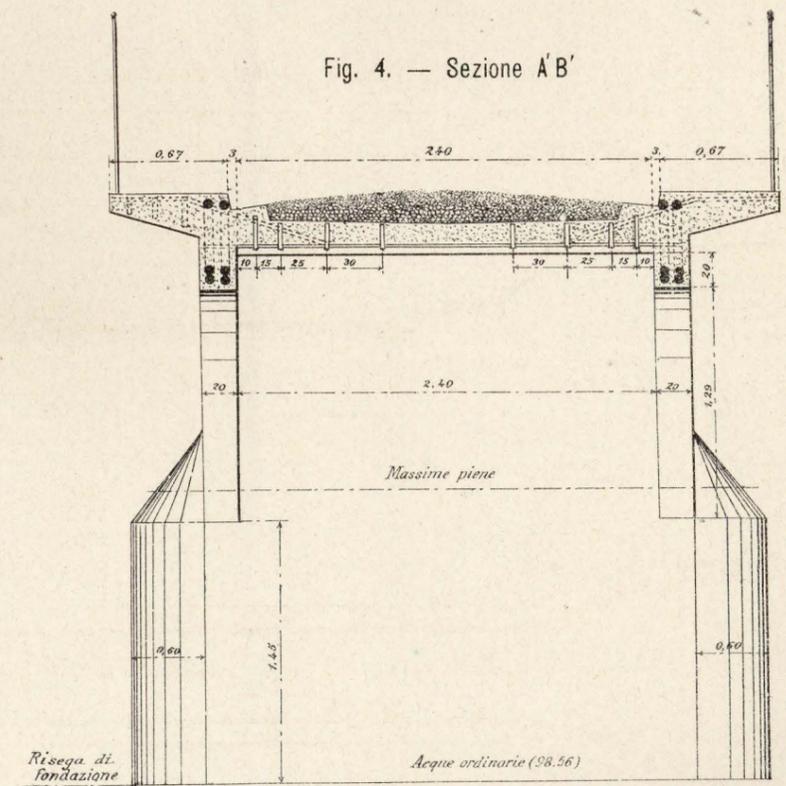


Fig. 4. — Sezione A' B'



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

