

L'INGEGNERIA CIVILE

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.

COSTRUZIONI CIVILI

QUESTIONI SVIZZERE

SULLE COSTRUZIONI IN CEMENTO ARMATO

Nell'evoluzione attuale dei criteri costruttivi e delle norme di sicurezza, riguardanti le costruzioni in cemento armato, occuperanno certamente un posto importante le ricerche fatte, le conclusioni dedotte e le notizie raccolte nella Svizzera, in seguito alla caduta di una casa in costruzione nel sobborgo Aeschen in Basel, avvenuta il 28 agosto 1901.

Il fatto descritto e commentato nelle cronache dei giornali quotidiani sarà tuttora presente alla memoria di molti.

La Società di costruzioni di Basel, diretta dall'ing. R. Linder, suo antico proprietario, aveva principiata l'8 maggio dello stesso anno e condotta quasi a termine per la parte muraria una casa per albergo su di un'area di m. 18 × 46,5, costituita essenzialmente di un corpo di fabbrica a cinque piani, fronteggiante il lato minore. Il muro di facciata ed i muri trasversali periferici, costruiti in mattoni, formavano una gabbia, entro la quale si svolgeva la struttura Hennebique, consistente in 7 solai sovrapposti (fig. 162) ed in due file di pilastri, una delle quali costituiva il muro di colmo e l'altra portava la facciata verso cortile (fig. 159) (*).

Nei piani superiori al primo leggieri tramezzi (fig. 161) dovevano frazionare l'area coperta nelle camere d'albergo, ma non erano ancora stati messi in opera; anzi l'armatura in legname per la costruzione dei solai era quasi tutta in posto, e solo parzialmente era stata rimossa nei sotterranei e nel primo piano e per intero nel piano terreno, quando alle ore 18 del giorno ricordato l'edificio precipitava in pochi secondi, lasciando ritti soltanto alcuni tratti del muro di facciata e dei muri trasversali di struttura ordinaria.

Le gravi conseguenze del disastro e la difficoltà di accertarne la causa e le responsabilità, attesa l'assoluta distruzione dell'ossatura in cemento armato, decisero il « Baudepartement » di Basel ad incaricare di tali ricerche tre periti di eccezionale competenza: A. Geiser, ingegnere capo del Municipio di Zurigo, W. Ritter, il celebre professore del Politecnico federale, e F. Schüle, direttore del Laboratorio per la prova dei materiali da costruzione.

Essi presentarono il novembre dello stesso anno il rendiconto delle loro indagini e delle loro conclusioni (**).

Frattanto, nell'intento di preparare gli elementi per decidere sull'importanza e sull'opportunità delle norme di sicurezza che si volevano stabilire per le costruzioni in cemento armato, l'Ufficio tecnico di Basel nel mese di settembre rivolgeva preghiera alle città, che possedevano regolamenti di po-

lizia in proposito, di comunicarli. Aderirono Dresda, Düsseldorf, Francoforte, Amburgo e Karlsruhe, e le loro risposte vennero raccolte in un fascicoletto (*), che l'Ufficio anzidetto sottoponeva al giudizio degli stessi tre periti, invitandoli a formulare un parere sulla possibilità e convenienza di disciplinare con regolamenti di pubblica sicurezza i sistemi di costruzione in cemento armato Könen, Hennebique e Siegwart, che sono per l'appunto quelli più generalmente usati nella Svizzera.

La risposta dei periti (**) e le due pubblicazioni dianzi citate contengono fatti e giudizi molto istruttivi, dei quali mi è parso utile dare qui una breve notizia.

*

Causa prima e ragioni accessorie della caduta. — Nella perizia, dopo una minuta analisi del progetto, della sua accettazione da parte dell'autorità competente, del metodo e del progresso dei lavori, della natura dei materiali impiegati e dei risultati delle esperienze eseguite nel Laboratorio di prova dei materiali, si accenna a quella che i periti ritennero causa essenziale del disastro, dalla quale per chiarezza conviene prendere le mosse.

Esisteva nel piano terreno (fig. 159) fra l'atrio di entrata A e il vestibolo di accesso alla scala B un doppio passaggio, che l'architetto, per ragioni decorative, aveva progettato con un rivestimento in mattoni da paramento, simulante due archi su pilastri.

In fatto la parte portante era costituita da una trave continua in cemento armato appoggiata sul muro perimetrale in E e sui due pilastri in mattoni formanti i piedritti del passaggio C e D.

Le barre di ferro armanti la trave si ripiegavano quindi verso l'alto in corrispondenza del pilastro intermedio D, secondo la disposizione caratteristica del sistema Hennebique per i tratti di trave soggetti a momenti flettenti negativi. Ora per una fatale dimenticanza si era trascurata l'esecuzione definitiva di detto pilastro, e la trave era rimasta puntellata con un robusto cavalletto in legno fino al giorno del disastro. Soltanto allora, notato il fatto, probabilmente senza rendersi ragione della disposizione speciale della trave, che la rendeva inetta a resistere senza l'appoggio intermedio, si demolì l'impalcatura in legno per costruire la parte muraria dimenticata, limitandosi a reggere la trave nella mezzera con un debole puntello collocato obliquamente. Due circostanze concorrevano a rendere più grave l'errore commesso. Sulla mezzera stessa della trave in discussione insisteva una colonna D' (fig. 160) in cemento armato portante una zona non troppo larga, ma assai caricata del soffitto sovrastante al primo piano. Quindi la caduta della trave doveva trarre inevitabilmente con sé lo sfacelo di una parte del soffitto stesso. Inoltre, per errore incorso nei calcoli di stabilità della costruzione in cemento ar-

(*) Nelle quattro figure le sezioni distinte con tratteggio rappresentano la struttura ordinaria in mattoni, quelle tinteggiate in nero la struttura Hennebique.

(**) *Expertenbericht betreffend den Gebäude-Einsturz in der Aeschenvorstadt Basel.* — Zurigo, Tipografia Zürcher e Furrer, 1901.

(*) *Baupolizeiliche Vorschriften über Ausführung von Bauarbeiten in armiertem Beton.* — Febbraio, 1902.

(**) *Gutachten über Betoneisenkonstruktionen und Deckenkonstruktionen erstattet von Geiser, Ritter und Schüle.* — Basel, Tipografia Zbinden, 1902.

mato, eseguiti dall'Ufficio tecnico Hennebique di Parigi, il pilastro di estremità C' era stato calcolato per un carico di punta di 52,5 t., che i periti riconobbero invece di 92,3 t.; cosicchè, (turbato l'equilibrio della costruzione, per la caduta del pilastro adiacente) la conseguente eccentricità del carico e la scossa comunicata al materiale poterono effettivamente provocare la rovina di quest'altro pilastro, che di piano in piano prolungandosi per tutta l'altezza dell'edificio, ne costituiva una parte vitale essenzialissima.

Allo scopo però di spiegare la rovina totale ed istantanea dell'edificio, i periti credettero necessario aggiungere alle cause accidentali enumerate altre cause secondarie, per le quali la parte in cemento armato non possedeva nel suo complesso quel grado di solidità, che forse avrebbe limitato l'estensione e la gravità del disastro.

Fu infatti riconosciuto che la sabbia e la ghiaia, usate per la formazione dell'impasto, contenevano impurità terrose, e non erano state lavate. Inoltre i pilastri, invece d'essere costruiti con successivi strati di piccolo spessore accuratamente compressi nella forma, prolungata a mano a mano che il lavoro procedeva, furono gettati in un sol pezzo per tutta l'altezza di ciascun piano, e si credette di supplire all'imperfetta lavorazione, versando latte di cemento, coll'intento di riempire i vani rimasti nel getto. Il qual ripiego, mentre può ammettere dubbi sulla sua efficacia, è per contro sufficiente a dimostrare che l'omogeneità e la compattezza dell'impasto compresso dovevano lasciare molto a desiderare, se l'assorbimento della soluzione adoperata era tale da giustificare l'uso.

Del resto basti il dire che, fra le prove allo schiacciamento dei pezzi di conglomerato presi su luogo, un saggio staccato da un pilastro del piano terreno, e sperimentato 120 giorni dopo la data della fabbricazione, presentò un carico di rottura di appena 84 kg./cm². Eppure il cemento adoperato (Portland della fabbrica Lothring in Metz) fu riconosciuto buono, e si ebbero infatti, nei campioni ricavati dai solai, resistenze che raggiunsero i 200 kg./cm².

Un'altra osservazione fatta dai periti riguarda il calcolo delle solette, che, secondo un recente brevetto, furono armate con due sistemi di barre perpendicolari l'uno all'altro e parallele ai lati del contorno. L'Hennebique suppone che in tal caso si possa ritenere il momento flettente massimo pari a $1/32 pl^2$, ove con p si indica il carico uniformemente ripartito per unità di area e con l il lato minore della pianta rettangolare, che del resto deve differire poco da un quadrato, perchè il vantaggio della disposizione predetta sia sensibile. I periti, dopo aver chiesto invano con quali criteri era stato fissato questo numero, aggiunsero che a loro avviso il momento massimo così calcolato era minore di quello che a ragione si deve supporre.

In fatto però, se al valore del momento flettente massimo in una piastra quadrata di lato l semplicemente appoggiata lungo il contorno, si fa la stessa riduzione che l'Hennebique ammette nel calcolo delle travi, per tener conto del semiincastro, si ottiene un valore poco differente dal supposto.

Invero, sia valendosi dell'analisi affatto elementare del Bach (*), sia procedendo col metodo più rigoroso del Grashof (**), per risolvere il problema difficilissimo della piastra elastica appoggiata lungo il contorno quadrato e uniformemente caricata, si trova come espressione del momento massimo che sollecita una sezione avente l'unità di lunghezza $1/24 pl^2$; e, prendendo i $4/5$ di detto valore, come si fa nel calcolo delle travi, $1/30 pl^2$.

(*) BACH, *Elasticität und Festigkeit*. — Berlino, 1898.

(**) GRASHOF, *Theorie der Elasticität und Festigkeit*. — Berlino, 1878.

Finalmente nel rendiconto dei periti si nota che la fretta colla quale procedettero i lavori, e la mancanza di un progetto preventivo e particolareggiato della parte in cemento furono causa di gravi irregolarità nell'esecuzione dei lavori. L'Ufficio Hennebique di Parigi, sollecitato di giorno in giorno dalla Società di costruzioni di Basel, mandava a mano a mano i disegni delle parti che urgeva eseguire, senza aver ancora studiato dal punto di vista statico i piani sovrastanti, che pure dovevano influire coll'entità e colla distribuzione dei loro pesi. Mancando per conseguenza un programma dei lavori, ed in particolare dell'ordine e del tempo, nel quale si doveva procedere al disarmo di ogni singola parte, si seguì come unico criterio quello dell'età, principiando per conseguenza dai piani inferiori, senza riflettere che in questo caso i solai non dovevano soltanto essere capaci di reggere il proprio peso, al quale scopo è sufficiente una stagionatura di tre o quattro settimane, ma anche quello della costruzione sovrapposta, trasmesso dai puntelli delle impalcature in legno.

Per i soffitti del primo piano, anzi il fatto notato era reso più grave dalla presenza di due pilastri P_1 e P_2 (fig. 161), che formavano nel 2°, nel 3° e nel 4° piano l'ossatura della parete verso cortile del corridoio longitudinale di disimpegno, e, non avendo i loro corrispondenti nei piani sottostanti, venivano a gravare in F sulle travi del soffitto (fig. 162).

Concludendo, i periti affermano che la colpa del disastro avvenuto non è da imputarsi al sistema di costruzione adottato, e che sarebbe deplorabile se in qualche luogo dovessero seguirne misure proibitive contro le sue ulteriori applicazioni. « La conseguenza utile della disgrazia » essi soggiungono « dev'essere: un'ulteriore diligente elaborazione del sistema ed » una cura grandissima nell'esecuzione di tali lavori ».

*

I regolamenti di pubblica sicurezza per le costruzioni in cemento armato. — La critica premessa sullo stato delle materie prime, sul procedimento di fabbricazione, sui metodi di calcolo e sui criteri da adottarsi nel disarmo ha, come ognuno vede, un'importanza che non si limita all'infortunio che ne fu occasione. Essa racchiude in sé i principii a cui dovrebbe ispirarsi un buon regolamento, col quale si volesse limitare la libertà di costruzione in questo campo nuovo, assoggettando i progetti ad un esame preventivo e l'esecuzione ad una sorveglianza continuata, che ne eliminasse i pericoli.

Tali sono appunto le norme proposte dalla città di Düsseldorf per le costruzioni del sistema Hennebique che, fra quelle raccolte nell'opuscolo citato, mi paiono le più razionali. Esse riguardano:

1° La qualità delle materie prime per formare l'impasto, e la relazione che deve passare fra il carico di rottura ottenuto sperimentalmente e il carico di sicurezza massimo ammesso nei calcoli statici;

2° Le cautele da osservarsi nel procedimento dei lavori e nel disarmo; la natura e il tempo delle prove di collaudo;

3° Il metodo di calcolo.

Quanto al primo quesito è imposto che i saggi fabbricati con materia prelevata dall'impasto pronto alla fabbricazione presentino dopo 28 giorni un carico di rottura non inferiore a 150 kg./cm². In tal caso si adotterà un carico di sicurezza allo schiacciamento di 30 kg./cm², ammettendo che nel successivo indurimento, che si compie in un anno, la resistenza possa quasi raddoppiarsi. Se le provette sperimentate dopo 28 giorni presentano un carico di rottura superiore a quello prescritto, si potrà ammettere l'uso di un carico di sicurezza proporzionalmente più grande, fissato sempre col criterio che il rapporto fra esso e la resistenza verosimile dopo un anno di stagionatura sia di 1 a 10.

Il costruttore che vorrà trarre profitto di questa licenza, dovrà però, prima di cominciare i lavori, comprovare con

esperienze che l'impasto ch'egli intende di adottare, raggiunge effettivamente dopo 28 giorni di presa la resistenza allo schiacciamento voluta, e gli stessi risultati dovranno essere ottenuti poi durante l'esecuzione dei lavori dai saggi preparati coll'impasto fatto per la fabbricazione.

Per i ferri tondi dell'armatura è ammesso un carico di sicurezza alla tensione di 1000 kg./cm^2 , e sono imposte le solite norme relative al ripiegamento delle barre all'estremità, ed al collocamento di piastre metalliche di appoggio nei punti in cui la costruzione in cemento armato si collega colla costruzione ordinaria.

Quanto alle prove di collaudo è prescritto che esse vengano eseguite piano per piano caricando le travi e i soffitti con un peso triplo, le colonne ed i pilastri con un peso quintuplo del sovracarico accidentale per cui furono calcolate.

Ben inteso però se le parti sovrastanti dell'edificio, che esercitano pressioni sul solaio o sul pilastro da collaudare, non

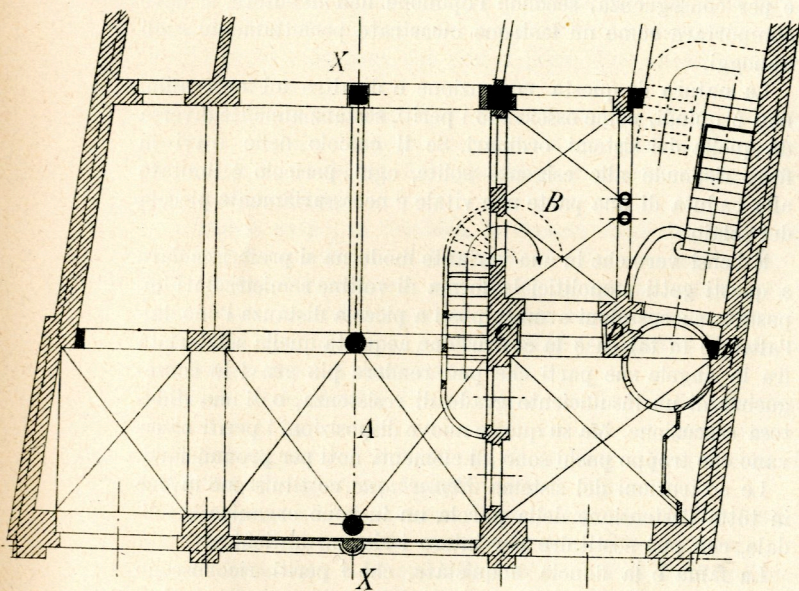


Fig. 159. — Pianta del piano terreno.

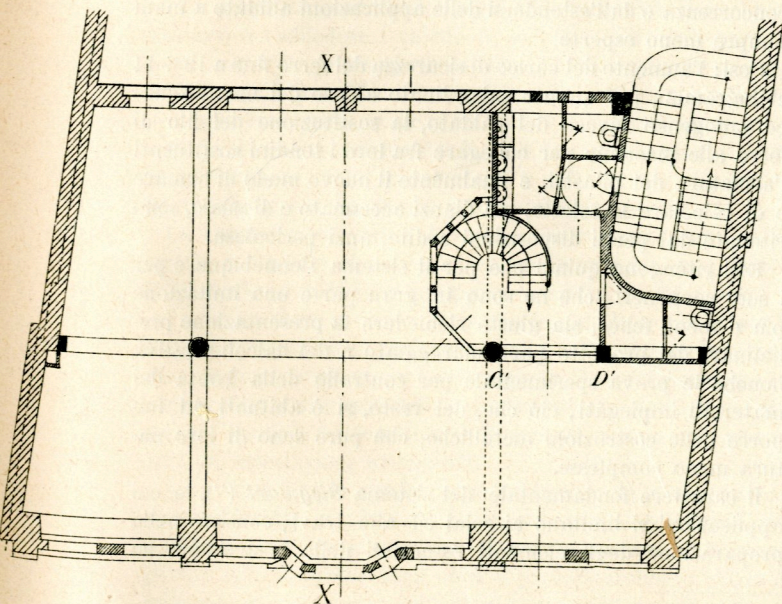


Fig. 160. — Pianta del primo piano.

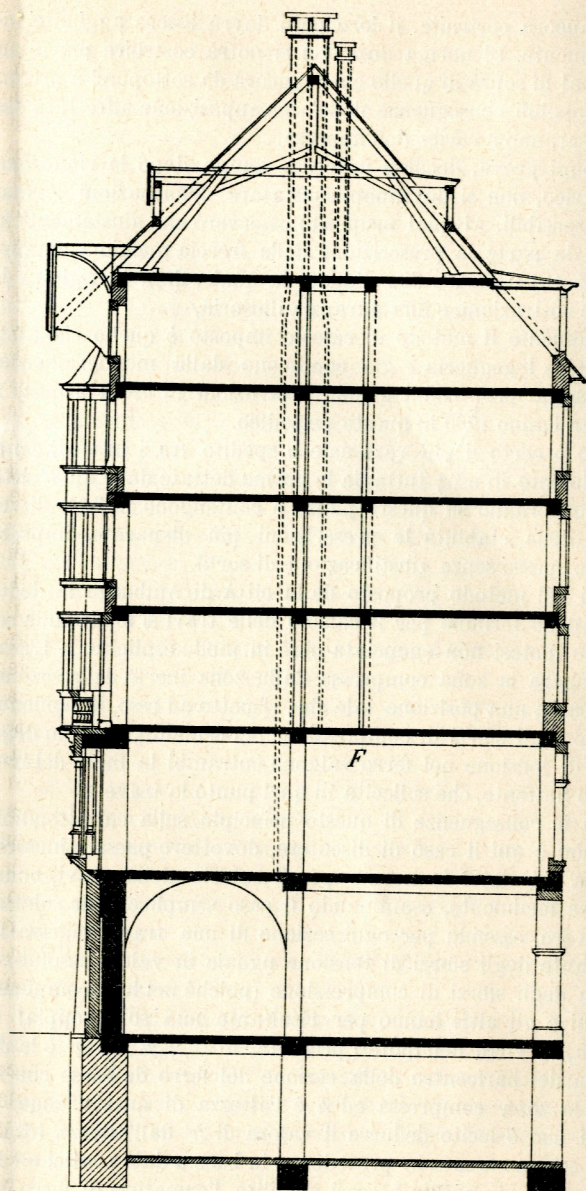


Fig. 162. — Sezione col piano di traccia X X.

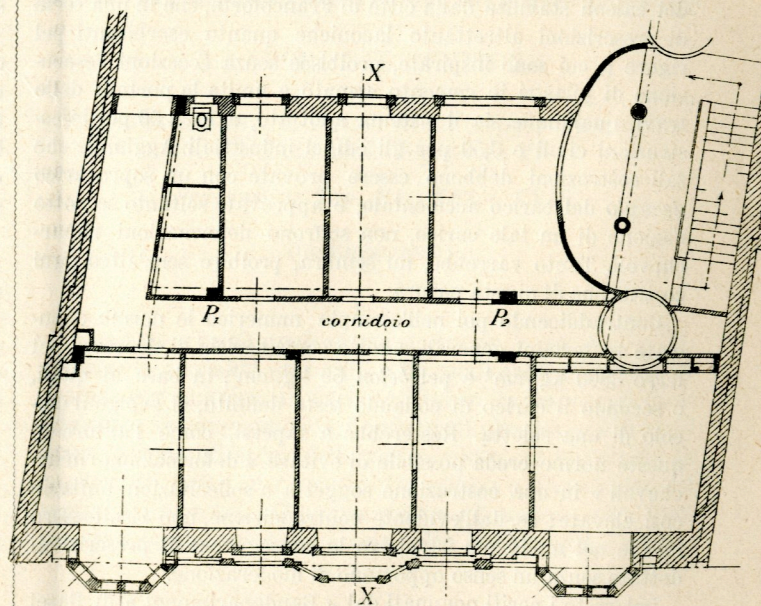


Fig. 161. — Pianta del secondo piano.

sono ancora costruite, il loro peso dovrà essere aggiunto integralmente. Di norma anzi non si potrà costruire più di un piano al di sopra di quello che è ancora da sottoporsi a prova, e le possibili conseguenze della sovrapposizione affrettata dei piani saranno a carico dell'impresa.

In ogni prova, decorso un certo tempo dopo la rimozione del carico, non si dovranno constatare deformazioni permanenti sensibili. Al qual proposito osserverò che giustamente si lasciò da parte la prescrizione della freccia massima ammissibile sotto il carico di collaudo, la quale, data la rigidità di queste costruzioni, è una garanzia illusoria.

Finalmente il metodo di calcolo imposto è quello che i lettori dell'«*Ingegneria*» già conoscono dalla monografia del chiarissimo prof. Guidi «*Sulle costruzioni in béton armato*» inserita l'anno 1900 in questo periodico.

Esso è certo il più razionale e spedito fra i procedimenti attualmente in uso; tuttavia le norme dettate dalle altre città non concordano su questo punto e contengono in fatto di verifica della stabilità le prescrizioni più disparate, imposte troppo spesso senza giustificazione di sorta.

Così nel metodo proposto dalla città di Amburgo la deduzione delle formule per il calcolo delle travi si fonda sulla seguente ipotesi non enunciata però in modo esplicito: «*L'asse che separa la zona compressa dalla zona inerte della sezione inflessa ha una posizione tale che, rispetto ad esso, il momento statico degli sforzi di compressione nel cemento, e quello degli sforzi di tensione nel ferro valgono entrambi la metà del momento flettente, che sollecita in quel punto la trave*».

Ora le conseguenze di questo principio, sulla cui attendibilità non è qui il caso di discutere, dovettero passare inosservate a chi dettò le norme per il calcolo delle travi, come appare facilmente, esaminando il caso semplice della soletta.

In vero, essendo per ogni sezione di una trave inflessa la risultante degli sforzi di tensione uguale in valore assoluto a quella degli sforzi di compressione (poichè nel loro complesso gli uni e gli altri hanno per risultante una sola coppia) si ricava, in virtù dell'ipotesi predetta, $h' = \frac{2}{3}h$, se h' è la distanza del baricentro della sezione del ferro dall'asse che limita la zona compressa ed h è l'altezza di questa zona. E allora non è lecito dedurre il valore di h' dall'altezza totale della sezione fissata in precedenza in base a dati pratici e calcolare poi con questo h' , così stabilito, l'armatura di ferro occorrente, ma bisognerebbe invece seguire il cammino opposto.

Anche più contraddittorie sono le norme per il procedimento dei calcoli stabilite dalla città di Francoforte, che in una serie di prescrizioni altrettanto laconiche quanto esorbitanti per rigore a cui sono ispirate, proibisce senza eccezioni l'esecuzione di pilastri in cemento armato e limita la portata delle travi, qualunque sia il sistema adottato, a m. 4,50 per le costruzioni civili e 3,50 per gli edifici industriali. Aggiunge che tali costruzioni debbono essere provate con un sopracarico *decuplo* del carico accidentale, e approvate soltanto se, sotto l'azione di un tale carico, non soffrono deformazioni rimarchevoli. Tanto varrebbe, mi sembra, proibire senz'altro ogni costruzione di questa natura.

Contraddicendo poi nell'esempio numerico le norme enunciate in termini generali, adotta come carichi di sicurezza per ferro 3800 kg/cm² e per *béton* 50 kg/cm², in base ai quali, e secondo il carico di collaudo testè definito, si svolge il calcolo di una soletta. Resterebbe a sapersi, come l'autore di queste norme creda possibile di evitare «*deformazioni rimarchevoli*» in una costruzione soggetta a sollecitazioni unitarie così elevate; se, dall'evidente contraddizione, non risultassero invece nel modo più istruttivo le conseguenze di prescrizioni dettate senza un senso opportuno di moderazione.

Del resto i periti nominati dal «*Baudepartement*» di Basel nel loro «*Gutachten*» pubblicato in risposta, dovendosi astenere, per ragioni facili a comprendersi, dall'esprimere le me-

ritate critiche, preferirono sorvolare sulle norme per i metodi di calcolo imposti dalle cinque città tedesche, che avevano cortesemente aderito all'invito di comunicare le loro disposizioni. Il fascioletto si limita quindi nella sua seconda parte ad un breve riassunto delle prescrizioni generali concernenti l'argomento, e si chiude col confronto dei regolamenti in vigore nella Svizzera a Basel, Lucerna, San Gallen, Zug e Zurigo, che non riguardano però in modo speciale le costruzioni in cemento armato.

*

Opportunità delle prescrizioni di pubblica sicurezza nei singoli sistemi di costruzione in cemento armato. — È questo l'argomento più importante trattato in detto opuscolo dai tre periti, che vi discutono successivamente i sistemi Könen, Hennebique e Siegart.

Il sistema Könen (*) è limitato alla costruzione di solai su travi a I, nei quali le voltine sono sostituite da un getto di calcestruzzo di cemento armato, che avvolge le travi stesse e per conseguenza, secondo l'opinione dell'inventore, si deve comportare come un lastrone incastrato perfettamente sugli appoggi.

La natura di questa costruzione e di altre ad essa affini non è quindi, come osservano i periti, sostanzialmente diversa da quella dei sistemi ordinari. Se il calcolo delle travi in ferro risponde alle esigenze solite, ogni pericolo è limitato alla caduta di una parte non vitale e necessariamente piccola del solaio.

È bensì vero che in una variante moderna si preferisce dare a questi getti monolitici la forma di voltine semicircolari impostate su costoloni armati, posti a piccola distanza l'uno dall'altro, e in tal caso la costruzione acquista quella solidarietà fra le singole sue parti che può rendere più gravi le conseguenze di un insufficiente grado di resistenza, o di una difettosa esecuzione. Ma su queste nuove disposizioni i periti osservano che troppo pochi sono gli elementi noti per pronunciarsi.

Le costruzioni del sistema Hennebique costituiscono invece in tutta l'estensione della parola un insieme organico e solidale, che può sostituire per intero i sistemi antichi.

La fama e la fiducia acquistate, che i periti riconoscono conseguenza degli ottimi risultati delle prime costruzioni, e della scelta prudente di una maestranza esperta, rischiano ora, secondo il loro avviso, di essere menomate dalle modificazioni fatte a scopo di conseguire maggiore economia, imposta dalla concorrenza e dall'estendersi delle applicazioni affidate a mani sempre meno esperte.

Così: l'aumento del carico di sicurezza del ferro fino a 12 ÷ 14 chilogrammi, per quanto subordinato all'uso del metallo fuso ed omogeneo invece del saldato, la sostituzione del filo di ferro alle piastrine per collegare fra loro i tondini costituenti l'armatura dei pilastri, e finalmente il nuovo modo di armare e di calcolare le solette, già dianzi accennato e discusso, sono ritenute dai periti disposizioni ardite, anzi pericolose.

Essi ritengono quindi che per il sistema Hennebique e per i suoi congeneri, che ne sono in gran parte una imitazione più o meno felice, sia giusto richiedere la presentazione preliminare del progetto particolareggiato e dei calcoli relativi, nonchè la prova sperimentale per controllo della bontà dei materiali impiegati, ciò che, del resto, si è abituati ad imporre nelle costruzioni metalliche, che pure sono di loro natura meno complesse.

Il carattere fondamentale del sistema Siegart (**), le cui applicazioni si limitano ai solai ed alle travi, consiste nella preparazione degli elementi essenziali della costruzione su

(*) ROSSHÄNDLER. *Anwendung der Betoneisenkonstruktionen*. — «*Schweiz. Bauzeitung*», settembre 1900.

(**) Si consulti, per la sua descrizione, la monografia del prof. RECORDON, nella «*Schweiz. Bauzeitung*», 1901.

cantiere e del trasporto di essi nell'edificio dopo un tempo sufficiente, che ne assicuri la capacità a resistere. Soltanto per portate di 5 ad 8 m., per evitare le difficoltà di trasporto di pezzi ingombranti, l'inventore pensò di servirsi di elementi più corti da accostarsi di punta, e costruiti in modo che potessero ricevere nelle scanalature praticate nei loro fianchi un'armatura ausiliaria di riporto, da consolidarsi con una colata di cemento, che ha al tempo stesso lo scopo di rendere solidali le parti della costruzione.

I periti ammettono tuttavia che, anche per questo sistema le prescrizioni di sicurezza ed il necessario controllo della fabbricazione non devono presentare gravi difficoltà, e che anzi possono valere per esso le stesse norme, che conviene stabilire per il primo dei tre tipi di costruzioni esaminati.

Quanto alle proposte concrete di prescrizioni atte a garantire da un lato l'indispensabile grado di sicurezza alle costruzioni, e « non inceppare dall'altro l'ulteriore sviluppo di questi sistemi, che può essere tanto vantaggioso a paesi poveri di miniere di ferro, come la Svizzera » (la considerazione vale, come ognuno vede, con altrettanto fondamento per noi), i periti ritengono che non si possa dire ancora una parola definitiva.

Le proprietà statiche di questi sistemi sono effettivamente tuttora soggetto di incertezze, che solo la pratica di opere già eseguite, sussidiata da appositi studi teorici e sperimentali, può risolvere.

A questo scopo, in Svizzera, la Società degli Ingegneri ed Architetti e quella dei Fabbricanti di calce e cementi nominarono una Commissione, che già da tempo ha cominciato i suoi lavori, consistenti essenzialmente in ricerche sperimentali, i cui risultati non potranno essere definitivi che dopo una lunga serie di confronti.

Quindi, concludendo, i periti reputano preferibile adottare prescrizioni puramente provvisorie, limitate ai punti essenziali dell'argomento, nell'intento di lasciare all'esperienza il compito di suggerirne i miglioramenti opportuni.

In rapporto all'applicazione di queste norme essi classificano i sistemi di costruzioni in cemento armato in due categorie:

1^a *Strutture, nelle quali la manipolazione del conglomerato su luogo serve unicamente ad eseguire le parti accessorie dei solai*, mentre le travi, di qualunque materia esse siano, sono poste in opera già ultimate, e posseggono quindi sin da principio la loro resistenza normale.

Per queste, a giudizio dei periti, le prescrizioni dovrebbero limitarsi a richiedere i calcoli di stabilità, corredati per i sistemi nuovi da prove sperimentali a rottura eseguite su saggi di dimensioni paragonabili a quelle degli elementi della costruzione intrapresa, nonché da una notizia particolareggiata sulla provenienza dei materiali, sulle loro proporzioni per formare l'impasto, sulle impalcature e sulla durata minima di tempo da lasciar decorrere prima del disarmo.

La resistenza del *béton* dovrebbe venire controllata da un agente dell'ufficio di sorveglianza, prelevandone saggi cubici di 16 centimetri di lato da sperimentarsi dopo 28 giorni.

2^a *Strutture del tipo Hennebique*, per le quali, attesa la maggiore importanza che in esse ha la preparazione razionale e la compressione accurata dell'impasto, i periti ritengono indispensabile nell'impresario e nell'assistente dei lavori una pratica speciale nell'esecuzione di queste costruzioni, che risulti da attestazioni attendibili.

Ad evitare poi le conseguenze pericolose della sovrapposizione affrettata di parecchi piani, che, per la solidarietà dei singoli elementi in costruzioni di questa natura, influiscono gli uni sulla stabilità degli altri, si prescriverebbero prove di collaudo eseguite progressivamente con peso doppio del carico accidentale.

Le altre norme coincidono con quelle accennate per la prima categoria.

Si discute solo in modo speciale la questione delle impalcature necessarie alla costruzione dei pilastri e dei solai e del disarmo con criteri suggeriti evidentemente dal disastro di Aeschen, sui quali quindi non ritorniamo.

Quanto alla scelta del carico di sicurezza i periti lo fissano, come normalmente si fa, $\frac{1}{10}$ del carico di rottura dopo un anno, ovvero da $\frac{1}{7}$ ad $\frac{1}{8}$ della resistenza dopo 28 giorni. Si diffondono poi in considerazioni sulla scelta delle materie prime e delle proporzioni dell'impasto, fra le quali è degna d'essere ricordata la proposta di studiare per ogni località le sabbie e le ghiaie esistenti, e determinare per via di esperienze con qual grado di finezza e in quali rapporti convenga mescolarle per ottenere la resistenza massima.

Un tal lavoro preliminare, fatto per ogni regione, avrebbe anche il vantaggio di far escludere i materiali non adatti alle costruzioni, e dare inoltre un criterio facile per giudicare l'accuratezza di lavorazione dal semplice confronto fra i risultati delle esperienze eseguite su saggi prelevati dall'impasto e quelli noti in precedenza dall'analisi dei conglomerati ottenibili coi materiali di quella determinata provenienza.

Con altro scopo, ma nello stesso ordine di idee, il Comitato direttivo dell'Associazione internazionale per le prove dei materiali, in seguito ad una deliberazione del Congresso tenuto a Budapest il settembre 1901, proponeva di intraprendere in ogni paese ricerche per procurarsi una sabbia quarzosa da adottare come sabbia normale, allo scopo di unificare i risultati delle esperienze sul cemento (*).

Così la selezione razionale dei materiali e dei sistemi di costruzione, elevandosi alla dignità di scienza, viene a schiudere nuovi amplissimi campi a ricerche, le quali dovranno condurci a trovare le combinazioni più vantaggiose per ottenere, coi mezzi di cui ogni paese dispone, il massimo effetto utile, e daranno al tempo stesso modo di assicurarci, in base a criteri universalmente accettati, del grado di sicurezza delle nuove costruzioni.

La quantità di lavoro che occorre è grandissima, ma il terreno è ormai preparato, e se il disastro di Aeschen, che fu causa delle discussioni qui riassunte, sarà un incitamento a progredire nella via additata, si potrà ripetere ancora una volta l'antico adagio che anche la disgrazia porta talvolta i suoi buoni frutti.

Ing. M. PANETTI.

R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI IN TORINO

I LAVORI DEL SEMPIONE

Relazione dell'Ing. C. DAVISO su un viaggio d'istruzione fatto dai Laureandi Ingegneri, 1902.

(Veggansi le Tav. XV, XVI e XVII)

(Continuazione)

*

Condizioni nelle quali avvenne finora lo scavo. — Ricordate le modalità generali colle quali ordinariamente si procede per compiere in galleria i lavori di scavo e di rivestimento, vediamo ora i dati principali che fino alla fine di marzo, e cioè all'epoca della nostra visita, ha registrato la cronaca dei lavori in riguardo alla natura e disposizione dei terreni attraversati, all'avanzamento giornaliero, alle temperature riscontrate nella roccia, alle infiltrazioni d'acqua.

(*) Prof. J. BENETTI, *Unificazione internazionale dei metodi di prova con speciale riguardo ai cementi idraulici.* — Bologna, 1902.

I lavori di scavo si iniziarono a mano il 1° agosto del 1898 dal lato nord ed il 16 agosto dal lato sud, nelle relative gallerie di direzione; pure a mano vennero da entrambe le parti attaccate le due gallerie N. I e N. II, per una lunghezza rispettiva di m. 190 e 535 a partire dagli imbocchi quelle dalla parte di Briga, e per una lunghezza rispettiva di m. 308 e 225 quelle dalla parte d'Iselle.

La perforazione meccanica s'inaugurò il 22 novembre successivo dal lato nord ed il 21 dicembre dal lato sud. Per circa tre anni, e cioè fino al settembre del 1901, si può dire che da entrambi gli imbocchi i lavori progredirono presso a poco nelle condizioni che risultavano dal profilo che una Commissione di geologi appositamente nominata e composta dei professori Heim, Renevier e Schardt aveva previsto per l'interno della montagna da forare (v. fig. 1, Tav. XV), e senza che alcun fatto notevole venisse ad alterare l'andamento normale dei lavori medesimi.

Dal lato di Briga lo scavo si effettuò per circa quattro chilometri attraverso a scisti lucidi di color grigio, ricchi in mica e con frequenti intercalazioni di quarzo associato a calcite. La piccola inclinazione degli strati, variabile da 70° a 85° a sud-est, e la contemporanea loro direzione, quasi costantemente trasversale all'asse della galleria, erano favorevoli ad un buon avanzamento giornaliero, sì che fin da principio questo poté oltrepassare, e non di poco, i 5 metri. Alla progressiva 3843, contata a partire dal portale della galleria di direzione, s'ebbe l'incontro di una zona di calcari dolomitici e di gesso interstratificati con scisti cristallini calcariferi e granitiferi, e con gneiss schistoso intercalato da rocce verdi anfiboliche.

Dalla progressiva 5000 in poi lo scavo procedette attraverso a gneiss calcarifero prima, poi a gneiss schistoso passante per laminazione a micascisto, ed avente numerose intercalazioni di scisti anfibolici, sì da presentare l'aspetto del gneiss tipico del Monte Leone. Gli strati continuarono sempre ad avere una direzione pressochè trasversale all'asse della galleria; ma la loro inclinazione, dopo avere alquanto oscillato in doppio senso intorno alla verticale, divenne poi permanentemente diretta a nord-ovest, variando da 75° fino a 35°.

Solo in qualche piccolo tratto la natura poco coerente del terreno obbligò a sostituire la perforazione a mano a quella meccanica. Dal principio del 1901 l'avanzamento giornaliero cominciò a superare i 6 m., e oscillò di poi intorno ai 6,30.

L'aumento di temperatura che s'incontrò nella roccia fu da principio in perfetta relazione coll'aumento che nel procedere dell'avanzata subiva l'altezza della montagna sulla galleria; così da 20° che si erano riscontrati a 1800 metri dall'imbocco, si passò lentamente ai 22°,2 riscontrati a 2600 m., dopo di che l'aumento si accentuò alquanto, sì da trovare già 26 gradi a 3000 m., e continuò fino a 28°,6 osservati a circa 3660 m. A partire da questa progressiva per 400 m. circa si ebbe un periodo di stazionarietà nella temperatura, a cui fece seguito, non ostante l'andamento discendente che subiva superiormente il profilo del terreno, un continuo e assai notevole aumento, in ragione di circa 1° ogni 200 m., tal che a 6000 m. si ebbero a riscontrare 36°,8, e cioè circa 3° in più di quanto si sarebbe dovuto trovare, secondo l'andamento delle isogeo-termiche costruito dai geologi nel 1895.

Il calore interno andò in seguito elevandosi in modo affatto inatteso, poichè il 26 dicembre 1901 a 6200 m. già si avevano 39°, il 15 febbraio scorso se ne registravano 42°,3 a 6614 m., e finalmente 42°,9 il 15 marzo a 6800 m., con un'eccedenza di circa 8° sulla temperatura corrispondente al profilo geotermico già accennato. E notisi che si ha

ben ragione di ritenere le temperature sopra riportate come inferiori al vero, in quanto che le osservazioni vennero sempre fatte in fori praticati nella roccia ad una distanza dall'avanzata che mai fu al disotto di 19 m., e quando l'attiva ventilazione doveva già avere alquanto raffreddata la roccia. Parecchie sorgenti incontrate, di un volume così piccolo da poterle ritenere aventi la temperatura esatta della roccia immediatamente sovrastante la galleria, hanno appunto accusato temperature superiori alle accennate: così a 6623 m. una di esse diede 44°,3, ed un'altra a 6745 ne diede 45°,4.

Quanto ad infiltrazioni d'acqua, non se ne ebbero finora di notevoli dal lato nord. Le sorgenti più copiose si incontrarono tra gli 85 m. e 180 m., tra i 2400 ed i 3000 m., ed in corrispondenza della progressiva 4641; ma la portata complessiva delle sorgenti non superò mai i 116 l. al 1", ed anzi, dopo aver raggiunto questo massimo, andò gradatamente diminuendo, sì che alla fine dello scorso marzo era di soli 79 l. al 1". Del resto, se in alcuni tratti la roccia andò presentando dei trasudamenti, per lo più la s'incontrò secca, specialmente dal km. 5 in poi; e sono precisamente in relazione con questo estremo grado di secchezza della roccia le altissime temperature riscontrate all'avanzata in questi ultimi tempi.

Dal lato sud fino alla progressiva 3545, contata dal portale della galleria di direzione (*), lo scavo procedette sempre nel duro gneiss di Antigorio, presentandosi con aspetto ora schistoso, ora più o meno compatto, ora porfiroide, con frequenti fessure e intercalazioni lenticolari di quarzo, ma privo affatto di infiltrazioni d'acqua. I piani di schistosità e di laminazione si presentavano quasi costantemente con una debole inclinazione ($5^\circ \div 20^\circ$) a N-W, e qualche volta apparivano quasi orizzontali: disposizione questa non molto favorevole all'azione delle mine, e costituente inoltre talora un pericolo per la possibilità di distacchi dal volto dello scavo di lastroni fessurati, ciò che obbligò, come già si disse, ad armare sempre la galleria scavata in piena sezione.

L'avanzamento giornaliero ottenuto in detto gneiss colle perforatrici, il quale fu nei primi mesi soltanto poco più di 3 m., andò presto crescendo fin verso i 5 m., e si mantenne poi sempre oscillante intorno ad un valore medio poco superiore a m. 4,50. La notevole differenza tra l'avanzamento giornaliero medio dall'imbocco sud e quello dall'imbocco nord si spiega facilmente mediante la diversa tettonica dei terreni attraversati e la loro differenza litologica.

Tra la progressiva 3545 e la 4325 il gneiss apparve sovente alternato con zone più o meno estese di micascisti neri, inclinati a sud-est di 35°, ed è in questo tratto, e precisamente a partire dalla progressiva 3820 che in entrambe le gallerie parallele, dalle molteplici fessure del gneiss, cominciarono a scaturire importanti vene d'acqua, tra le quali una (a m. 3892) della portata di litri 160 al 1", ed altre due (nel cunicolo trasversale XIX) della portata di 40 a 50 litri al 1" ciascuna, singolarmente notevoli queste ul-

(*) È a questo portale che si riferiscono d'ordinario le progressive durante il periodo di costruzione del tunnel, specialmente quelle relative all'avanzata; quantunque l'Impresa abbia stabilito il chilometraggio nelle due gallerie parallele riferendosi ai rispettivi portali di queste. Dalla parte sud la differenza costante che bisogna aggiungere alle progressive contate dal portale della galleria di direzione per avere quelle riferite al portale del tunnel n. I è di circa m. 33. E bene ancora aggiungere che, a cagione della maggior lunghezza che dal lato sud ha la curva di raccordo del tunnel n. II rispetto a quella del tunnel n. I, a due sezioni trasversali corrispondenti nei due tunnel suddetti spettano due progressive, contate dai rispettivi portali, che differiscono fra loro per m. 6,80.

time per la differenza di temperatura e di durezza ch'esse presentavano non ostante la loro vicinanza, avendo la prima 25° di temperatura e 17° di durezza, e la seconda 30°,3 di temperatura e 56° di durezza.

In relazione colla comparsa di queste forti vene d'acqua è l'abbassamento graduale della temperatura che si è riscontrato nella roccia di mano in mano che si procedeva nell'avanzamento, e che si era reso sensibile già molto prima dell'incontro dell'acqua. Invero, dalle osservazioni periodiche e assai frequenti che si fecero della temperatura della roccia, praticando in questa, a piccola distanza dall'avanzata, fori della profondità di m. 1,50, risulta che, mentre essa andò da principio progressivamente crescendo, anche più rapidamente di quanto aveva fatto presupporre il profilo altimetrico della montagna, talchè già a 1400 m. dall'imbocco si erano toccati i 30°, e si erano poi raggiunti 33°,5 in corrispondenza della progressiva 2200, a partire da questo punto cominciò a diminuire, alternandosi i periodi di abbassamento con periodi stazionari, in contraddizione gli uni e gli altri coll'aumento che fino alla progressiva 3000 circa subì l'altezza del terreno sull'asse della galleria. La diminuzione di temperatura doveva necessariamente accentuarsi in seguito, sia perchè si avanzava verso la zona attraversata dall'acqua, sia anche perchè diminuiva, a motivo dell'inclinazione del piano di Teggiolo, l'altezza della roccia sulla galleria: ed è così che dai 31°,4, che ancora si avevano a 3000 m. dall'imbocco, si discese a 29°,2 alla progressiva 3400, a 26°,4 alla progressiva 3800, e finalmente a 22°,5 alla progressiva 4200.

Nel settembre 1901, alla progressiva 4325 si ebbe l'incontro inaspettato di una zona di calcare, che, secondo i geologi, non si sarebbe dovuto incontrare se non a quasi due chilometri più innanzi, come si era creduto di poter indurre dall'inclinazione di quella che affiora sul M. Teggiolo (v. profilo geologico), e della quale dovrebbe essere il prolungamento. L'incontro prematuro di detta roccia si spiega ammettendo che lo strato anzidetto di calcare subisca al di sopra del livello della galleria un brusco cambiamento di inclinazione, mediante il quale verrebbe ad assumere l'andamento che si osserva nel profilo geologico che recentemente ha dato lo Schmidt tenendo conto delle variazioni riscontrate finora (v. fig. 163). Questo ripiegamento del calcare era già stato previsto dall'illustre geologo Gerlach, ed è abbastanza confermato dal fatto che realmente il calcare attraversato si presentò con un'inclinazione opposta a quella che si osserva alla superficie del fianco del M. Teggiolo.

Lo scavo nel calcare diede luogo da principio alla comparsa di solo poche e deboli infiltrazioni d'acqua; l'avanzamento giornaliero superava quindi il valor medio attorno

al quale esso aveva oscillato fino allora attraverso il gneiss, tanto più che la natura compatta della roccia non richiedeva neppure l'uso di alcuna armatura; si riuscirono così a scavare perfino m. 8 al giorno. Se non che, dopo 30 o 40 metri d'avanzamento, le infiltrazioni si fecero numerose e copiose, specialmente nella galleria N. II; il 30 settembre poi, alla progressiva 4397, da un foro di mina all'avanzata della galleria N. I scaturiva improvvisamente un getto d'acqua con tale veemenza da obbligare a sospendere in detta galleria i lavori di perforazione. Fu valutato tale getto della portata di 200 litri al 1", e con esso la portata totale delle molteplici sorgenti in galleria, in numero di oltre 50, veniva ad aggirarsi intorno ai 900 litri al 1".

Da dove potessero aver origine sorgenti così copiose, non era cosa facile a stabilirsi. Si pensò a possibili infiltrazioni da parte del lago d'Avino e del torrente Cairasca; ma le esperienze fatte nell'ottobre e dicembre, mediante la colorazione delle loro acque colla fluorescina, confermarono quanto i geologi avevano già dedotto in base alla natura interamente rocciosa e stagna dei relativi bacini, che cioè non vi era rapporto alcuno fra essi e le acque di infiltrazione. Si venne allora nell'idea dell'esistenza di un grande bacino sotterraneo, formatosi nelle fessure del gneiss e specialmente del calcare, a motivo della facilità di corrosione di quest'ultimo per parte dell'acqua, ed alimentato dalle acque raccolte dalla superficie inclinata del monte di Teggiolo e dalla valle secca dell'Alpe di Vallé. Per quanto l'ipotesi del bacino sotterraneo non possa più oggidì trovare molti seguaci, a motivo della poco sensibile diminuzione che finora ha subito la portata complessiva delle sorgenti, è pregio dell'opera accennare ad alcuni fatti osservati, i quali in certo qual modo tenderebbero a confermarla.

Anzitutto le temperature riscontrate nelle acque delle sorgenti che si andarono successivamente incontrando presentano una gradazione notevolmente e assai regolarmente decrescente: così, mentre la temperatura delle prime sorgenti incontrate (dalla progressiva 3824 alla 4000) oscillava tra i 25° e i 30°, essa fu solo più variabile, in senso decrescente, fra i 25° ed i 20° per le sorgenti successivamente incontrate fra le progressive 4000 e 4350, e finalmente nella grande sorgente della progressiva 4397 la si trovò solo più di 18°. Un altro fatto ugualmente notevole si ebbe a riscontrare in riguardo alle temperature delle acque d'infiltrazione; ed è che tutte o quasi tutte le sorgenti andarono subendo, dal momento che vennero scoperte, un graduale e assai marcato abbassamento di temperatura, il quale per qualcuna di esse superò i 4°, mentre in tutte od in quasi tutte si andò contemporaneamente producendo un aumento graduale della durezza, in modo da raddoppiare addirittura

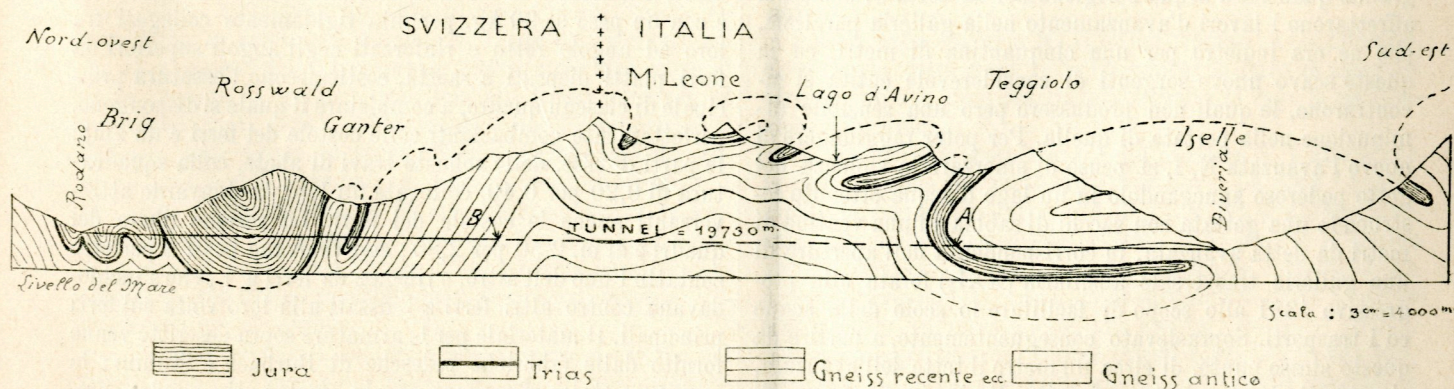


Fig. 163. — Profilo geologico secondo il prof. Schmidt.

per alcune di esse il grado idrotimetrico riscontrato all'atto della loro scoperta. Nei primi mesi del corrente anno, quest'ultimo andò uniformandosi per le varie sorgenti, sì che ora oscilla per tutte tra 75° e 85° , ciò che corrisponderebbe ad 1 gr. di gesso per litro.

L'ipotesi di un grande bacino sotterraneo spiegherebbe assai bene il fenomeno generale dell'abbassamento della temperatura: inquantochè col successivo abbassarsi del livello nel serbatoio interno e colla conseguente sostituzione, alle acque relativamente stagnanti di esso, di quelle più fredde provenienti direttamente e con sempre maggiore rapidità dagli strati superficiali, deve di necessità la temperatura dell'acqua alimentante le sorgenti andare gradatamente diminuendo. L'ipotesi medesima spiegherebbe anche l'enorme pressione riscontrata in alcune sorgenti al principio della loro apparizione, la quale sarebbe precisamente dovuta alla notevole profondità (700 m. e più) che le nuove vie aperte all'acqua verrebbero ad avere rispetto alla superficie del bacino sotterraneo.

Oltre a quelli accennati, altri due fatti sarebbero favorevoli all'ipotesi del bacino interno, e cioè, in primo luogo, la diminuzione di portata subita da alcune sorgenti in galleria (e segnatamente da quelle situate presso il cunicolo trasversale alla progressiva 3900) nel 1° trimestre di quest'anno, e cioè mentre che, non incontrandosi nello scavo d'avanzata altre sorgenti, nessuna nuova alterazione si veniva producendo con detto scavo nel regime delle acque sotterranee; in secondo luogo, la scomparsa che avrebbe riscontrata nel novembre ultimo scorso il geologo Schardt di un gruppo di sorgenti che esistevano prima all'Alpe di Nembro, sulla riva destra della Cairasca (a 1300 m. di altitudine), e che avrebbero, a parere del detto geologo, costituito, da sole o con altre sorgenti, lo sfioratore di troppo pieno del bacino interno. Se queste sorgenti, la cui portata, da 100 a 150 litri al 1'', corrisponderebbe appunto alla quantità d'acqua che per le piogge e per le nevi può fornire il bacino scolante del M. Teggiolo e dell'Alpe di Vallé, costituivano veramente, prima dello scavo della galleria, l'unico emissario dell'ipotetico bacino interno, sarebbe da sperarsi in una graduale diminuzione della portata attuale delle acque in galleria, fino a raggiungere la portata sopra accennata, che si conserverebbe poi costante.

A dir vero però, fino all'epoca della nostra visita, una diminuzione nella portata complessiva delle sorgenti in galleria non si era peranche verificata; chè anzi una misura eseguita appunto qualche giorno prima accusava ancora una portata prossima a 1000 litri al 1''.

Quando, per l'improvvisa comparsa della potente vena di acqua, si ebbero a sospendere temporaneamente i lavori all'avanzata N. I, nella speranza di aprire un diversivo alla grande quantità d'acqua sprigionatasi da detta avanzata, si affrettarono i lavori d'avanzamento nella galleria parallela, che ne era indietro per una cinquantina di metri, ed in questo scavo nuove sorgenti di considerevole entità si incontrarono, le quali non produssero però una sensibile diminuzione nella portata di quella. Per poter raggiungere di nuovo l'avanzata N. I, si pensò di smorzare la violenza del getto poderoso annegandolo in un lago d'acqua ottenuto costruendo una gettata con sacchi di sabbia ad una ventina di metri da detta avanzata, in corrispondenza dell'apertura di una galleria trasversale ausiliaria (XXI₀) forata alla progressiva 4381 allo scopo di facilitare lo scolo delle acque ed i trasporti. Sopraelevato conseguentemente, a partire da questo stesso punto, di circa un metro il tetto dell'avanzata, si poté, di altrettanto tenendo più alto il piano inferiore di essa, sovrappassare il getto, e dopo pochi metri di avanzamento a mano, riprendere il 15 novembre, alla progres-

siva 4403, la perforazione meccanica, con un progresso giornaliero di poco più di 2 m. soltanto, a motivo delle difficoltà inerenti alle disagioli manovre di trasporto. Causa l'enorme quantità d'acqua che aveva ridotto i due cunicoli come due torrenti d'acqua, che trasportavano seco sassi e sabbia, i binari di 0,80 si ridussero ad essere impraticabili; si dovette perciò costruire in entrambi i cunicoli un rilevato R (v. fig. 164) appoggiato ad un fianco, collocarvi sopra un bi-

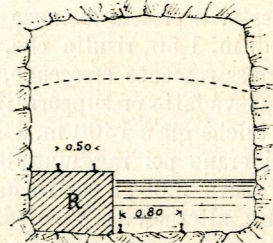


Fig. 164.

nario Decauville di 0,50 ed alzare il cielo del cunicolo per permettere la circolazione di piccoli vagoncini trainati a mano.

Dopo 23 m. di scavo in dette condizioni, si presentò una nuova difficoltà, anche più grave di quella incontratasi prima in causa dell'acqua d'infiltrazione: e fu l'incontro avvenuto il 22 novembre alla progressiva 4420 di una faglia di terreno franoso, costituito da schisti calcarei micacei ed anfibolici completamente decomposti, imbevuti d'acqua e sviluppati forti pressioni a motivo della loro natura incoerente, pastosa e semifluida.

Sospesa nuovamente la perforazione meccanica all'avanzata, si adoperarono le perforatrici ad abbassare fino alla quota normale il tratto precedentemente scavato, mentre all'avanzata si procedeva lentamente a mano e armando il cunicolo con un fitto rivestimento di quadri di legno messi alla distanza di 50 cm. l'uno dall'altro. Queste prime armature si dovettero però poco dopo sostituire con quadri più robusti, di essenza forte, aventi una sezione libera di m. 2,50 su m. 2, e costituiti da legni tondi del diametro di m. 0,40: ciò che importò una notevole perdita di tempo e un nuovo ritardo nel procedere dell'avanzata, così che alla fine di dicembre questa era appena giunta alla progressiva 4428. Ma neppure i quadri accennati si mostrarono in seguito sufficienti a resistere alle enormi pressioni del terreno, e si risolvette perciò di sostituirvi delle armature metalliche, il cui tipo, ingegnosamente studiato, si distingue per la sua semplicità da quelli stati finora adoperati per condizioni analoghe in altre gallerie.

Quattro ferri a I (v. fig. 58, a pag. 111 di questo periodico), dell'altezza di m. 0,40 e dello spessore di mm. 14,4, e con un peso di 90 kg. per ml., rigidamente collegati fra loro ad angolo retto e rinforzati negli angoli superiori da ferri piatti disposti a saetta, costituiscono l'ossatura principale di ciascun quadro, a completare il quale si dispongono, perfettamente combacianti colle costole dei ferri e da ambi le parti di esse, delle robuste travi di abete, colla squadatura di 0,20 per 0,40, collegate fra loro da chivarde attraversanti anche le costole dei ferri. La sezione libera dei quadri è di m. 2,50 per 2,80; essi venivano posti a perfetto contatto l'uno dell'altro, e rilegati da ferri a I, che s'inchiudevano contro altri ferri a I fissati alla loro volta sui ferri principali. Il materiale per le armature sopra descritte venne fornito dalle fabbriche tedesche di Burbach e Stumm; le armature stesse si preparavano in officina. Un quadro completo pesava 1200 kg. e veniva a costare, astrazione fatta dalla messa in opera, un migliaio circa di lire.

I quadri si facevano riposare sopra uno strato di calcestruzzo, e con lo stesso venivano in generale diligentemente riempiti tutti gli spazi vuoti fra ritti e cappello e la roccia. La posa dei quadri metallici in sostituzione dei quadri in legno, incominciò il 19 gennaio alla progressiva 4419, e, per la difficoltà del lavoro, proseguì assai lentamente, cosicchè si raggiungeva l'avanzata (km. 4,429) solo il 25 febbraio successivo. A partire da questo punto, procedendo innanzi colla escavazione di una piccola galleria di 1,40 per 1, e disponendo i quadri metallici sempre l'uno a contatto dell'altro, si poté proseguire, senza altri inconvenienti, con un avanzamento giornaliero di poco più di m. 0,20.

Tali erano appunto le condizioni nelle quali il giorno della nostra visita si trovava il lavoro all'avanzata. Aveva questa raggiunto la progressiva 4440, e noi spingendoci fino ad essa, non senza aver prima misurato qualche volta involontariamente la notevole altezza dell'acqua in galleria (da 50 a 70 cm.), vi potemmo constatare l'ottima resistenza offerta dai quadri metallici alla pressione considerevole del terreno, manifestantesi particolarmente da destra a sinistra: i cedimenti fino allora riscontrati nelle armature erano invece addirittura insignificanti e molto limitati gli spostamenti dei quadri.

La temperatura della roccia all'avanzata era di 16° 5; quella dell'aria di circa 21°. Non si avevano alla fronte d'attacco, come non si ebbero in tutto il tratto corrispondente al terreno franoso, vere sorgenti d'acqua, ma un semplice stillicidio; e per liberare l'avanzata dall'acqua d'infiltrazione vi si faceva funzionare mediante acqua compressa, a mo' di pompa, un piccolo iniettore.

Il cunicolo N. II, nel quale i lavori avevano subito presso a poco per parte dell'acqua e della natura del terreno le stesse vicende che nel N. I, aveva l'avanzata ad una ventina circa di metri indietro, essendo stati in esso sospesi i lavori di avanzamento, appena si era veduto che quivi pure non era possibile avanzare con i mezzi ordinari. Il breve tratto scavato nel terreno spingente venne subito riempito con *beton*, in attesa di aver prima superate le difficoltà del tunnel I: lo scavo eseguito nel cunicolo N. II, distante solo 13 m. da quello del N. I avrebbe invece potuto esercitare, a motivo della incoerenza del terreno attraversato, una influenza dannosa sullo scavo di questo; inoltre non si sarebbe potuto provvedere subito sufficienti quadri metallici, quali occorre per il suo armamento.

Allo scopo di facilitare lo scolo delle abbondanti acque che scaturivano ancora a non molta distanza dalle fronti d'attacco, e di farle defluire, secondo lo richiedevano i lavori, per una o per l'altra delle due gallerie parallele, era già stata forata in corrispondenza della progressiva 4408 della galleria N. I un'altra galleria trasversale anormale (XXI_b): per mezzo di essa e dell'altra, già accennata, alla progressiva 4381, defluivano appunto all'epoca della nostra visita tutte le acque nel tunnel N. I, per poi ritornare nel N. II a mezzo della trasversale 3900; e ciò allo scopo di poter scavare la galleria parallela all'altezza normale, ed approfondirvi il canale collettore di scolo. Promuovendo il deflusso delle acque in senso inverso attraverso i due cunicoli trasversali accennati, si potrà procedere nella N. I ai lavori d'allargamento e di rivestimento, senza la soggezione dovuta alla presenza dell'acqua. Qui cade in acconcio di osservare che senza l'aiuto della galleria parallela l'esecuzione del tunnel sarebbe stata, se non impossibile, difficilissima e costosissima.

I cantieri relativi ai suddetti lavori erano, a motivo del ritardo che da alcuni mesi subiva lo scavo di piccola avanzata, abbastanza poco distanziati da quest'ultima. La galleria si trovava infatti già ultimata fino alla progressiva

3680 circa; i cantieri di allargamento si estendevano dalla progressiva 3730 alla 3870, e finalmente la galleria di base N. I aveva già subito fino alla progressiva 4440 un primo allargamento corrispondente alla sezione media di 12 m.², per dar luogo al passaggio della locomotiva a vapore. I treni trasportanti operai e materiali facevano capo alla stazione situata tra il km. 3,118 ed il 3,421; e da questa i binari di servizio si estendevano fino alle due avanzate, muniti di uno scambio in corrispondenza del km. 4,350, ed attraversando le trasversali ai km. 4,100, 4,300 e 4,440.

Le acque d'infiltrazione, dopo aver percorso per quasi tutta la sua lunghezza la galleria N. II, trasformata però in un vero e proprio rivo, erano per mezzo del primo cunicolo trasversale, situato al km. 0,314, ricondotte nel tunnel I, ove scorrevano fino al portale in un canale scavato parte a destra e parte a sinistra; ed all'uscita del tunnel erano condotte per mezzo di un diversivo artificiale nel riale Chioso.

Migliori notizie registrò la cronaca dei lavori, per la parte di Iselle, dall'epoca della nostra visita fino ad oggi. Fu appunto a partire dalla progressiva 4440 che il terreno cominciò a mostrarsi più compatto, più solido, con una stratificazione più marcata e con una minore tendenza ad esercitare pressioni; cosicchè si poté anzitutto distanziare alquanto le armature metalliche le une dalle altre, riempiendo gli spazi liberi con calcestruzzo a rapida presa; si poté omettere in seguito il rivestimento di quelle con tavole d'abete, e finalmente a partire dalla progressiva 4460 adottare di nuovo le armature in legname, per omettere anche queste alla progressiva 4473. I quadri in ferro collocati nella galleria d'avanzata N. I furono in tutto 74 (tra le progressive 4418 e 4460): è a partire dal 32° che essi si poterono collocare a distanze variabili da m. 0,40 a m. 1,20.

Come risulta da informazioni cortesemente comunicatemi dall'ing. Lanino, le prime mine venivano sparate alla fronte d'attacco il 26 marzo, dopo più di quattro mesi che vi taceva la dinamite; il 14 aprile si entrava nuovamente coll'avanzata nel calcare duro e compatto (progressiva 4447); il 14 maggio si collocava l'ultimo quadro metallico, e finalmente il 20 maggio ricominciava a funzionare la perforatrice Brandt. Il notevole avanzamento giornaliero che si poté subito realizzare, avanzamento che raggiunse un massimo di m. 10,60, e fu in media di oltre m. 8 nel mese di giugno, permise di recuperare in parte il tempo perduto, cosicchè alla fine di detto mese si era giunti coll'avanzata N. I alla progressiva 4786, attraversando terreni appartenenti tutti al gruppo triasico, e cioè costituiti da calcare schistoso, anidrite e dolomia, interstratificati variamente fra di loro e con diverse ed anche opposte inclinazioni.

Anche nella galleria N. II si era ripreso l'avanzamento, e, superata colla posa di N. 65 quadri in ferro la zona del terreno franoso, vi si era riadottata pure in essa la perforazione meccanica.

Si era poi già posto mano nella galleria N. I allo scavo in piena sezione del tratto armato in ferro. Là dove i quadri metallici hanno un intervallo di m. 1,20 si aprono lateralmente delle finestre (F) (v. fig. 165) da cui si scende verticalmente in (A) per poi scavare lo spazio corrispondente all'arco rovescio (R), armando naturalmente tutto lo scavo con robusto legname puntellato contro i ferri dei quadri. Nel senso dell'asse del tunnel questi scavi hanno una lunghezza di m. 2,50; tale viene quindi ad essere la lunghezza di un anello in questa tratta. Terminato lo scavo si procede alla muratura dell'arco rovescio e poi dei piedritti

sino all'altezza del cappello (BB), togliendo di mano in mano che si mura, il legname che serviva come armatura. I vani che resterebbero tra l'intradosso dei piedritti ed i ritti metallici vengono provvisoriamente riempiti con muratura a secco, ed anche a malta, la quale poi ad opera

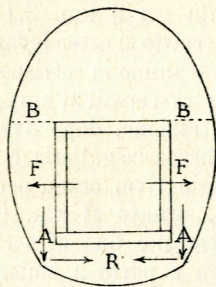


Fig. 165.

compiuta verrà tolta: ciò allo scopo di tener ben fermi i piedritti. Quanto all'allargamento sopra il piano (BB), cioè in calotta non si ha ancora un programma fissato: probabilmente si attaccherà il lavoro di scavo e di rivestimento dalle due testate dove la roccia è buona, cioè dal primo e dall'ultimo quadro, e si procederà in piena sezione, un anello dopo l'altro, armando con centine robuste appoggiate sui cappelli dei quadri metallici e sui piedritti già costruiti.

Dai pochi cenni ora dati riguardo al modo di procedere nell'allargamento e nel rivestimento del tratto per il quale si adottarono in piccola avanzata i quadri metallici, risulta evidente il grande aiuto che detti quadri per la loro natura e conformazione possono recare in detto lavoro, venendo essi a costituire un'ossatura centrale robustissima, contro la quale possono farsi appoggiare le altre armature in legno necessarie per lo scavo in piena sezione.

Nel rivestimento murario della parte soggetta ad infiltrazioni d'acqua (dal km. 3,890 al km. 4,200) si adoperò malta di cemento. Per lo scolo delle acque si sono praticati nella muratura dei canaletti in comunicazione coi barbacani che stanno ai piedi dei piedritti, e per proteggere l'estradosso del volto dalle infiltrazioni si sono interposti tra esso e la muratura di riempimento delle piccole lamiere di ferro colle estremità sovrapposte.

La portata complessiva delle sorgenti in galleria, anziché diminuire, subì un nuovo aumento, dovuto probabilmente al fatto che a nuove vene d'acqua aprì la via lo scavo in piena sezione del tratto soggetto ad infiltrazioni. Attualmente 1100 l. d'acqua al 1" escono dalla galleria per un canale apposito scavato nella galleria di direzione a partire dal punto in cui questa interseca il tunnel N. II.

Dal lato di Briga al 30 giugno si era giunti coll'avanzata N. I alla progressiva 7417, con un progresso trimestrale di 533 m. attraverso a gneiss micaceo con intercalazioni anfiboliche ed a gneiss scistoso calcarifero, inclinati quasi sempre da 20° a 30° a N-W e con direzione quasi esattamente trasversale all'asse della galleria.

La temperatura della roccia continuò ad aumentare, talché in un foro da mina praticato alla progressiva 7400 si riscontrarono ben 53° (*). Però coll'attiva ventilazione e coll'uso

dei pulverizzatori d'acqua l'Impresa è sempre riuscita a mantenere la temperatura media dell'ambiente entro i 25°. L'apparecchio refrigerante installato al km. 6890 nella galleria N. I, cioè presso i più avanzati cantieri di allargamento, con due gruppi di tubi emettenti 18 l. d'acqua al 1", è capace di abbassare di 6,5 la temperatura dell'aria di ventilazione, portandola, da 25° ch'essa ha prima di attraversarlo, a 18,5. Quand'anche la temperatura della roccia avesse a subire nuovi aumenti, non v'ha alcun dubbio adunque che con un uso più intenso dei pulverizzatori l'Impresa potrà mantenere la temperatura dell'ambiente entro il limite imposto. Sarà solo questione infatti di mandare ai pulverizzatori acqua più fredda. Già attualmente con l'isolamento della condotta si ottiene che l'acqua pompata dal Rodano ad una temperatura di 9° (e si è in tempo d'estate), arrivi dopo un percorso di ben 8 km. con soli 12° gradi all'avanzata. Facendo uso di frigoriferi speciali, come ghiaccio, ecc., si potrà quindi abbassare ulteriormente la temperatura dell'acqua e quindi anche dell'aria. Si appalesa qui pienamente il gran pregio dell'impianto idraulico Brandt: con una semplice condotta di 100 mm. di diametro si ha forza per le perforatrici, per ventilatori, per iniettori, ecc., si ha cioè tutto il necessario per forare le mine e vincere in modo semplice ed economico l'alta temperatura della roccia.

*

Dati riassuntivi. — Non privi d'interesse credo i seguenti dati, che ben rispecchiano l'importanza dell'opera colossale, che si sta compiendo, e che riferisco a complemento di quanto son venuto rispetto ad essa finora accennando.

Fino al 30 giugno dell'anno in corso e dall'inizio dei lavori si erano scavati in totale mc. 313 738 di roccia dalla parte di Briga, e mc. 204 409 dalla parte d'Iselle: in totale mc. 518 147.

La muratura di rivestimento aveva raggiunto in complesso un volume di mc. 103 103, e cioè mc. 62 310 dalla parte di Briga e mc. 40 793 da quella d'Iselle.

Nella perforazione meccanica, dal lato nord, in 2599 giorni di lavoro impiegati complessivamente nello scavo contemporaneo delle due avanzate parallele ed in 9724 attacchi, si erano praticati 82 079 fori da mina per una profondità complessiva di m. 136 039, impiegando chilogrammi 278 111 di dinamite ed una lunghezza complessiva di fioretti di circa m. 5300. Lo scavo così eseguito essendo di mc. 76 392, ne risulta un consumo medio di circa kg. 3,64 di dinamite per ogni metro cubo scavato. Dal lato sud, in 2000 giorni di lavoro ed in 7909 attacchi, si erano praticati 81 874 fori da mina per una profondità complessiva di m. 101 792, impiegando kg. 237 753 di dinamite ed una lunghezza complessiva di fioretti di circa m. 7400. Lo scavo eseguito essendo di mc. 50 938, ne risulta un consumo medio di circa kg. 4,67 di dinamite per ogni metro cubo di scavo.

Nella perforazione a mano, dalla parte di Briga, con un numero totale approssimativo di 801 000 giornate di minatore si erano scavati mc. 222 146 impiegandovi circa 211 100 kg. di dinamite in circa 998 500 fori da mina aventi una profondità totale di circa m. 588 000; e dalla parte d'Iselle, con un numero approssimativo di 667 500 giornate di minatore si erano scavati mc. 147 093 impiegandovi circa kg. 104 000 di dinamite, e praticando circa 82 300 fori per una profondità complessiva di circa 518 100 metri. Il consumo medio di dinamite per ogni metro cubo di scavo fu adunque finora, nella perforazione a mano, di circa kg. 0,95 dal lato di Briga e di circa kg. 0,77 dal lato d'Iselle.

(*) Giova mettere a confronto la temperatura di 53° riscontrata alla progressiva 7400 dalla parte di Briga, con quella di 29° riscontrata recentissimamente alla progressiva 5000 dalla parte d'Iselle, con una stessa altezza di monte sovrastante.

Finora il numero degli operai giornalmente impiegati fu dalla parte di Briga in media di 1800, di cui 1300 dentro e 500 fuori del tunnel, e dalla parte di Iselle fu in media di 1400 di cui 1000 dentro e 400 fuori. Però l'effettivo di operai lavoratori simultaneamente in galleria, anche nei periodi di maggior attività, superò di poco i 500 a Briga ed i 450 ad Iselle.

Gli operai sono in massima parte Italiani, specialmente dal lato d'Iselle. È dunque la mano attiva ed apprezzata del lavoratore italiano quella che sta ora combattendo con coraggio e con abnegazione entro alle viscere dei monti un'aspra lotta contro gli elementi: lotta pur troppo non sempre incruenta, inquantochè numerosi sono gli accidenti sul lavoro che quasi di continuo ha da registrare la cronaca. Fortunatamente la massima parte di essi non hanno gravi conseguenze; ma intanto a circa quaranta già sommano quelli che riuscirono fatali agli operai che ne furono vittima, procurandone la morte o la inabilità permanente al lavoro. Auguriamoci che la statistica abbia a riuscire nel seguito meno dolorosa!

Ho detto che gli accidenti sul lavoro sono numerosi; ma facendo il confronto colle altre gallerie, e tenendo conto dell'opera colossale che si sta eseguendo, avrei dovuto dire pochissimi. È infatti veramente lodevole la sorveglianza che di continuo esercitano gli Assistenti e gli Ingegneri, i quali ultimi sempre si trovano in galleria in numero almeno di due, uno all'avanzata e l'altro ai cantieri di allargamento e di rivestimento, e (cosa che succede solo al Sempione) vi permangono ciascuno giornalmente per otto e più ore di seguito.

Debbo altresì osservare, a lode dell'Impresa, che mai gli operai di galleria furono in Italia così ben pagati come al Sempione; non fa poi bisogno che aggiunga che mai come al Sempione essi lavorarono in condizioni igieniche così buone: conseguenza questa più che naturale del metodo di escavazione adottato e della grandiosità colla quale vennero studiati ed eseguiti gli impianti intesi a procurarne direttamente od indirettamente il benessere.

L'Impresa assuntrice del traforo del Sempione venne costituita dall'ing. A. Brandt di Amburgo, dall'ing. C. Brandau di Cassel, dall'ing. colonnello E. Locher di Zurigo, dalla Ditta Sulzer fratelli di Winterthur e dalla Banca di Winterthur. Soprintendente ai lavori dalla parte d'Iselle l'ing. Brandau: soprintendette a quelli di Briga l'ing. Brandt; ma nel dicembre 1899 un insulto apoplettico spegneva il geniale inventore della perforatrice a pressione idraulica, privando l'Impresa del suo valido ed intelligente aiuto, e gli succedeva nell'alta direzione l'ing. Locher, e come aiuto e sostituto l'ing. Von Kager, tirolese.

In forza del contratto a *forfait* stipulato tra la Compagnia Jura-Simplon e la Società Brandt, Brandau e C., e firmato il 15 aprile 1898, l'Impresa si è obbligata ad eseguire, a tutto suo rischio e pericolo, il traforo di entrambe le gallerie del Sempione, dietro pagamento di lire 69.500.000, in ragione di lire 54.500.000 (comprese lire 7.000.000 per le installazioni) per l'esecuzione del primo tunnel, del cunicolo parallelo e dei cunicoli trasversali, e di L. 15.000.000 per il completamento del secondo tunnel.

Il primo tunnel deve essere finito entro cinque anni e mezzo dalla data dell'incominciamento dei lavori: questa venne di comune accordo fissata nel 13 novembre 1898, quantunque in realtà si sia incominciato a lavorare qualche tempo prima; sicchè il primo tunnel ad un binario dovrebbe essere terminato entro il 13 maggio 1904. Per ogni giorno di ritardo, non dipendente da cause di forza maggiore, come guerra, epidemie, scioperi, ecc., l'Impresa dovrà pagare

5000 lire; ne avrà invece altrettante in premio per ogni giorno d'anticipo.

Al completamento del secondo tunnel l'Impresa è solo tenuta nel caso in cui la Compagnia Jura-Simplon ne ordini l'esecuzione entro quattro anni dal termine dei lavori del 1° tunnel. Dopo, essa avrà la preferenza a parità di prezzo.

È anche stato stabilito, d'accordo tra la Compagnia committente e l'Impresa, un programma generale di esecuzione, rispetto al quale se l'Impresa stessa si fosse venuta a trovare un anno in ritardo, sarebbe stato annullato il contratto con perdita della relativa cauzione. Le cifre principali del suddetto programma, che sono quelle inerenti all'avanzata della galleria di direzione (lunghezza m. 19.730 circa), sono raccolte nella tabella seguente:

Anno	Avanzamento	
	annuale	totale
1° Dal 13-11-1898 al 13-11-1899	2400	2 400
2° » » » 1899 » » » 1900	3700	6 100
3° » » » 1900 » » » 1901	4100	10 200
4° » » » 1901 » » » 1902	4600	14 800
5° » » » 1902 » » » 1903	4930	19 730
Ultimo mezzo anno, fino al 13-1904.	Destinato al compimento degli allargamenti e rivestimenti, posa dell'armamento, ecc.	

Secondo questo programma, al 30 giugno 1902 avrebbero dovuto essere forati circa m. 13.085; invece se ne erano forati solo 12.203, con una differenza in meno di m. 882. La differenza, come vedesi, non è notevole; e lo è tanto meno se si pensa al discreto ritardo che l'incontro delle forti vene d'acqua prima, e del terreno franoso poi, ha prodotto in questi ultimi tempi dalla parte sud, e se non si dimentica che qualche sciopero (fortunatamente non lungo) non è mancato a turbare ritardandolo l'andamento dei lavori a ciascuno dei due imbocchi.

Avuto riguardo al modo soddisfacente in cui i lavori procedono attualmente, alla natura della roccia prevista nel profilo geologico, la quale permetterà un avanzamento giornaliero complessivo continuo di circa 12 m., e al margine di qualche mese che si ha nell'ultimo mezzo anno, non è fuor di luogo sperare, se non s'incontreranno in avvenire nuove difficoltà, che per il giorno fissato, il tunnel sarà ultimato. Che questo abbia a succedere noi auguriamo di cuore alla coraggiosa e solerte Impresa, la quale nulla trascura e nulla ha mai trascurato anche nei momenti più difficili, per adempiere scrupolosamente ed egregiamente il grave incarico che si è assunto.

(Continua)

QUESTIONI DI INSEGNAMENTO TECNICO SUPERIORE

SCUOLE DI ARCHITETTURA.

Il Collegio Toscano degli Ingegneri ed Architetti di Firenze ha dato a studiare ad una Commissione una proposta di riforma dell'insegnamento dell'architettura in Italia in modo che meglio abbia da corrispondere alle esigenze dell'arte e della ingegneria civile.

La Commissione, composta degli architetti Roster e Mazzanti e degli ingegneri De-Simone, Brini e Tempestini, quest'ultimo relatore, fino dall'anno scorso ha dato alle stampe una Relazione che è un tributo prezioso per la risoluzione del problema che in Italia da oltre trent'anni affatica le menti inutilmente.

La Relazione riporta non pochi giudizi formulati a questo proposito dal Viollet-Le-Duc, prende a fondamento la relazione 3 febbraio 1890 fatta dal Cremona all'Ufficio centrale del Senato sul progetto del ministro Boselli che mirava alla istituzione di Scuole superiori di architettura; conclude che gli studi liceali, quelli del biennio di facoltà di matematica, un complesso di studi del disegno e d'arte dovrebbero formare un corso preparatorio per gli architetti e vorrebbe che le vere scuole di architettura poi sorgessero come enti nuovi e separati da ogni altro istituto di insegnamento.

Facendo il novero delle materie di insegnamento preparatorio si domanda come si potrebbe rinunciare con animo convinto di fare cosa buona e giovevole agli architetti, ad una parte dell'algebra, della geometria descrittiva, della geometria analitica, e come rinunciare a quel tanto di calcolo differenziale ed integrale che è necessario per un corso sia pur limitato di meccanica razionale e di scienza delle costruzioni.

Tutto ciò sta bene; ma forse la Commissione fiorentina non ha pesato abbastanza quali sarebbero i duplicati e gli inutili dispendi di denaro e di energia cui darebbe luogo la sua idea di autonomia e di separatismo a cui vorrebbe informare le nuove scuole.

Se in Italia non abbiamo scuole di architettura, nemmeno e scuole di ingegneria hanno ancora raggiunto quell'assetto, quel grado di perfezionamento quale è voluto dai tempi e dalla finalità per la quale esse esistono.

Consideriamo poi che tra le opere di architettura e le opere di ingegneria esistono tali nessi di affinità e di continuità che è impossibile definire dove un'opera cessa di essere esclusivamente architettonica e diventa esclusivamente di ingegneria e viceversa. Ciò porta a concludere che un architetto deve sempre essere anche un po' ingegnere e l'ingegnere deve essere un po' architetto. Vi ha di più che tra le opere di architettura e quelle di pittura e di scultura esistono pure nessi di affinità e di continuità, talchè alle volte l'architetto deve essere anche un po' scultore e pittore, come d'altra parte il pittore e lo scultore deve essere un po' architetto.

È per queste ragioni di affinità e di continuità che le riforme che si faranno in architettura non saranno mai giovevoli e durature se non tendono a comporre un apparente dissidio che esiste tra arte ed architettura, tra architettura ed ingegneria; se non riescono a comporre questo dissidio e ad organizzare e armonizzare un complesso di forze e tendenze ed obbiettivi che apparentemente sono in contrasto, ma che realmente sono destinate ad aiutarsi a vicenda.

Ricordiamo ancora che da lungo tempo esiste un altro dissidio. Si deplora che nemmeno gli studi universitari della facoltà di matematica siano bene proporzionati e indirizzati ai candidati in ingegneria. I futuri allievi ingegneri costituiscono il contingente principale dei due primi anni di facoltà; ciò malgrado i programmi del biennio di facoltà sono svolti con l'obbiettivo del dottorato in matematica. Continuare a volere imporre gli stessi programmi anche agli allievi ingegneri è come voler continuare in un grave sperpero di energie. Molte delle fatiche inutilmente ora consumate dai futuri allievi ingegneri dovrebbero dirigersi a conseguire maggiore speditezza e sicurezza nelle calcolazioni materiali, a raggiungere una maggiore facilità nella pratica rappresentativa degli oggetti.

Se si prendessero ad esame pratico i programmi dei due primi anni di facoltà e si volesse ridurli di ampiezza e addattarli ai bisogni della ingegneria, si troverebbe che gli stessi programmi così modificati servirebbero anche ai bisogni della architettura.

Tutto ciò porta a concludere che le future scuole di architettura dovrebbero formare una sezione di politecnico e non un ente nuovo a parte.

Ma, si dirà facilmente: non esistono forse già le sezioni di architettura in seno alle scuole di applicazione o politecnici

che dire si vogliono? Sì, esse esistono; ma di nome e non di fatto; e non sono che una comoda scappatoia per i candidati che vogliono scansare la fatica o lo scoglio di alcune materie più indigeste di facoltà o della scuola politecnica. Di questi candidati poi pochi o nessuno specializzano in architettura e i più vanno ad ingrossare la schiera dei professionisti in genere i quali si lagnano poi se i periti agrimensori od i disegnatori contendono loro le commissioni.

Provvediamo una buona volta che tanto gli allievi provenienti dagli istituti tecnici, quanto quelli che provengono dal liceo abbiano ad acquistare nei due primi anni di facoltà universitaria una vera capacità esecutiva nelle arti del disegno; tanto nel disegnare a mano libera, come nel copiare dal gesso di ornato e di figura, come nel tradurre gli oggetti in proiezioni ortogonali e nel metterli in prospettiva. Facciamo a tutto ciò il tempo necessario con quel rimaneggiamento dei programmi scientifici cui si è accennato dianzi. Facciamo tutto ciò e allora si vedrà se le stesse sezioni non attireranno un conveniente numero di allievi e se non daranno esse pure frutti rigogliosi.

Facciamo poi, che in queste sezioni abbia larga parte la continuazione dello studio del disegno lineare ed artistico; e rechiamo in esse il succoso nutrimento dello studio dall'antico. Ma che non sia un antico studiato solo dogmaticamente sui manuali; sia invece una diuturna occupazione nel misurare e tradurre in schizzi e in disegno edifici esistenti; nel passare metodicamente in rassegna i tipi di architettura più caratteristici delle varie epoche, non esclusa la moderna, nell'analizzarli nella loro intima struttura e configurazione. Oh! allora si vedrà se questo succoso nutrimento dall'antico non porterà la vita e il prestigio anche nelle sezioni di architettura. Allora si vedrà se questa analisi approfondita dalle cose e dalle forme del passato non ci metterà una buona volta sulle tracce delle forme nuove e più convenienti per le cose del presente!

La Commissione fiorentina usa anch'essa l'appellativo di *superiori* per le future scuole di *architettura*, appellativo che implica non solo una forma o modo di dire; ma reca con sé una vera confusione di idee.

Per darci pensiero di scuole *superiori* di architettura bisognerebbe che in Italia esistessero fin d'ora altre scuole che siano *inferiori*. Ma se tutto è da fare perchè non prendiamo le mosse da una serie di scuole che siano nella loro importanza gerarchica niente di più e niente di meno di ciò che sono le attuali sezioni di ingegneria? E in questo caso perchè sciupare l'appellativo di *superiori* mentre è solo dopo che esisteranno quelle scuole, diremo così, normali, che si potrà giudicare se e dove, se una o più scuole veramente superiori o di perfezionamento possono desiderarsi in Italia?

Tutti i giorni, in tutti gli angoli d'Italia, anche nelle più modeste città di provincia, vediamo sorgere nuovi edifici, dedicare ad essi ingenti capitali, sia da parte della pubblica amministrazione sia da parte dei privati. Questi edifici, sarebbe desiderabile, sarebbe utile, vederli sempre affidati ad architetti che riuniscano in sé stessi la duplice qualità di ingegnere e di architetto, perchè includono a un tempo ed un quesito pratico, statico ed economico, ed un quesito artistico di forma ed espressione d'arte.

Ora se questo bisogno di edificare da una parte è esteso con una certa legge in tutte le regioni d'Italia, dovrà dall'altra con una corrispondente legge topografica farsi la distribuzione delle scuole che saranno destinate a provvedervi. Ecco perchè anziché provvedere a scuole *superiori* di architettura vorremmo che si provvedesse a *buone* scuole di architettura le quali dovrebbero essere su per giù tante quante sono ora le scuole d'applicazione per ingegneri.

Siamo d'accordo poi con la Commissione fiorentina che il Liceo deve essere strada alle scuole di architettura; ma vorremmo che anche l'Istituto tecnico fosse pure strada a quelle

scuole; e che a quelle scuole potessero accedere anche i candidati provenienti dagli istituti di belle arti e che per attitudine speciale avessero saputo e voluto procacciarsi la necessaria preparazione.

A riguardo dell'Istituto tecnico poi vorremmo che si facesse di più; che si esaminasse cioè, se in seno ad essi non convenga aprire una nuova sezione la quale specializzi nel ramo costruzioni e che sia a un tempo un vivaio delle future scuole di architettura e la scuola di preparazione per i modesti costruttori di case operaie, case di pigione, piccoli alberghi, piccoli opifici, case coloniche, edifici rurali e simili che sorgono tutti i giorni, per i quali l'ingegnere o l'architetto è un tecnico troppo aristocratico. I licenziati dall'Istituto tecnico non sono abbastanza preparati per accudire a questo ramo di edilizia e così sorgono giornalmente nuovi edifici senza essere stati nemmeno disegnati; ordinati direttamente dal committente al capo-mastro, vengono eseguiti e liquidati alla meglio senza nessun riguardo ai principii della vera economia, dell'equità e della giustizia.

Questa sezione speciale in seno agli Istituti tecnici è già adombrata in parte dalla sezione di agrimensura nella quale vi è più di nome che di fatto un corso di costruzioni e una scuola di disegno artistico. Ma il fatto dimostra che i licenziati da questa sezione rimangono esclusivamente agrimensori, cioè, misuratori dei campi, estimatori di case e di terreni. Spese volte si dedicano al catasto, alla segreteria comunale; insomma fanno di tutto ma non mai della vera architettura.

Ecco perchè lo studio delle nuove scuole di architettura è necessario prenda le sue mosse anche dagli Istituti tecnici e non solo col duplice intento come si è detto di avere candidati alle scuole di architettura e costruttori idonei ai casi più frequenti della modesta fabbricazione; ma ancora per ricavare da essi abili aiutanti ingegneri, ed aiuti-disegnatori negli studi di architettura e di ingegneria, per i quali vi è molte volte abbondanza di postulanti, ma scarsità di persone capaci.

Va da sé che alla stessa guisa che si è parlato di insegnamenti del disegno e di coltura d'arte da introdurre nelle scuole universitarie e politecniche; anche negli Istituti tecnici vi sono dei rami di insegnamento artistico da introdurre nuovi di sana pianta, altri da rinvigorire e da meglio indirizzare.

Una volta poi che esistessero e fiorissero questi insegnamenti d'arte in seno agli Istituti, alle facoltà di matematica e alle scuole di ingegneria, essi non contribuirebbero solo alla formazione di buoni architetti; ma concorrerebbero a svolgere quella cultura artistica, quel senso d'arte che è desiderabile esista in tutti coloro che in qualche modo devono occuparsi di costruire e dare forma alla materia.

Riassumendo non posso non riconoscere l'esattezza del concetto fondamentale della Commissione fiorentina che vuole temperate le fantasie dell'arte con le verità della scienza; ma temo che la proposta che essa fa, di creare per le scuole di architettura nuovi enti autonomi, presenti il duplice pericolo di non promuovere le sorti dell'architettura e di perpetuare il disordine e il controsenso che regna nelle odierne istituzioni didattiche che colla architettura hanno ragioni di affinità e di finalità.

C. CASELLI.

BIBLIOGRAFIA

Zeitschrift für Bauwesen. — Pubblicazione mensile del Ministero dei Lavori Pubblici prussiano. — Testo formato in 4° grande, ricco di incisioni e Atlante in-foglio con tavole incise in rame. — Berlino, W. 66. Wilhelm Ernst e Sohn, 1902. — Dispense dalla VII alla XII con 256 colonne, 55 pagine di appendice e 34 tavole.

Colla XII dispensa termina l'annata 1902 di questo periodico tanto importante per gli ingegneri e per gli architetti, e noi daremo qui appresso l'indicazione delle materie contenute nelle ultime sei dispense in continuazione di quella già data per le precedenti (1).

(1) *L'Ingegneria Civile*, 1902, pag. 93-96.

*
Palazzo del signor G. Haase in Breslau. — Articolo descrittivo con 7 figure nel testo e due piani, e con due tavole nell'atlante. E' una casa col pian terreno sollevato di qualche metro sul suolo naturale, con piano nobile e un terzo piano, costruita negli anni dal 1897 al 1899, su progetto dell'architetto Otto March di Charlottenburg, nello stile del primo Rinascimento. L'interno è semplice, ma con tutte le comodità e le installazioni moderne, sicchè l'edificio è uno dei più importanti di Breslau. La fondazione offrì qualche difficoltà, perchè il terreno nella sua maggiore estensione era terreno di riporto fino alla profondità di sei metri, ed anche il sottosuolo non era sufficientemente saldo. Non potendosi eseguire una palificazione per la vicinanza delle altre case, si distese alla profondità di sei metri uno strato di calcestruzzo con pietrisco di granito per una lunghezza di 40 metri, una larghezza di 18 metri e l'altezza di un metro. Per evitare possibili spaccature e crepacci si applicarono tre travi a T di 10 cm., intrecciate fra loro uniformemente su tutto lo strato, ma specialmente in corrispondenza dei muri, annegate nel calcestruzzo senza inchiodature. Si riuscì in tal modo ad ottenere sul sottosuolo di fondazione un carico di soli kg. 0,8 per centimetro quadrato. Nelle sale i cui soffitti sono ornati con ricche stuccature, si applicò al disotto del pavimento superiore un soffitto del sistema Rabitz, lasciando uno strato isolante d'aria di cm. 5 nei riquadri, cioè non in corrispondenza delle travi: si ottenne così un soffitto solidissimo, immune da qualsiasi crinatura e quasi insensibile alle trepidazioni. — Vi sono ascensori per le persone, per il combustibile, la biancheria e le vivande, tutti mossi elettricamente. — Il Direttore dei lavori è stato l'architetto P. Rother.

*
La nuova Scuola superiore di Veterinaria in Anversa. — Continuazione della Memoria da noi già annunciata nella Rassegna precedente (1): l'A. prosegue nella descrizione particolareggiata dei singoli edifici, e cioè: il fabbricato per le scuole di fisiologia e di chimica; quello per la macerazione, con le annesse scuderie per i cavalli destinati all'anatomia, e le stalle di esperimenti in servizio degli istituti fisiologico e patologico-anatomico; l'edificio delle caldaie e delle macchine; l'ospedale per i piccoli animali domestici; l'officina del maniscalco; l'istituto d'igiene; vari altri fabbricati minori, e finalmente l'impianto elettrico per l'illuminazione e per la forza motrice, nonché le condutture per l'acqua, per il gas e la fognatura.

Due figure nel testo accompagnano questa seconda parte e cinque grandi tavole nell'atlante illustrano tutta la importante Memoria e forniscono non solo i piani d'insieme, ma anche i particolari.

*
Fabbricato degli Uffici della reale Società di commercio marittimo in Berlino. — E' un lungo articolo dell'architetto W. Kern, per la maggior parte dedicato alla storia del fabbricato e alle sue peripezie; fu costruito da Federico Guglielmo I verso il 1740 a proprie spese e per uso d'abitazione dei domestici; ma prima ancora che fosse ultimato, lo regalò a un suo Ministro, al quale, caduto in disgrazia, venne di nuovo tolto per essere regalato al successore. La Società di commercio marittimo ne fece acquisto nel settembre 1787 e lo conservò fino al 1901, in cui venne demolito, perchè non corrispondeva più ai bisogni moderni e doveva fare posto ad un fabbricato nuovo. L'A. lo descrive sommariamente per conservarne la memoria e darne particolarità interessanti; undici figure nel testo forniscono la pianta e i particolari del tetto assai caratteristico; le 4 tavole dell'atlante danno la facciata, il prospetto interno, la prospettiva vista da un angolo e due ingrandimenti di parti delle facciate.

*
Soppressione del passaggio a livello della strada maggiore (Breitenweg) in Magdeburg-Neustadt, dell'ispettore Paolo Michaelis, con tre tavole nell'atlante.

Non è d'uopo ricordare ai lettori dell'*Ingegneria* quanto sia di grave imbarazzo, e spesso anche di pericolo, un passaggio a livello in vicinanza a una stazione, specie dove il movimento è considerevole, e il traffico sulla strada che attraversa la ferrovia, importante. L'inconveniente è gravissimo per il pubblico e per il servizio ferroviario; ciò spiega il perchè le Società di strade ferrate sono così restie a concedere tali passaggi, e preferiscono provvedere al ristabilimento delle interruzioni delle comunicazioni mediante cavalcavia o passaggio inferiore, secondo i casi. E' quindi naturale che anche là dove esistono si cerchi di fare tutto il possibile per sopprimerli; ma non sempre lo permettono le condizioni topografiche ed altimetriche in vicinanza alle città, e generalmente a queste difficoltà tecniche vanno congiunte quelle finanziarie, perchè la spesa è di solito rilevante.

Un bellissimo esempio e molto istruttivo è quello descritto dall'ispettore Michaelis nella *Zeitschrift für Bauwesen*. La strada attraversata dalla ferrovia è l'arteria principale del traffico fra Magdeburgo e il sobborgo Neustadt, centro di commercio e d'industria assai importante, il cosiddetto Breitenweg, che, insieme alla via Lü-

(1) Vedi nota precedente.

neburg, costituisce la continuazione del Breitenweg della città, altra arteria principale. Il passaggio a livello ha luogo sopra quattro binari principali ed un binario di servizio. I treni che secondo l'orario circolano sui medesimi sono 210 al giorno, non compresi i treni di materiali, facoltativi e le macchine isolate. Questo enorme movimento dava luogo a chiusure dei cancelli talvolta per lunghi intervalli, e di conseguenza a un ristagno di lunghe file di veicoli da una parte e dall'altra. Anche i pedoni subivano lo stesso inconveniente, specialmente nelle ore di chiusura o apertura delle fabbriche e officine. Fino dal 1871, quando si costruì l'ultimo tronco della linea Berlino-Potsdam-Magdeburg si chiese la costruzione di un cavalcavia o di un sottovia, ma per ragioni strategiche si oppose l'Autorità militare.

Finalmente nel 1888, per mutazioni sopraggiunte nelle circoscrizioni militari, si permise di provvedere alla soppressione del passaggio a livello. Dagli studi eseguiti si riconobbe l'impossibilità di costruire un cavalcavia, e dovendosi provvedere con un sottovia, diventava necessario di abbassare la via principale e di elevare la ferrovia; ma con ciò non si guadagnava molto spazio; allora si pensò bene di portare tutta la ferrovia, ossia i binari principali pel servizio viaggiatori, sopra una sede elevata, costruendo anche un apposito fabbricato viaggiatori relativo per Magdeburgo, e questo per tutto il tratto dalla stazione principale fino al ponte sull'Elba, e così non solo il Breitenweg, ma tutte le altre strade, e non sono poche, hanno libero corso sotto la ferrovia medesima. Il servizio merci con tutti i binari relativi si lasciò allo stesso livello, non potendo essere elevato all'altezza dei binari principali. Nel 1895 si deliberò definitivamente il lavoro.

L'esecuzione offriva pure le sue difficoltà, e furono superate stabilendo un programma con quattro periodi costruttivi:

1° Spostamento dei binari verso nord onde liberare la sede dei lavori della ferrovia elevata;

2° Costruzione della prima parte della ferrovia elevata;

3° Allargamento della sede rialzata alla sua larghezza normale e ultimazione della stazione Magdeburg-Neustadt pel servizio viaggiatori;

4° Lavori di completamento e di adattamento della stazione merci Magdeburg-Neustadt, i quali si poterono eseguire senza disturbo dell'esercizio.

L'articolo dell'ispettore Michaelis tratta appunto di questo problema: egli indica le condizioni prima di cominciare i lavori, e dopo ultimati i medesimi, e fa una particolareggiata descrizione dello sviluppo di essi durante i quattro periodi sopra accennati. Le tre tavole dell'atlante permettono di seguire con facilità la sua esposizione.

I lavori cominciarono nell'agosto 1897 e l'esercizio sui nuovi binari elevati e colla nuova stazione fu aperto il 6 settembre 1901. Le spese di tutti i lavori ammontarono a lire 3 875 000, non comprese le espropriazioni, che per contratto la città fornì gratuitamente.

*

Fognatura della città di Barmen secondo il sistema a canalizzazione distinta, dell'ispettore Verspermann. — Memoria di 28 colonne con 5 figure nel testo e due tavole nell'atlante.

Il sistema a canalizzazione separata, benché abbia già avuto molte applicazioni, non può sempre essere preferito al sistema della canalizzazione promiscua, la cui applicazione si può dire generale; ciò dipende dalle condizioni affatto speciali che esso richiede, le quali raramente si trovano riunite. Per lo più venne adottato per piccoli paesi e città di media importanza (1); si presta con vantaggio per le città in collina e con livellette accentuate, attraversate da depressioni con corsi d'acqua, dove si possono con facilità e rapidamente convogliare le acque meteoriche; o per quelle esposte al pericolo di inondazioni, onde evitare che le acque di rigurgito o di pioggia vadano a inondare i piani inferiori delle case; offrono il vantaggio di potere stabilire delle capacità determinate per lo smaltimento delle acque luride, con economia nelle spese di costruzione, specialmente quando alle pluviali si possa dare scolo superficialmente o con piccoli condotti, ecc. L'A. dimostra appunto che per la città di Barmen, sebbene conti 140 000 abitanti, esistono queste condizioni favorevoli, e di conseguenza la fognatura si è sviluppata secondo il sistema a canalizzazione separata. Siccome immediatamente a valle dell'abitato fa seguito Elberfeld, altra città di 150 000 abitanti, pure attraversata dalla Wupper come Barmen, così non era possibile di trovare dei campi irrigui per guidarvi sopra le acque luride; bisognava invece collegare le due fognature, e siccome quella di Elberfeld è a sistema promiscuo per le zone sulle pendici e a canalizzazione separata per quelle nel fondo della valle, così si studiò se non conveniva anche per Barmen adottare per le zone inferiori il sistema a canalizzazione unica; ma l'esame accurato

condusse a mantenere anche per esse il sistema a canalizzazione distinta, pure immettendo le acque luride di Barmen nel collettore unico di Elberfeld, ottenendosi l'economia per lavori da farsi in quest'ultimo di un milione e 250 mila lire. L'esposizione di tutte queste difficoltà e delle soluzioni proposte è interessante e può servire di norma a chiarire i vantaggi dei due sistemi e le condizioni da considerarsi, quando l'ingegnere si trova nel caso di dovere scegliere.

L'A. passa a indicare i criteri secondo i quali venne compilato il progetto.

In considerazione delle condizioni speciali di Barmen si stabilirono, pel calcolo delle sezioni dei canali destinati a smaltire le acque luride, i dati seguenti: per una popolazione di 120 000 abitanti e 16 ore di scolo, 229 litri per minuto secondo, equivalenti a un consumo di 110 litri; e per le acque impiegate nelle industrie e da smaltire colle precedenti 505 litri per secondo, durante 11 ore di scolo. Si suppose in avvenire un accrescimento triplo della popolazione e doppio per le industrie e si arrivò così a 1700 litri per secondo, ossia una media di litri 1,7 per ettaro e per m. sec.

Per le acque piovane si tenne calcolo della città propriamente detta, dove l'assorbimento e le altre perdite sono insignificanti, lo scolo rapidissimo e l'area fabbricata $\frac{2}{3}$ della totale; dei sobborghi, supponendo la superficie fabbricata per metà l'estensione; e finalmente dei dintorni, campi e macchie; per queste tre zone si adottarono rispettivamente litri 70, 45 e 25 per ettaro e per minuto secondo. Per le acque piovane si prevede ancora l'evenienza di improvvisi acquazzoni e dell'accumulamento dell'aria nei condotti, perciò le quantità suddette vennero aumentate del 50 0/0.

Con questi dati i condotti vennero calcolati colla formola di Gan-guillet e Kutter:

$$Q = Fv,$$

dove: Q = alla portata in metri cubi;

F = all'area occupata dall'acqua nella sezione;

v = alla velocità dell'acqua, data dalla nota formola:

$$v = c \sqrt{r i},$$

dove: i rappresenta la pendenza;

r il raggio idraulico; e

$$c = \frac{a \sqrt{r}}{b + \sqrt{r}};$$

$a = 100$ e $b = 0,27$ o $0,35$ oppure $0,45$ secondo la natura del materiale impiegato.

Non si fece uso del calcestruzzo in causa delle acque industriali che l'avrebbero attaccato e corrosivo; fu pure escluso dai condotti per le acque meteoriche, perchè poco resistente all'attrito dei materiali che in Barmen gli scoli piovani trasportano.

Si adottarono tubi di argilla con vernice interna e condotti in muratura di mattoni con platea in pezzi speciali; i primi circolari con diametro di 25 a 50 cm.; i secondi in forma ovoidale per sezioni di oltre un metro di altezza.

Segue lo studio del collocamento rispettivo delle due canalizzazioni, e cioè se convenga smaltire le acque meteoriche superficialmente o sotto terra; ed essendo risultato più opportuno e conveniente di mettere la canalizzazione delle acque bianche sotto terra, l'A. esamina se debbasi collocarla lontana da quella delle acque luride, o vicina, o adiacente, o sovrastante; con questo studio è intimamente collegato quello delle varie disposizioni dei tubi di immissione, dei pozzetti di visita, delle diramazioni, insomma di tutte quelle altre disposizioni che occorrono in una canalizzazione e che non rare volte offrono delle difficoltà. L'A. descrive ed illustra con opportuni disegni le soluzioni adottate nei vari casi, tenendo presente la manutenzione, la probabilità di nuovi innesti, il costo, ecc. Questa parte della sua Memoria è delle più istruttive e utili e viene a confermare sempre più, che per le condizioni particolari di Barmen, il sistema a canalizzazione distinta era il più indicato ed anche il più economico.

L'A. entra quindi a discorrere delle trattative intervenute colla città di Elberfeld, nel cui collettore immettono le acque luride di Barmen, per essere poi condotte sopra campi irrigui a valle di Elberfeld; accenna alla sistemazione della Wupper nel suo attraversamento (circa 5 km.) della città, in modo da sopprimere per l'avvenire qualsiasi pericolo di inondazione.

Il progetto primitivo era stato compilato da Frings; poi venne rimaneggiato e fatto quasi a nuovo da Winchenbach in collaborazione coll'Autore sulle basi dei criteri esposti; e qui l'A. dà una descrizione particolareggiata del progetto nelle varie zone in cui è divisa la città.

L'importo del progetto ascende a 16 250 000 lire così distinte:

Progetto per le condizioni attuali della città	L. 9 250 000
Quota di contributo alla città di Elberfeld per l'installazione dei campi irrigui	» 1 250 000
Importo per le costruzioni da eseguirsi man mano che si verificherà lo sviluppo previsto della città	» 5 750 000
Totale	L. 16 250 000

(1) I lettori certamente ricordano il lungo dibattito per i due sistemi a cui ha dato luogo la città di Torino (332658 abitanti) ed il trionfo della canalizzazione separata, in questo periodico da noi validamente sostenuta e che funziona già nel modo il più soddisfacente per molta parte della città mentre si continua ad estendere alle altre zone con rilevantissimo risparmio di spesa di costruzione e di esercizio.

(Nota della Direzione).

Concorso per il progetto di una conca a pozzo con salto di 20 metri, di Ernst Wattenberg, 26 col., con 21 figure nel testo e 4 tavole. — E' una Relazione sopra i vari progetti premiati al concorso bandito nel 1900 dalla Società degli architetti di Berlino in occasione della festa per Schinkel. Il tema consisteva nella: Costruzione di una conca con salto di 20 metri, per barconi di 50 m. di lunghezza, 7,50 di larghezza e 1,75 di pescagione. Il terreno di fondazione era argilla, per cui, nel caso occorressero dei bacini di conserva o di risparmio, essi avrebbero dovuto prevedersi come stagni naturali.

Dei quattordici progetti presentati undici vennero da una Commissione speciale ritenuti valevoli come tema per il 2° esame di Stato. Essi offrono tutti soluzioni bellissime e degne di servire di norma per maggiori studi in casi analoghi, perciò la Relazione del Wattenberg è assai utile e interessante, tanto più che l'unico esempio esistente di queste conche è quella di St. Denis presso Parigi, con salto di 10 metri. L'A. dell'articolo è stato uno dei concorrenti, e il primo progetto che descrive è il proprio; la conca è preceduta e susseguita da una specie di avamposto abbastanza grande per evitare che nel passaggio delle barche per la conca si formi nel canale una corrente troppo rapida per la grande quantità d'acqua necessaria. La conca è per intero in trincea, allo scopo di fare contribuire la spinta delle terre contro le pareti dei muri longitudinali a equilibrare in parte la spinta dell'acqua. Perciò i muri longitudinali sono a camere, separate da traverse che collegano le due pareti in cemento armato, delle quali quella contro terra è calcolata per resistere alla spinta del terrapieno, l'altra verso il cratere della conca per resistere contro la pressione dell'acqua. La conca è coperta da una tettoia a incavallature reticolate, i cui sostegni penetrano fra le due pareti dei muri longitudinali e costituiscono appunto le traverse di separazione delle camere, e danno la voluta rigidità al sistema. La pressione sul fondo è di 2 kg. per cmq. a conca vuota e di 3,2 kg. per cmq. quando essa è piena. Il portone a monte è in ferro e a cateratta, perchè oltre al richiedere una nicchia poco profonda è facile a manovrarsi all'aria compressa, permette una chiusura impermeabile ed ha la testata superiore non tanto lunga.

Il portone inferiore è pure di ferro e a forma arcuata dal lato della camera; si apre e chiude scorrendo dentro gargami in direzione verticale: è costruito in modo che il ferro lavora completamente a compressione e a trazione, e non ha che un peso di 27 tonnellate. Lateralmente alla conca, e precisamente in corrispondenza del cratere, da un solo lato, sono due bacini di risparmio o conserva; si è adottata per la loro disposizione la forma a ventaglio come più conveniente; la loro capacità media è doppia di quella del cratere, sicchè il risparmio è del 57 0/0. Il riempimento e la vuotatura dei bacini e del cratere ha luogo mediante sifoni, che mettono in comunicazione il tronco superiore, i bacini e il tronco inferiore col cratere della conca. Si sono previste delle disposizioni ingegnose per impedire che a conca piena i tre sifoni immersi abbiano a funzionare; la cervice di essi si trova di poco superiore al livello del pelo d'acqua nel corrispondente bacino; e il sifone del canale inferiore si affonda con uno dei suoi bracci in un pozzo di tanto (m. 12), per rispetto al pelo d'acqua del canale, di quanto dista la sua sommità interna dal livello dell'acqua a conca riempita. Il funzionamento avviene coll'aria compressa, la quale nei sifoni deve sempre avere una pressione corrispondente alla colonna d'acqua nel cratere sovrastante alla sua cervice. Questa pressione è massima a conca piena, e raggiunge 0,57 atm. nel sifone del primo bacino; 1,14 atm. in quello del secondo; e 1,20 atm. nell'inferiore.

Occorrono poi tre sifoni 192 mc. d'aria alla pressione massima di 1,26 atm. che si ottiene automaticamente con disposizione speciale.

I sifoni immettono l'acqua nel cunicolo sotto la platea, da dove, per mezzo di opportune aperture, s'introduce nella camera della conca. Per tutte le manovre necessarie basta un solo uomo, il quale si trova in un casotto sulla testata inferiore della conca, e non ha da fare altro, che chiudere e aprire varie condotture d'aria; con ciò apre e chiude i portoni, riempie e vuota la camera della conca. Opportuni manometri, galleggianti e simili gli permettono di giudicare dell'andamento dell'acqua senza muoversi dal suo posto.

Il secondo progetto è di Georg Benthien e differisce dal precedente nell'arditissima idea di collocare tutta la conca fuori terra, il che non si è mai osato proporre. L'A. ha preferita questa soluzione per evitare l'incertezza che offre il calcolo della spinta del terrapieno, e per rendere accessibili tutte le parti del manufatto, il che è certamente lodevole, per un'opera così importante e così speciale.

Le pareti del cratere della conca sono di lamiera di ferro applicata ad armature reticolari a triangoli, distanti fra di loro di m. 2,60 e rilegati longitudinalmente da aste e tiranti.

Il cratere diventa così un grandioso cassone rettangolare e appoggia allo stesso modo dei ponti sopra sostegni, il primo dei quali (in corrispondenza delle prime armature) è fisso, e tutti gli altri mobili, quelli sulla destra (da monte a valle) nella sola direzione longitudinale; quelli sulla sinistra invece, anche in direzione trasversale.

Tutta la costruzione è appoggiata sopra un fondamento di calcestruzzo, disposto in modo da ben ripartire le pressioni dei sostegni,

sicchè il terreno non viene cimentato che a 1 kg. per cmq. I bacini di risparmio sono sei (tre doppi), disposti tre da una parte e tre dall'altra della testata inferiore e paralleli alla conca; sono separati l'uno dall'altro mediante muro e diminuiscono il consumo d'acqua occorrente del 60 0/0 della capienza della conca. Comunicano col cratere, e così pure questo col canale superiore mediante otto tubi di ferro di 2 m. di diametro, i quali quattro a quattro si riuniscono nell'estremità superiore del fondo della conca in un gomito circolare di metri 2,50 di diametro, che comunica mediante 10 tubi col cratere. Altro particolare importantissimo, che insieme colle pareti del cratere costituiscono le parti più difficili del manufatto, sono le chiusure dei bacini, formate di cateratte a cilindro; esse sono alternativamente a pressioni da una parte e dall'altra, poichè l'acqua assume livelli diversi nel cratere e nei vari bacini.

L'A. continua nel suo articolo l'esame di tutti gli altri progetti; che sono tutti analoghi e non differiscono che nei particolari; però da quanto abbiamo riferito, i lettori sono in grado di apprezzare l'importanza della Memoria per ricorrervi in casi analoghi. Diciamo solo che in alcuni la conca è parzialmente libera, donde disposizioni particolari per eliminare le spinte, come sarebbero i contrafforti alla testata inferiore, ecc.; in altri i portoni offrono ingegnose costruzioni; la disposizione dei bacini di risparmio e le pareti variano pure. Termina l'articolo con brevi ricerche sulla quantità d'acqua che si può risparmiare tanto nel caso che i bacini abbiano una superficie complessiva uguale a quella del cratere, quanto in quello che la medesima è un multiplo di questa; e sul tempo necessario al riempimento e vuotatura della conca. Da essi si può tirare la conclusione, che nel passaggio di una conca, se si vuole ottenere il massimo risparmio di acqua, bisogna accrescere il numero dei bacini; l'aumento della loro superficie non comporta che una leggera economia d'acqua, e siccome il tempo per riempire e vuotare la conca rimane il medesimo tanto se si aumenta il numero dei bacini, quanto se si accresce il loro specchio; così la maggior convenienza si avrà col maggior numero di bacini ed uno specchio al massimo doppio di quello del cratere.

Per riguardo al costo non si sono fatti preventivi, però è acquisito, che in una conca a pozzo l'aumento di un metro di differenza di livello è assai più economico, che non la disposizione ordinaria di una serie di conche accoppiate o no.

Sui pavimenti di legno. — Memoria di G. Pinkenburg, in 29 colonne e 13 figure nel testo. — Premessa una rassegna storica delle varie fasi per le quali è passata la pavimentazione in legno, l'A. studia i materiali (ghiaia, cemento, legno, sostanze per rinziare e per riempire i giunti) occorrenti per la medesima; il modo di costruirla (lavori preliminari, calcestruzzo per lo strato inferiore, rivestimento di cemento, coperture in legname e rinziature); i lavori per il mantenimento (ristauri, rappezature e pulitura); costo e contratti; e termina con una conclusione, nella quale esamina la durata, i vantaggi e i difetti di questo modo particolare di pavimentazione. Nella sua Memoria l'A. si attiene in gran parte all'eccellente libro di Albert Petsche: *Le bois et ses applications au pavage*.

Le origini dell'impiego del legno nella pavimentazione delle strade si devono ricercare in Londra nel 1839; nel 1843 già 80 000 mq. di strade erano pavimentate in legno; nel 1884, 820 000 mq., e andò sempre più crescendo. In Parigi si cominciò nel 1842 e nel 1900 si avevano 1 200 000 mq. di pavimento in legno.

In Germania, dove si devono fare venire da fuori le essenze di legname necessario, il prezzo per mq. viene a costare in media 21,25 lire. Per essenze tropicali i prezzi sono maggiori:

per legname Karri d'Australia	L. 38,85	per mq.
» » Djati	» 36,35	»
» » Tallow	» 35,75	»

L'A. ritiene che la durata possa essere di 9 a 10 anni, quando la manutenzione sia regolare e ben fatta.

Costruzione del canale Dortmund-Ems. — È la fine della Memoria, che si continua attraverso tutte le dispense dal 1901 in poi; in queste ultime dispense sono trattati il porto esterno di Emden, i cantieri di riparazione e costruzione lungo il canale, le altre disposizioni accessorie, telefono, ecc.; i vantaggi procurati colla costruzione (prosciugamenti, irrigazioni, ecc.); i fabbricati; l'amministrazione e l'esercizio del canale. Intanto l'Editore ha fatto anche una pubblicazione a parte, che forma un bel volume in-4° di 100 pagine, con 124 figure nel testo, e un atlante con 31 tavole.

Stabilimento di bagni popolari Carlo Müller in Monaco. — Memoria dell'architetto Carlo Hocheder, di 26 colonne, con 21 figure nel testo e 6 tavole nell'atlante. — La costruzione di questo stabilimento si deve alla munificenza di Carlo Müller, il quale lasciò la sua sostanza per questo scopo, dietro una piccola rendita vitalizia, ben inferiore all'interesse della sostanza, ed ebbe la fortuna di assistere all'inaugurazione nell'età di 80 anni, avvenuta il 1° maggio 1901, dopo quattro anni circa di lavoro. E' un'opera che si può dire monumen-

tale, benchè non si sia voluto del lusso, ma però tutto il conforto desiderabile e le installazioni le più moderne. Il fabbricato è grandioso e imponente, e la Memoria di Hocheder, che ne fu l'architetto e il direttore dei lavori, lo illustra in modo degno di esso; comincia col fare la storia della sua creazione, poi ne dà una descrizione minuta in tutte le particolarità, e dedica dei paragrafi speciali alle vasche di nuoto per gli uomini e per le donne, ai gabinetti da bagno per gli uni (41) e per le altre (43), alle installazioni per le doccie, per i bagni a vapore, ecc., e financo ai bagni per cani. L'ultimo capitolo tratta largamente dell'esecuzione tecnica. Lo stabilimento completo venne a costare 2 093 750 lire circa.

*

Nuova chiesa parrocchiale di San Pietro in Norimberga. — Memoria di 18 colonne, con 13 figure nel testo e 3 tavole nell'atlante, del dott. Fritz Traugott Schulz. — La chiesa è l'opera dell'architetto prof. Giuseppe Schmitz, il quale, per quanto si sia dedicato allo studio dei monumenti chiesastici antichi, è uomo da volare colle proprie ali, e degli stili anteriori si serve solo come mezzo per esplicitare concezioni originali e geniali.

L'architettura chiesastica protestante non ha compito il suo sviluppo: si dibatte ancora fra le ricerche; ma noi riteniamo, contrariamente all'opinione di alcuni, che lo stile a preferirsi sia il gotico; esso più di ogni altro è adatto a sollevare l'anima; e pare faciliti, incoraggi l'aspirazione che l'uomo sente di elevarsi verso il Cielo, di rivolgersi in alto per cercarvi il conforto e la consolazione. Mentre lo stile romanico sembra prestarsi meglio a quella solenne solitudine e a quella tranquillità e quiete, che era scopo principale degli ordini monacali; non parliamo dello stile del Rinascimento, che ci sembra in perfetta contraddizione colla semplicità e nudità del culto protestante.

Ora Schmitz, secondo noi, ha ben compreso questo concetto, e sebbene i mezzi limitati di cui disponeva per la costruzione della chiesa di San Pietro non gli permettevano di esplicitare tutto il suo ingegno, ciò nullameno ha creato un'opera, che merita tutta l'attenzione degli architetti, e che offre un complesso armonico di forme austere, e nella loro nobile semplicità di grandiosissimo effetto. La Memoria del dottor Traugott-Schulz è precisamente dedicata a fare risaltare tutti questi meriti della costruzione architettonica, e dalla lettura della medesima, ma più ancora dalle figure e tavole che l'accompagnano, si può avere una cognizione completa dell'architettura gotica usata da Schmitz nella chiesa in parola, e delle sue peculiari caratteristiche; sicché il monumento descritto è un vero modello del genere.

*

Alcuni vecchi lavori fabbrili austriaci, di Martin Richter. — Sono poche righe ad illustrazione di 6 figure rappresentate in 2 tavole dell'atlante: una ferratura di porta del XVIII secolo; 3 scalzarute da collocare ai cancelli di giardini, del XVII secolo; un bracciale da lampada a muro, e un'armatura di sostegno di campana, la loro italiana portata in Carinzia dal principe Porcia nel 1883; tutti lavori artistici, specialmente gli scalzarute.

*

Consolidamento (rinforzo) del ponte ferroviario sul Reno presso Horchheim a monte di Coblenz. — Memoria dell'ing. Morgenstern, di 19 colonne, con 8 figure nel testo e 5 tavole nell'atlante. — Questo ponte (due archi in ferro e alcuni archi in muratura sulle due sponde) era stato costruito nel 1879 per la ferrovia Berlino-Metz; in breve tempo l'aumento del traffico su questa linea, assunse proporzioni così straordinarie, che da 20 treni in orario si andò a 130, senza contare i facoltativi, i treni di materiali, le macchine isolate, ecc.; la velocità e il peso delle locomotive crebbero proporzionalmente, tanto da fare temere per la sua stabilità. Una revisione dei calcoli cogli elementi attuali diede uno sforzo massimo di 970 kg. per cmq. per la tavola superiore, e di 1010 kg. per l'inferiore; le prove fornirono sforzi ancora superiori, 1313 kg. e 1658 kg. per cmq. Si deliberò quindi di rinforzare le due arcate in ferro.

La Memoria dell'ing. Morgenstern riferisce appunto sui lavori eseguiti per questo consolidamento; dapprima espone i criteri informativi del nuovo progetto; poi la redazione del progetto; indi l'esecuzione dei lavori, i quali vennero ripartiti in due anni; poscia tratta delle prove eseguite al collaudo, dell'importo e della direzione dei lavori. I criteri fondamentali si possono riassumere come segue. L'importanza del traffico richiedeva che, almeno per un binario, il servizio potesse continuare senza interruzione e con tutta sicurezza; perciò si eliminò *a priori* l'idea di rinforzare le sezioni degli archi e delle altre parti che sopportano i binari, poichè questa soluzione avrebbe richiesto una scomposizione della sezione o, peggio, una disorganizzazione della sua intima coesione, e molto tempo e danaro, senza poi offrire garanzia di efficacia. Si decise quindi, in armonia coi risultati forniti dal calcolo, di aggiungere ai due arconi esistenti, e che costituiscono le travature principali, due altri lateralmente ed all'esterno, per aumentare anche la larghezza del ponte. I nuovi arconi si applicarono così vicini agli esistenti, che non occorre di allargare le pile, e permisero un allargamento di m. 1,30 da ciascun lato, a vantaggio dei marciapiedi. Per caricare i quattro arconi il più uniformemente possi-

bile, si collegarono i montanti del nuovo arco con quelli dell'esistente, mediante traversoni appoggiati sopra di essi con cerniera, e sui quali appoggia, pure col mezzo di cerniera, la vera trave trasversale che sopporta i binari, così da riportare le azioni del sovraccarico sugli arconi, in modo che questi venissero uniformemente cementati. Dapprima si voleva assegnare ai nuovi archi le stesse dimensioni dei vecchi; ma poi si credette più opportuno, per economizzare del materiale, di disporre i sostegni dei traversoni in modo che gli arconi antichi sopportassero 55 000 di tutto il carico (proprio e circolante), e i nuovi solo 45 000; la distanza dei due arconi da asse ad asse risultò così di m. 1,50. Il ponte primitivo non aveva traversoni che in corrispondenza di ogni secondo montante; nel nuovo vennero applicati traversoni a tutti i montanti, con questa disposizione i longoni si poterono tenere più leggeri e le rotaie collocare in modo più sicuro per la circolazione dei treni. I contravventi si distribuirono in armonia coi criteri esposti.

Il programma dei lavori a farsi e l'esecuzione dei medesimi si fece in base alle condizioni stabilite dalla Società ferroviaria: che cioè l'esercizio non dovesse mai interrompersi durante tutto il periodo della costruzione, sopra un binario almeno; che nel caso di una mobilitazione militare durante il periodo dell'esercizio sopra un solo binario, l'Impresa lo ristabilisse nello spazio di cinque giorni sopra ambedue; finalmente, che dal 1° gennaio al 28 febbraio non si ingombrasse l'alveo con armature per evitare ogni pericolo di inondazione.

Le prove fornirono i risultati seguenti: flessione alla chiave:

		Arco	
		sopracorrente	sottocorrente
Al collaudo del ponte primitivo nel marzo 1879	campata di sinistra	mm. 34,56	mm. 33,84
	id. di destra »	» 30,00	» 29,02
Dopo 19 anni (1898) e prima del rinforzo	id. di sinistra »	» 43,4	» 39,7
	id. di destra »	» 42,9	» 44,5
Nello stesso punto dopo il rinforzo . .	id. di sinistra »	» 29,00	» 29,00
	id. di destra »	» 29,00	» 28,00

Il risultato è dunque soddisfacente. Anche le oscillazioni laterali misurate coll'apparecchio di Leuner, diedero 5 mm. prima del rinforzo e 3 mm. dopo. Gli spostamenti trasversali degli archi si misurarono coll'apparecchio di Askenasy, e diedero solamente 2 mm. Il peso primitivo della parte metallica, escluse le rotaie, era di 1196,844 tonnellate prima del rinforzo, e di 2377,686 tonnellate dopo. La spesa è stata di 1 782 500 lire, nei limiti del preventivo.

*

Costruzione delle nuove testate dei moli nel porto di Stolpmünde.

— Memoria dell'ing. Zander, di otto colonne, con 9 figure nel testo ed una tavola nell'atlante. — I due moli del porto terminavano ciascuno in una testata, costruita nel 1866, ma che in seguito a burrasche e traversie avevano grandemente sofferto; siccome la bocca d'entrata in m. 36 era alquanto stretta, e la forma a martello delle testate non tanto conveniente, invece di restaurare le esistenti, si pensò di prolungare i due moli e di costruire delle nuove testate, assegnando all'entrata del porto una larghezza di m. 41,50. I moli furono prolungati di 127 m. l'uno e di m. 142,5 l'altro, secondo il tipo di quelli esistenti, e cioè due paratie inclinate di 1:1,4 l'una verso l'altra e riempite di scogli. Per le testate però, in causa della loro maggiore esposizione, si pensò di costruirle come un monolite; e quindi ciascuna in un cassone di ferro senza fondo della lunghezza di m. 15, larghezza m. 10 e profondità fino al fondo del mare 9 m.; sostenuto nel punto dove doveva sommergersi con due galleggianti laterali della lunghezza di m. 13,80, larghezza m. 2,20 e altezza m. 2,45, e così calcolato da sporgere di un metro durante le operazioni; diviso internamente in due camere, dove si poteva far entrare l'acqua e uscire l'aria a mezzo di opportune aperture. Il cassone, dopo di averlo fatto calare in posto, veniva riempito con sacchi di calcestruzzo, fino a un metro al disotto del pelo medio del mare, e in seguito di uno strato di calcestruzzo fino a m. 0,30 sopra il pelo medesimo.

La Memoria dell'ing. Zander descrive appunto il modo come sono costruiti i cassoni e i galleggianti, e come vennero eseguiti i lavori.

*

L'ultima Memoria è una *Determinazione grafica della distribuzione delle forze in un arco a una cerniera*, del consigliere Adolfo Francke. — E' noto il procedimento ordinario per questa determinazione, ma questo dell'A. è una semplificazione, basata sulla rappresentazione degli spostamenti elastici dei punti dell'arco, dove fanno capo le membrature cementate. L'arco a una sola cerniera, considerato staticamente, è due volte indeterminato, e la soluzione proposta è, non solo semplice, ma facile ad eseguirsi; e sebbene l'A. limiti il suo studio all'arco suddetto, può estendersi anche senz'altro all'arco con articolazioni alle imposte, quando si tenga conto della considerazione che nel caso in parola è solo necessario di considerare singolarmente le azioni della spinta orizzontale e dei carichi.

Teramo.

GAETANO CRUGNOLA.

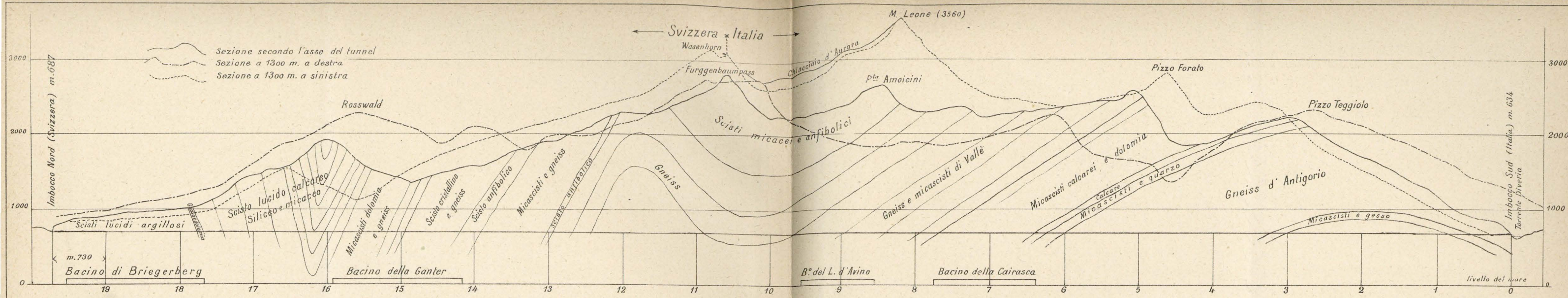


Fig. 1. — Profilo longitudinale della galleria del Sempione — Scala di 1: 50000.

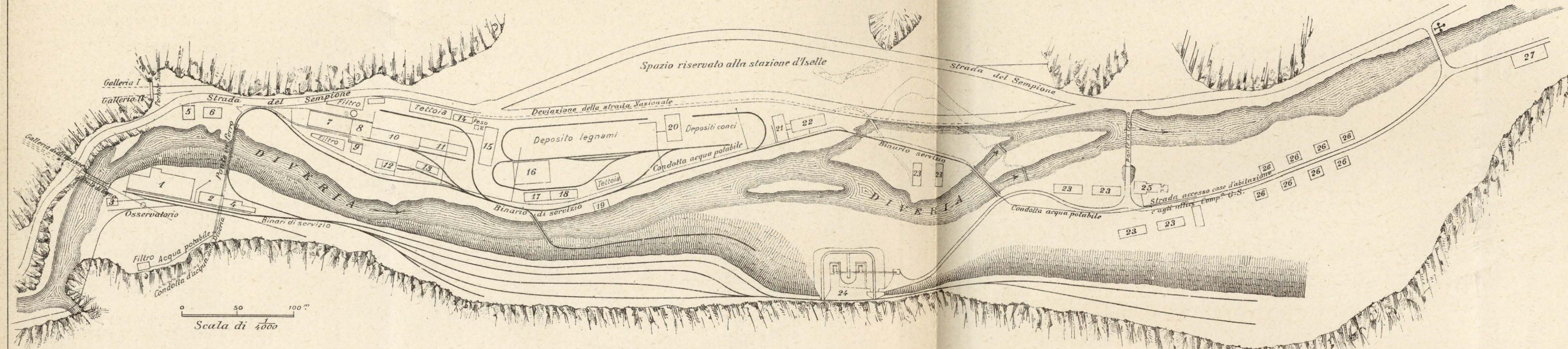


Fig. 2. — Planimetria generale del cantiere di Iselle — Scala di 1: 4000.

LEGGENDA.

1. Bagni e lavanderia
2. Cucina e controllori
3. Rimessa locomotive ad aria compressa
4. Deposito carbone per locomotive
5. Ventilatori
6. Casa Jura-Sempione
7. Pompe
8. Macchine a vapore
9. Dinamo
10. Officina
11. Rimessa riparazione vagonetti
12. Rimessa locomotive
13. Rimessa carbone
14. Guardia doganale
15. Uffici Impresa
16. Segheria
17. Fabbrica sabbia
18. Magazzino calce e cemento
19. Stalla
20. Albergo
21. Ex-cantina operaia
22. Dormitorio operai
23. Case operaie.
24. Deposito esplodenti.
25. Ospedale
26. Case d'abitazione per gli impiegati dell'Impresa
27. Uffici Jura-Sempione e alloggi impiegati

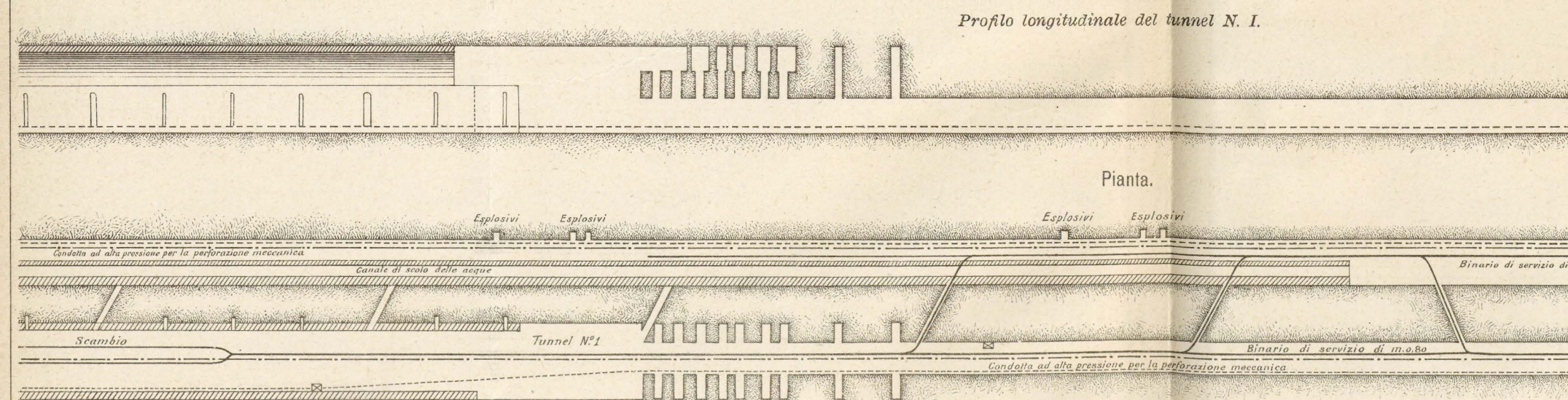


Fig. 3 e 4. — Particolari relativi ai cantieri in galleria — Scala } lunghezze 1: 4000
 altezze e larghezze 1: 400

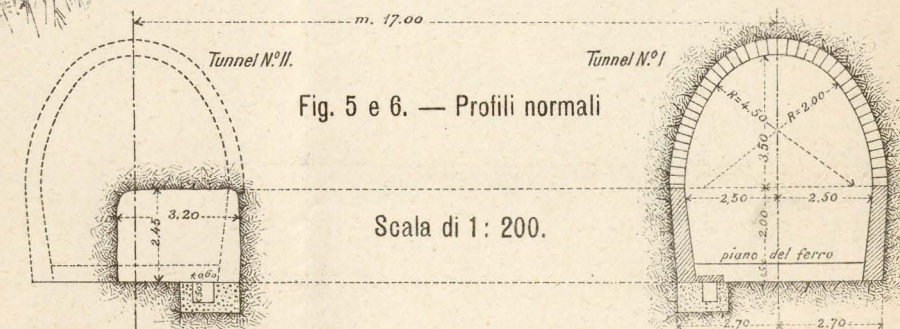


Fig. 5 e 6. — Profili normali

Scala di 1: 200.

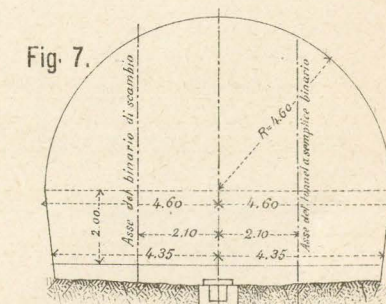


Fig. 7. — Profilo del tratto a doppio binario nel mezzo del tunnel N. 1.

Fig. 1. — Linea d'accesso Domodossola-Iselle. — Profilo longitudinale.

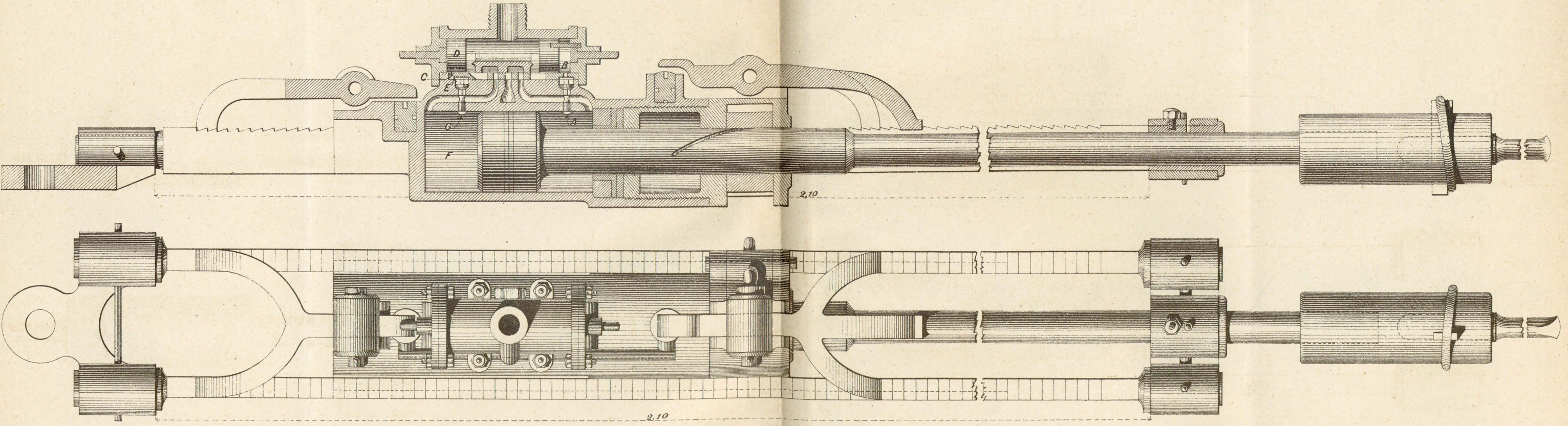
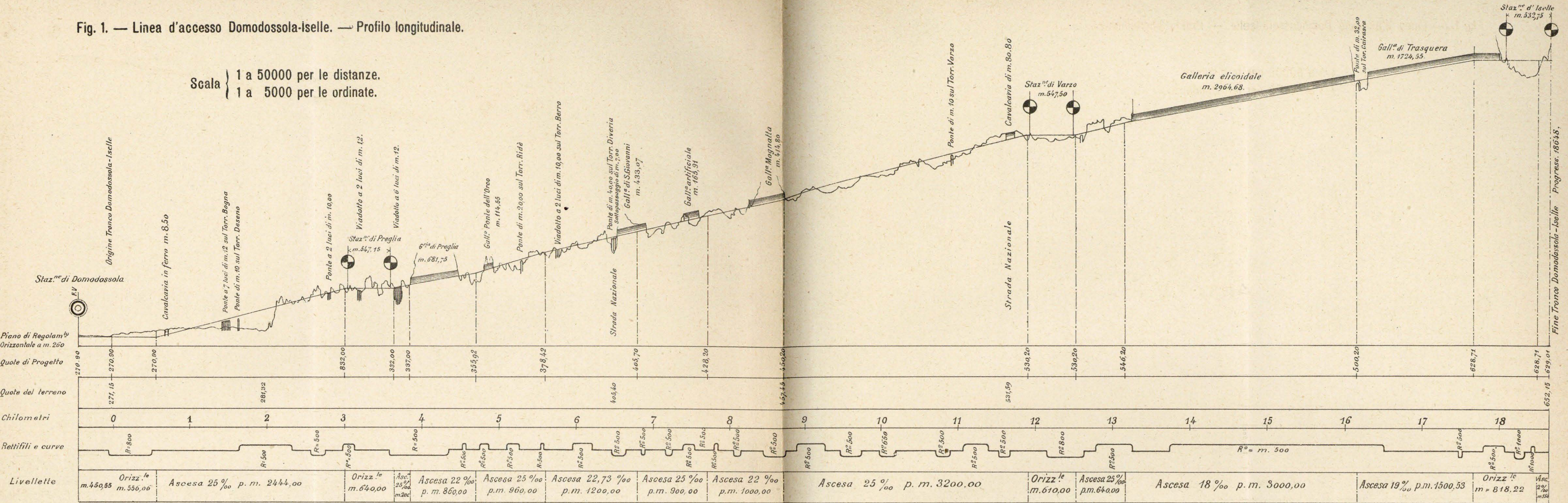
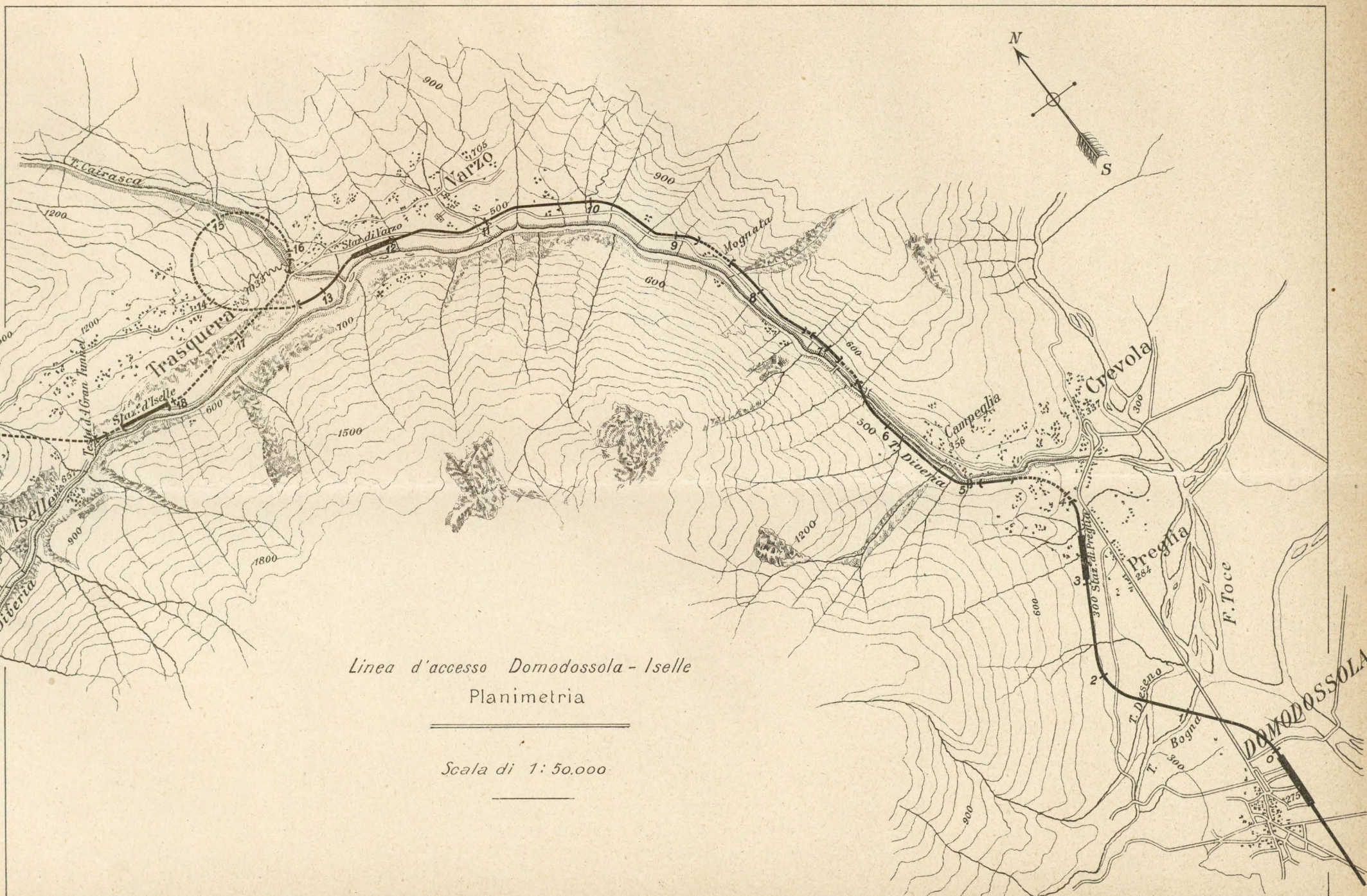


Fig. 2 e 3. — Perforatrice ad aria compressa, sistema F. Segala — Scala di 1 : 20.



Torino. Tip-Lit. Canilla e Bertolero di N. Bertolero, editore.