

**L'INGEGNERIA CIVILE**

E

**LE ARTI INDUSTRIALI****PERIODICO TECNICO QUINDICINALE***Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.**È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.***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)*

Il 22 marzo 1902 una quarantina di Laureandi Ingegneri civili ed industriali, guidati dal loro professore, l'ing. Vittorio Baggi e da due suoi Assistenti, partiva alla volta del Sempione per visitarvi i lavori della grande galleria di culmine e quelli della linea d'accesso Domodossola-Iselle. Dopo aver pernottato a Domodossola, si recavano il mattino successivo direttamente ad Iselle, ove, accolti gentilmente dall'Impresa Brandt, Brandau e C., poterono nella giornata stessa, sotto la preziosa e dotta guida degli ingegneri Pressel, direttore dei lavori, Lanino, Cattò, Gilardi, Bazzani, spingersi fino alla avanzata sud della grande galleria e visitare poi minutamente il cantiere esterno.

Il giorno 24 venne dedicato interamente alla visita dei cantieri della linea Domodossola-Iselle, e specialmente della galleria elicoidale presso Varzo. La visita fu agevolata e resa molto istruttiva dalla presenza dell'ing. cav. Cauda, direttore generale dei lavori della linea d'accesso, venuto espressamente da Domodossola cogli ingegneri Gozzi e Guidi, ed oltre che di questi, dell'ing. Bazzero, direttore del cantiere di Varzo. La Società Mediterranea, la quale gentilmente aveva disposto che l'ing. Destefani di essa Società accompagnasse la comitiva, con somma cortesia offriva a questa all'uscita dalla galleria un sontuoso *lunch*.

Tornati a Domodossola, si ripartiva la sera stessa per Pallanza, ed il giorno seguente, per Arona e Oleggio, la comitiva faceva una rapida diversione a Vizzola-Ticino, per visitarvi il grandioso impianto idro-elettrico; dopo di che faceva la sera ritorno a Torino.

Attesa l'importanza dei lavori e degli impianti visitati, e per ottemperare al desiderio manifestatomi dal prof. Baggi, mi sono deciso a pubblicare la seguente Relazione, nella quale ho riunito, e ordinato per quanto mi fu possibile, le notizie ed i dati tecnici raccolti durante il viaggio. Particolari ringraziamenti porgo intanto all'egregio ing. G. Lanino, alla gentilezza del quale debbo il completamento di molte notizie relative ai lavori del gran tunnel.

Dell'impianto idro-elettrico di Vizzola non terrò parola; complete descrizioni di quest'opera grandiosa, che è vanto dell'Italia, ammirazione degli stranieri, si trovano nel *Monitore Tecnico*, anno 1901, ed in altri giornali tecnici.

**I. — LA GALLERIA DEL SEMPIONE.**

*Generalità.* — La galleria del Sempione, destinata a collegare le ferrovie italiane a quelle svizzere della Compagnia Jura-Simplon, viene a mettere in diretta comunicazione la valle del Rodano con quella della Diveria, torrente che af-

fluisce nel fiume Toce poco a monte di Domodossola. Il grande rettilineo della galleria attraversa nella direzione N W-S E la catena delle Alpi Levantine, a non grande distanza dalla verticale corrispondente alla sommità del monte Leone (m. 3561), ed è intersecato quasi verso la sua metà dalla linea di confine tra l'Italia e la Svizzera; esso ha una lunghezza di m. 19 321,80, e termina all'imbocco nord (Svizzera) con una curva di m. 140 di lunghezza e m. 350 di raggio, e dalla parte sud (Italia) con una curva di m. 185,50 di lunghezza e m. 408 di raggio, mediante la quale si raccorda ad un rettilineo di m. 122,70, che fa capo all'imbocco della galleria. La lunghezza totale del tunnel viene perciò ad essere di m. 19 770; le sue testate distano rispettivamente, la nord di km. 2,5 dall'attuale stazione di Briga, e la sud di km. 19 dalla stazione di Domodossola. Tali sono le lunghezze delle due linee d'accesso alla grande galleria, che si stanno costruendo.

Il notevole vantaggio che offrirà il valico del Sempione rispetto agli altri valichi alpini, per riguardo alla economia dei trasporti, proviene dalla sua molto limitata altitudine sul livello del mare, arrivando il suo punto culminante solo alla quota di m. 704,10. Se si pone mente che detta quota raggiunge m. 1294,70 nella galleria del Moncenisio, m. 1154 al Gottardo, m. 1310,60 all'Alberg, è facile dedurre la forte riduzione che ne subiranno le lunghezze virtuali delle grandi linee ferroviarie che si goveranno di questo basso valico.

Le quote degli imbocchi essendo rispettivamente di m. 685,83 per quello nord e di m. 633,60 per quello sud, ne risulta una differenza di livello di soli m. 52,23, la quale ha permesso l'adozione di una pendenza lieve in confronto delle pendenze massime state adottate nelle anzidette gallerie; per la livelletta relativa all'imbocco nord (lunga m. 9184) essa è solo del 2 0/100, quale è necessaria per il facile scolo delle acque; per quella relativa all'imbocco sud (lunga m. 10 086) è del 7 0/100. Tra queste due livellette ed in corrispondenza del punto culminante, è progettata una livelletta orizzontale di m. 500.

La posizione dei due imbocchi venne quasi fissata dalle stesse condizioni planimetriche, orografiche e geologiche del terreno. Invero dalla parte sud l'allargamento che subisce la valle della Diveria mezzo chilometro a valle del piccolo paese di Iselle era quello più indicato, anzi l'unico che si potesse prestare alle installazioni esterne; del resto, mentre ivi uno spostamento più ad est avrebbe allungato il tunnel ed aumentata la sua pendenza massima, uno spostamento verso ovest avrebbe portato l'imbocco in una gola nella quale anche le condizioni del clima sarebbero state molto meno favorevoli per l'esecuzione dei lavori. Quanto all'imbocco nord, venne anch'esso stabilito di posizione dalla convenienza di evitare, a destra, l'incontro di estesi giacimenti di gesso, ed a sinistra, una maggior lunghezza di galleria.

Per facilitare le operazioni di tracciamento dell'asse, il gran rettilineo della galleria venne prolungato fino all'esterno da ambe le estremità mediante due gallerie di dire-

zione, lunghe rispettivamente m. 273 quella a sud e m. 134 quella a nord, ed aventi le loro teste ad una distanza di m. 19 728,70. I due capisaldi individuanti il detto rettilineo vennero scelti l'uno sulla sponda destra della Diveria e l'altro sulla sponda destra del Rodano. Essi vennero rilegati prima ad una triangolazione fatta fin dal 1876, la quale servì a determinare provvisoriamente e con sufficiente esattezza la direzione della galleria di base; ed in seguito, cioè nel 1898, vennero collegati mediante la triangolazione definitiva compiuta dal celebre geodeta Rosemund, di Berna, e comprendente 11 vertici situati in buona parte sopra eccelse cime, come quello sul monte Leone (m. 3565), quello sul Seehorn (m. 2500), quello sull'Hullehorn (m. 3200), quello sullo Spitzhorn (m. 2700), ecc.

Il risultato di questa seconda operazione trigonometrica ha accusato un errore probabile di  $\pm 0''{,}55$ , errore che porterebbe ad uno scarto probabile di cm. 6 all'incontro dei due attacchi al centro del tunnel.

In relazione colla piccola altitudine della galleria sul livello del mare, risulta notevolmente grande lo spessore dei massicci montagnosi ad essa sovrastanti, il quale spessore per oltre metà della galleria supera m. 1100, e raggiunge presso il km. 9 dall'imbocco nord il valore di circa m. 2135 (vedi Tav. XV, fig. 1). Se quindi da un lato la notevole lunghezza della galleria rendeva difficile a risolversi il problema della ventilazione durante lo scavo, non altrimenti eseguibile che procedendo a foro cieco dai due imbocchi, dall'altro lato la grande profondità di essa rendeva ancor più grave il problema di mantenere nell'interno, specialmente a scavo molto inoltrato, una temperatura compatibile colle esigenze igieniche degli operai e adatta ad un proficuo lavoro per parte di questi.

Applicando al Sempione i risultati delle osservazioni fatte dallo Stapff in occasione del traforo del Gottardo, in base alle quali egli avrebbe trovato uguale a circa m. 48 il grado geotermico ammissibile sotto alte montagne, del tipo appunto di quelle del Gottardo, si doveva ritenere pel Sempione che molto probabilmente, per un tratto di 6 o 7 km., cioè da poco oltre 5 km. di avanzamento dal lato sud, ed 8 km. dal lato nord, la temperatura della roccia sarebbe venuta a superare i  $38^\circ$ , e avrebbe raggiunto in qualche punto un massimo fra i  $42^\circ$  e i  $45^\circ$ . Anche volendo fare assegnamento, per il Sempione, sopra una maggiore ampiezza di grado geotermico di quella trovata dallo Stapff per il Gottardo, cosa che, come vedremo, si dimostrò alla prova dei fatti tutt'altro che vera, non era prudente ritenere le previsioni gran cosa inferiori ai limiti accennati.

La Compagnia Jura-Simplon, edotta dei gravi inconvenienti a cui aveva dato luogo al Gottardo una deficiente ventilazione accompagnata da un'eccessiva temperatura, si rese fin da principio debito conto dell'importanza dei due problemi accennati, e molto saggiamente stabiliva all'Impresa assuntrice dei lavori l'obbligo di provvedere ad una buona ventilazione dei cantieri in galleria, e di prendere le misure necessarie per mantenere nell'aria dell'ambiente una temperatura mai superiore ai  $25^\circ$ .

Dal canto suo l'Impresa Brandt, Brandau e C., vista l'intima connessione del problema dell'abbassamento della temperatura con quello della ventilazione, a risolvere bene quest'ultimo pose il massimo studio, e vi riuscì nel modo più soddisfacente, adottando nella perforazione della montagna un metodo speciale, non peranche adoperato. Invece di scavare un'unica galleria con una sezione capace di due binari, si pensò di scavarne due parallele ad un solo binario, cogli assi a distanza di 17 m., collegate ogni 200 metri circa da cunicoli trasversali, aventi  $6\text{ m}^2$  di sezione. Per ora si scava completamente una sola delle gallerie, quella che si trova alla destra di chi viene dall'Italia, ed è chiamata N. I; dell'altra, chiamata N. II, si scava solo un cunicolo di base, avente una sezione di  $8\text{ m}^2$  circa, il quale verrà poi ampliato quando l'aumento del traffico sulla linea obbligherà ad un servizio con doppio binario. La galleria di direzione, avendo il suo asse coincidente con quello della galleria N. I, viene dalla parte di Iselle ad incrociare il cunicolo N. II, (vedi fig. 152) mentre non l'incrocia dalla parte di Briga.

Il cunicolo parallelo N. II, la cui avanzata si fa procedere di pari passo con quella della galleria N. I, è destinato a compiere, col sussidio dei cunicoli trasversali, durante l'esecuzione di quella, e per tutta la durata dell'esercizio ad un sol binario, due importanti uffici: quello di provvedere ad un'attiva e veramente adeguata ventilazione, e quello di servire come canale di sfogo per le acque di infiltrazione e di scarico delle perforatrici. Potendo venir immesse nel cunicolo N. II, a mezzo dei cunicoli trasversali, anche le acque provenienti dalla galleria N. I, queste non hanno più da percorrere la detta galleria, cagionando soggezione ai cantieri posteriori di essa. Non occorre osservare quanto utile si sia dimostrata questa disposizione in occasione delle potenti ed imprevedute infiltrazioni d'acqua incontrate in questi ultimi tempi nell'avanzata della parte sud.

È facile poi comprendere come l'adozione di due gallerie parallele coi cunicoli trasversali di collegamento possa rendere grandemente efficace l'azione di potenti ventilatori installati in corrispondenza dei due imbocchi; poichè spingendo

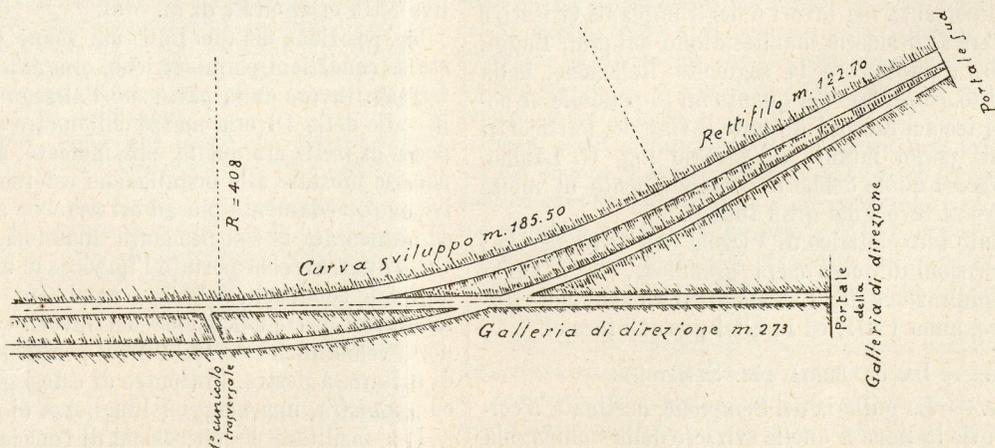


Fig. 152. — Imbocco sud della grande galleria.

per mezzo di essi l'aria in una delle due gallerie, per es., nella N. II, come precisamente si fa, e tenendo chiusi tutti i cunicoli trasversali, tranne quello più prossimo alle due avanzate, una grande quantità d'aria, dopo aver percorsa la detta galleria, a mezzo dell'ultimo cunicolo di collegamento passerà nella galleria N. I, percorrendola in senso inverso sotto forma di corrente di ritorno.

Avendo risolto in modo soddisfacente il problema della ventilazione, l'Impresa ha già in questa stessa un mezzo assai efficace per combattere le alte temperature a cui si deve andare incontro. Un'altra condizione favorevole a questo riguardo è creata dal fatto di essere l'acqua il fluido motore delle perforatrici adoperate; poichè questa, scaricandosi dalle perforatrici medesime e da altre prese opportunamente distribuite e derivate dalla condotta ad alta pressione delle perforatrici (iniettori, spruzzatori, piogge), viene per la sua grande capacità calorifica a rinfrescare notevolmente la roccia e l'ambiente. L'azione combinata di queste due cause refrigeranti ha fatto sì che fino ad ora, nonostante le temperature incontrate, il lavoro degli operai, specialmente all'avanzata, si potè compiere in ottime condizioni.

In questi ultimi tempi, mentre all'avanzata sud il problema dell'abbassamento della temperatura diede anche minori preoccupazioni a motivo del raffreddamento naturale prodotto dalle abbondantissime sorgenti d'acqua incontrate, all'avanzata nord la temperatura subì rapidamente un aumento così grande e al di là di ogni previsione da costringere all'uso di refrigeranti speciali, consistenti in polverizzatori d'acqua fredda, attraverso ai quali si fa passare per rinfrescarla l'aria spinta dai ventilatori.

\*

*Le installazioni esterne.* — Prima di venire a discorrere dettagliatamente del modo in cui si compiono i lavori in galleria, e delle condizioni speciali che la natura del terreno ha in sul principio del corrente anno creato rispetto ad essi all'avanzata sud, sarà bene dare uno sguardo al cantiere esterno di Iselle, notevole per l'importanza delle installazioni e per il modo ingegnoso nel quale si seppe adattare queste alla strettezza del luogo. Lo schizzo di planimetria riportato nella Tav. XV, fig. 2, colla relativa leggenda, serve già a dare un'idea generale della configurazione del cantiere. Esso si estende per una lunghezza di oltre un chilometro a valle dello sbocco della galleria di direzione ed a cavalcioni della Diveria, sulla quale sono gettati parecchi ponti. Fra questi quello più a monte, costruito in legno, colla luce di m. 27 e la larghezza di m. 2.70, è situato appunto sull'asse della galleria di direzione, e porta il binario di servizio che collega l'interno della galleria col cantiere esterno. Gli sta vicino sulla sponda destra della Diveria un ampio edificio, costituente la così detta stazione del tunnel, del quale una buona parte è dedicata ad un impianto completo di bagni e di doccie, ove le squadre lavoratrici, all'uscita dalla galleria, possono in breve tempo lavarsi, rinfrescarsi e mutare gli abiti. Un'apposita caldaia fornisce l'acqua calda necessaria per il riscaldamento dell'ambiente e per l'asciugamento degli indumenti. L'impianto è in funzione fin dal giugno del 1900, e non fa bisogno di rilevarne la importanza igienica riguardo agli operai, i quali d'altra parte potendosi accedere con passaggio coperto sotto la lunga tettoia di cui anteriormente è munita la stazione, vengono nella rigida stagione a risentire meno il passaggio dall'ambiente eccessivamente caldo dei cantieri interni a quello molto freddo dell'esterno. Annessa all'impianto dei bagni è la lavanderia. Nell'edificio della stazione trovano conveniente posto l'ufficio sanitario per i soccorsi d'urgenza, l'ufficio controllo e gli uffici per gli impiegati addetti alla direzione immediata dei lavori.

Una forgia pei fioretti a mano ed un deposito di carbone e di locomotive formano il prolungamento dell'edificio medesimo, da esso separati mediante un ampio passaggio coperto.

Serve a dare adito alla stazione, per chi viene dalla strada nazionale, il passaggio sopra un ponte in ferro situato poco più a valle di quello precedentemente accennato. Questo ponte, costruito dalle Officine di Savigliano, con una luce di m. 40,80 ed una larghezza di m. 4, è costituito da due travi principali a graticcio, le quali portano un'impalcatura superiore per il passaggio suddetto ed una inferiore per il binario di servizio che collega la parte del cantiere che sta alla destra con quella che sta alla sinistra della Diveria. In un piano intermedio tra le due impalcature trovano ancora posto le condutture dell'acqua, cioè quella forzata che porta l'acqua alle turbine e quella più piccola dell'acqua potabile.

Il gruppo più importante di edifici è quello che si trova sulla sponda sinistra del torrente, poco più a valle del ponte in ferro, e comprende la gran sala delle turbine e delle pompe con quella attigua delle macchine a vapore, l'officina, il laboratorio per la riparazione dei vagoni, l'installazione elettrica per l'illuminazione, una rimessa per le locomotive, il grande fabbricato ove ha sede l'ufficio centrale dell'Impresa, quello riservato alla guardia doganale, due depositi di carbone, la segheria ed il magazzino di calce e cemento.

Le pompe, ad alta pressione, della Ditta Fratelli Sulzer di Winterthur, sono accoppiate a due a due in sei coppie: una coppia piccola fornisce 4 litri al 1", tre coppie medie forniscono ciascuna 6 l., e due grandi forniscono ciascuna 12 litri. Non funzionano però tutte contemporaneamente, poichè per azionare le perforatrici e gli iniettori occorrono solo litri 20 al 1". La pressione dell'acqua, misurata nella sala delle pompe, si è sempre aggirata intorno alle 90 atmosfere, ma potrebbe anche raggiungere le 120. Un regolatore idraulico di pressione è interposto tra le pompe e la condotta forzata che porta l'acqua in galleria. Esso funziona anche come accumulatore.

Da poco tempo vennero installati nella sala delle pompe anche due compressori d'aria, di cui uno della Casa Burckhardt e Weiss di Basilea, l'altro della Casa Ingersoll-Sergeant (America), per servire le locomotive ad aria compressa che da oltre un anno sono state sostituite in parte a quelle a vapore.

Il compressore svizzero può fornire 2 m<sup>3</sup>. d'aria al minuto, quello americano 3 m<sup>3</sup>., misurati detti volumi alla pressione esterna. L'aria compressa, dopo aver attraversato un serpentino d'acqua fredda per raffreddarsi, viene raccolta in un serbatoio esterno capace di 8 m<sup>3</sup>., e di lì condotta in galleria, per il rifornimento delle locomotive, in tubi di 50 mm. di diametro e 3,5 di spessore.

Le pompe ed i compressori d'aria sono azionati da 3 turbine, di cui una grande di 600 cavalli, e due di 250 ciascuna. Un'altra turbina di 600 cavalli, smontata, è di riserva. Tutte appartengono al tipo Pelton.

In un locale adiacente alla sala delle pompe si trovano tre locomobili compound della Casa Woolf di Magdeburg, della forza complessiva di 220 cavalli. Queste azionarono le pompe finchè non fu ultimato l'impianto per la derivazione della forza motrice dalla Diveria: attualmente servono come riserva, solo per azionare le perforatrici, nei casi in cui il funzionamento delle motrici idrauliche viene accidentalmente interrotto da guasti nella condotta forzata.

Nell'officina sono macchine utensili di diversa specie: vi si contano sette tornii, cinque fresatrici, un maglio, due trapani, una piallatrice, ecc. La forza motrice necessaria al loro funzionamento è fornita dalle stesse turbine installate nella sala delle pompe. Nell'officina si fabbricano i

fiochetti per le perforatrici, e vi si riparano quelli smussati che hanno già lavorato: opera questa non certo di poca entità, se si pensa che ad un migliaio circa al giorno arrivava il numero di quelli che dovevano prepararsi quando le perforatrici all'avanzata lavoravano nel gneiss d'Antigorio molto duro. Nell'officina medesima si riparano le perforatrici e si provano prima di mandarle sul lavoro, facendole agire su grandi blocchi di roccia forniti dalle cave sassi. E' precisamente in questo modo che questa volta noi potemmo vedere in azione una delle perforatrici Brandt, che altra volta avevamo potuto osservare in opera alle fronti d'attacco, essendochè ivi, all'epoca della recente nostra visita, le perforatrici tacevano, e già da parecchi mesi, a motivo delle difficili condizioni del terreno che stava attraversando l'avanzata.

In apposito edificio situato presso la sala delle pompe funzionano, azionate da una turbina di 100 cavalli, con servomotore idraulico, due dinamo per la illuminazione elettrica delle installazioni esterne, degli uffici, ecc., illuminazione ottenuta mediante circa 40 lampade ad arco e più di 400 ad incandescenza.

Poco più a valle degli edifici accennati, e precisamente vicino all'ingresso dalla strada nazionale nel cantiere, sorge l'ampio fabbricato ove hanno sede gli uffici dell'Impresa. Esso è a tre piani, e di questi quello terreno è adibito a magazzino, il primo piano è tutto occupato dagli uffici, ed il secondo è destinato agli alloggi degli impiegati.

Non molto distante da questo fabbricato e più in basso si trovano la segheria messa in azione da una turbina di 45 cavalli, ed il magazzino di calci e cemento, al quale ultimo sono annessi un frantoio e due macine a sabbia, azionati da due altre turbine di 30 cavalli ciascuna.

Importante per l'ufficio cui è destinato e per il carattere stabile che esso riveste è l'impianto definitivo dei ventilatori, il quale cominciò a funzionare dal luglio del 1900. Fino a quell'epoca la ventilazione in galleria dalla parte sud venne fatta mediante due ventilatori situati nel fabri-

cato delle pompe, officina, ecc., capaci di spingere in galleria, mediante tubi in ferro del diametro di m. 0.50 e per l'imbocco N. II, da 2 ad 8 m<sup>3</sup>. d'aria al 1" con una pressione media di 250 mm. d'acqua. L'attuale impianto, il quale è stato costruito in modo da servire poi anche durante l'esercizio della galleria, è posto di fianco e al disotto alla strada nazionale, in prossimità del punto ove sorgerà il portale della galleria. Vi sono installati, in prosecuzione l'uno dell'altro (v. fig. 153), due grandi ventilatori centrifughi della Ditta Fratelli Sulzer, del diametro di m. 3.75, con palette curve e corona a campana, messi in moto da due turbine di 200 cavalli ciascuna, ad azionare le quali un'apposita condotta d'acqua, di cm. 40 di diametro, si distaccò dalla condotta principale. Le ruote dei ventilatori possono al massimo dare da 350 a 400 giri al minuto primo, richiedendo una forza motrice massima appunto di 200 cavalli ciascuna.

Come risulta dagli schizzi annessi, ciascun ventilatore è messo in comunicazione coll'esterno mediante tre porte (*a a i* per il ventilatore N. I, *b b h* per quello N. II), delle quali una situata in corrispondenza del suo piano medio e due laterali: secondo che si tengono aperte queste ultime e chiusa la centrale, oppure aperta quest'ultima e chiuse le laterali, l'apparecchio funziona come compressore oppure come aspiratore. Ciascun ventilatore, lavorando da solo, può fornire 25 mc. d'aria al 1" alla pressione di 250 mm. d'acqua; cosicchè lavorando tutti e due contemporaneamente ne possono fornire 50 mc. alla stessa pressione. Possono però anche funzionare accoppiati in serie, nel qual caso vengono a fornire un volume d'aria metà ad una pressione doppia. Questo vario modo di funzionamento dei due ventilatori si può ottenere chiudendo od aprendo, oltre alle sei porte sopra accennate, delle ventole *c c, d, e, ff, g g*, convenientemente disposte e manovrabili alcune dalla stessa camera delle turbine, altre dall'esterno nella parte opposta. Il quadro che segue non ha bisogno di ulteriori spiegazioni.

		Quantità d'aria al 1"	Porte e ventole		
			aperte	chiuse	
Il ventilatore N. I gira solo		25 mc. alla pressione di 250 mm. d'acqua	aspirazione dall'esterno	<i>aa, d</i>	<i>bb, cc, e, ff, gg, h, i</i>
			aspirazione dal tunnel	<i>gg, i</i>	<i>aa, bb, cc, d, e, ff, h</i>
Il ventilatore N. II gira solo		25 mc. alla pressione di 250 mm. d'acqua	aspirazione dall'esterno	<i>bb, e</i>	<i>aa, cc, d, ff, gg, h, i</i>
			aspirazione dal tunnel	<i>ff, h</i>	<i>aa, bb, cc, d, e, gg, i</i>
I due ventilatori girano contemporaneamente	accoppiati in serie	25 mc. alla pressione di 500 mm. d'acqua	aspirazione dall'esterno	<i>aa, cc, e</i>	<i>bb, d, ff, gg, h, i</i>
			aspirazione dal tunnel	<i>cc, gg, h</i>	<i>aa, bb, d, e, ff, i</i>
	accoppiati in quantità	50 mc. alla pressione di 250 mm. d'acqua	aspirazione dall'esterno	<i>aa, bb, d, e</i>	<i>cc, ff, gg, h, i</i>
			aspirazione dal tunnel	<i>ff, gg, h, i</i>	<i>aa, bb, cc, d, e</i>

Attualmente funzionando sempre un ventilatore solo, si fanno lavorare l'uno e l'altro alternativamente ogni 24 ore, con una velocità media di 220 giri al 1".

All'epoca della nostra visita, non essendo ancora costruito il portale definitivo, l'aria spinta dai ventilatori entrava direttamente nella galleria N. II (il cui imbocco non era in comunicazione coll'esterno) mediante un cunicolo in muratura passante sotto alla strada nazionale e raccordato provvisoriamente con la galleria suddetta. Ma quando sarà co-

struito il portale definitivo, l'aria entrerà in galleria, in quello che si vorrà dei due tunnel, per mezzo di un cunicolo A (v. fig. 154), scavato nel maschio di roccia compreso tra i due imboocchi, i quali si trovano sulla fronte a distanza di soli m. 9 da asse ad asse, per un graduale avvicinamento che subiscono gli assi delle due gallerie in corrispondenza dei tratti estremi affine di raccordarsi esternamente col doppio binario. Il cunicolo suddetto s'internerà per 15 metri circa in galleria, e dopo si biforcherà per stabilire la comu-

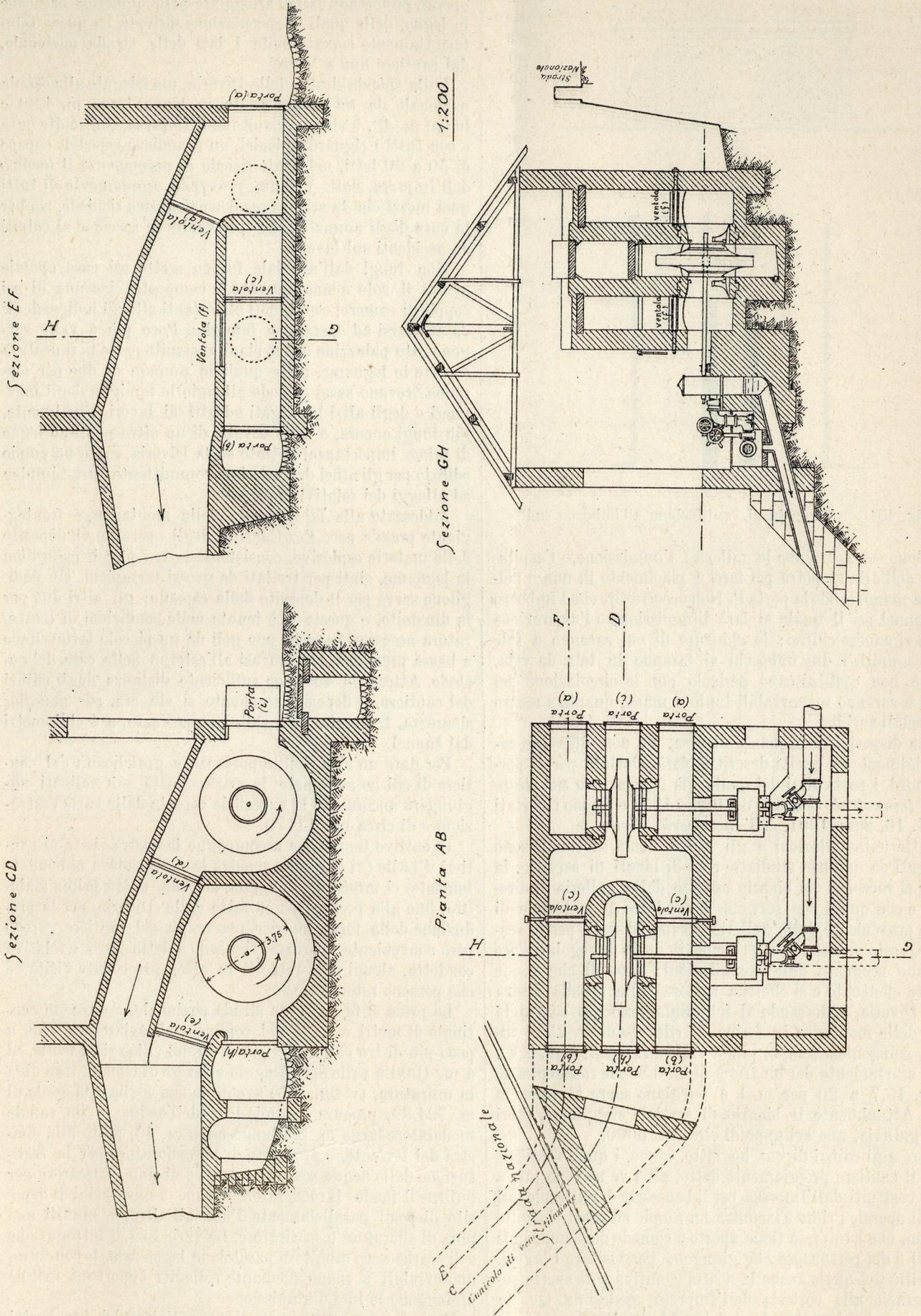


Fig. 153. — Particolari dell'impianto dei ventilatori dal lato d'Iselle.

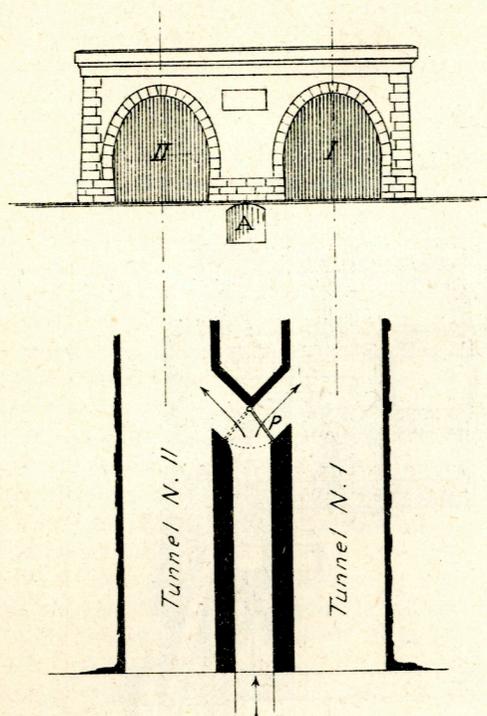


Fig. 154. — Cunicolo di ventilazione all'imbocco sud.

nicazione con entrambe le gallerie; l'immissione o l'aspirazione dell'aria si potrà poi fare a piacimento in una o nell'altra manovrando la porta P. Non occorre dire che l'imbocco del tunnel per il quale si farà l'immissione o l'aspirazione dovrà rimanere chiuso; le chiusure di cui saranno a tale scopo muniti i due imbocchi si faranno in tela da vela, perchè non costituiscano pericolo per la circolazione dei treni, e saranno manovrabili tanto a mano, quanto a mezzo di speciali turbine.

Una disposizione alquanto diversa, ma non differente sostanzialmente da quella descritta, sarà adottata per il portale nord, i particolari del quale già comparvero nel *Rapporto trimestrale Svizzero* del luglio 1901 e furono riportati nel N. 16, anno 1901, dell'*Ingegneria Civile*.

Tutte le installazioni e gli edifici finora accennati sono collegati da una ben studiata rete di binari di servizio, la quale si raccorda col binario uscente dalla galleria di direzione e con quelli che servono a condurre il materiale di scavo proveniente dalla galleria nei luoghi scelti per lo scarico. Questo si fece in sul principio in modo da regolarizzare il piano occupato dalle installazioni; dopo di che venne sempre effettuato e si effettua tuttora sulla sponda destra della Diveria, addossando il materiale scaricato contro la falda della montagna in forma di rilevato di m. 25 di altezza, spingendosi sempre più a valle (v. fig. 2, Tav. XV).

Lo scartamento del binario è di m. 0,80; le rotaie pesano da kg. 15,7 a 20 per m. l. e poggiano sopra traverse in ferro. Attualmente il binario di servizio raggiunge, fuori della galleria, uno sviluppo di circa m. 6000.

Oltre agli edifici di cui ho fatto cenno, i quali costituiscono il cantiere propriamente detto, altri ve ne sono più a valle, costruiti dall'Impresa per il benessere degli impiegati e degli operai. Primo s'incontra un ampio ed assai elegante albergo, che l'Impresa tiene aperto a comodo degli impiegati scapoli e dei personaggi che giungono per visitare i lavori, e l'utilità del quale anche la nostra comitiva poté sperimentare, grazie alla cortesia dell'Impresa medesima. Questa aveva pure impiantato ad est del suddetto albergo una cantina economica per gli operai, con annesso dormitorio, capace di cento persone; ma poco o nulla se ne valgono gli

operai, preferendo essi di alloggiare nelle numerose baracche in legno, delle quali la speculazione privata ha quasi ininterrottamente coperto ambi i lati della strada nazionale, dal cantiere fino a Varzo.

Sulla sponda destra della Diveria, ma rilegato alla strada nazionale da un ampio ponte in legno, largo m. 4,30 e lungo m. 48, è stato costruito dall'Impresa, con molta cura e con tutti i riguardi igienici, un grandioso ospedale capace di 50 a 60 letti, nel quale risiede in permanenza il medico dell'Impresa, dott. Volante, provvisto ampiamente di tutti quei mezzi che la scienza medico-chirurgica richiede, sia per la cura degli ammalati, sia per venire in soccorso ai colpiti da accidenti sul lavoro.

Non lungi dall'ospedale furono erette sei case operaie aventi il solo piano terreno, e composte ciascuna di sei coppie di camere, costituenti altrettanti alloggi indipendenti da affittarsi ad operai con famiglia. Poco più a valle sorgono otto palazzine a due piani, costruite parte in muratura e parte in legname, nelle quali in numero di due per ciascuna trovano assai comodo alloggio le famiglie degli ingegneri e degli altri impiegati addetti ai lavori. Finalmente, più lungi ancora, e cioè a valle di un altro ponte in legno di minor importanza, gettato sulla Diveria, sorge un ampio edificio per gli uffici della Società committente Jura-Simplon ed alloggi dei relativi impiegati.

Addossato alla falda destra della montagna, e fronteggiante press'a poco l'ex-Cantina degli operai, è il deposito delle materie esplosive, consistente in tre piccoli padiglioni in legname, cinti per tre lati da grossi terrapieni. Un padiglione serve per il deposito delle capsule; gli altri due per la dinamite, e questa vi è tenuta nelle condizioni di temperatura necessarie perchè non geli da un piccolo termosifone a bassa pressione, che trovasi all'esterno nella casa del custode. Attesa la sua non sufficiente distanza dagli edifici del cantiere, il deposito accennato si sta ora, per maggior sicurezza, trasportando a valle presso Varzo, a 4 chilometri dal tunnel.

Per dare un'idea dell'importanza e grandiosità del cantiere di cui ho accennato le particolarità più salienti, aggiungerò ancora che la superficie coperta dalle varie costruzioni è di circa m<sup>2</sup>. 11170.

Il cattivo tempo che accompagnò la nostra visita ai cantieri d'Iselle (vi si giunse mentre la neve cadeva abbondantemente) ci impedì di spingerci, siccome si era prima stabilito, fino alla presa d'acqua fatta dalla Diveria per la produzione della forza motrice necessaria pel cantiere. Credo però conveniente ricordare, riguardo a detta presa e relativa condotta, alcuni dati raccolti in altra precedente visita, e che possono interessare.

La presa si fa presso la strada nazionale, a circa un centinaio di metri a valle del confine italo-svizzero, e cioè a poco più di tre chilometri più in su del villaggio d'Iselle, ed a m. 1000 a valle del villaggio svizzero di Gondo. Una diga in muratura, (v. fig. 155) avente la sua soglia alla quota di m. 794,30, procura l'immissione dell'acqua in un canale moderatore largo m. 2 e lungo circa m. 40, posto alla sinistra del torrente, e provvisto di uno sfioratore per la restituzione delle acque sovrabbondanti e di uno scaricatore per pulirne il fondo. Il moderatore fa capo a due bacini di deposito disposti parallelamente l'uno all'altro, e muniti essi pure di sfioratore e scaricatore. Le varie luci di introduzione e di scarico sono munite di paratoie in legno armate con ferro, manovrabili a mano mediante rotismi; opportune griglie proteggono le luci d'immissione.

Dopo di aver attraversato l'uno o l'altro dei due bacini di deposito, l'acqua viene senz'altro immessa, mediante opportuna vasca di carico, nella condotta forzata, essendosi

stimato molto più conveniente, date le condizioni del terreno e la quantità discreta di forza motrice utilizzabile, di non sviluppare un canale aperto tra la presa e la camera di carico, anche a costo di creare una rilevante perdita di caduta nella condotta forzata a causa del notevole suo sviluppo.

La condotta forzata per una prima tratta di m. 1170 corre sotto la strada nazionale dalla parte a monte, ed è costituita da tubi in ghisa del diametro di cm. 90, con un peso medio di kg. 467 per m. l.; una seconda tratta della lunghezza di m. 2749 è fatta con tubi in ferro aventi un diametro ancora di 90 cm. ed uno spessore crescente da 6 a 12 mm., con un peso variabile da kg. 162 a 323 per ml. Questa seconda tratta si sviluppa per quasi due chilometri ancora alla sinistra della Diveria e lungo il muro di sostegno a valle della strada suddetta, ove è sostenuta da piloni in muratura; poscia, poco a monte del villaggio d' Iselle passa sulla sponda destra del torrente, ove, poco dopo la confluenza del Riale Rovale, attraversa mediante una galleria lunga circa m. 280 un contrafforte della montagna, per riuscire sul cantiere. Quivi un'ultima tratta lunga m. 188, con tubi del diametro di 1 metro e di 16 mm. di spessore, conduce l'acqua alle turbine, riattraversando la Diveria sul ponte metallico di cui si fece cenno in addietro.

La quantità d'acqua che può venire immessa nella condotta forzata varia fra un minimo di 1000 ed un massimo di 1400 litri al 1". La differenza di livello fra la presa e il canale di sca-

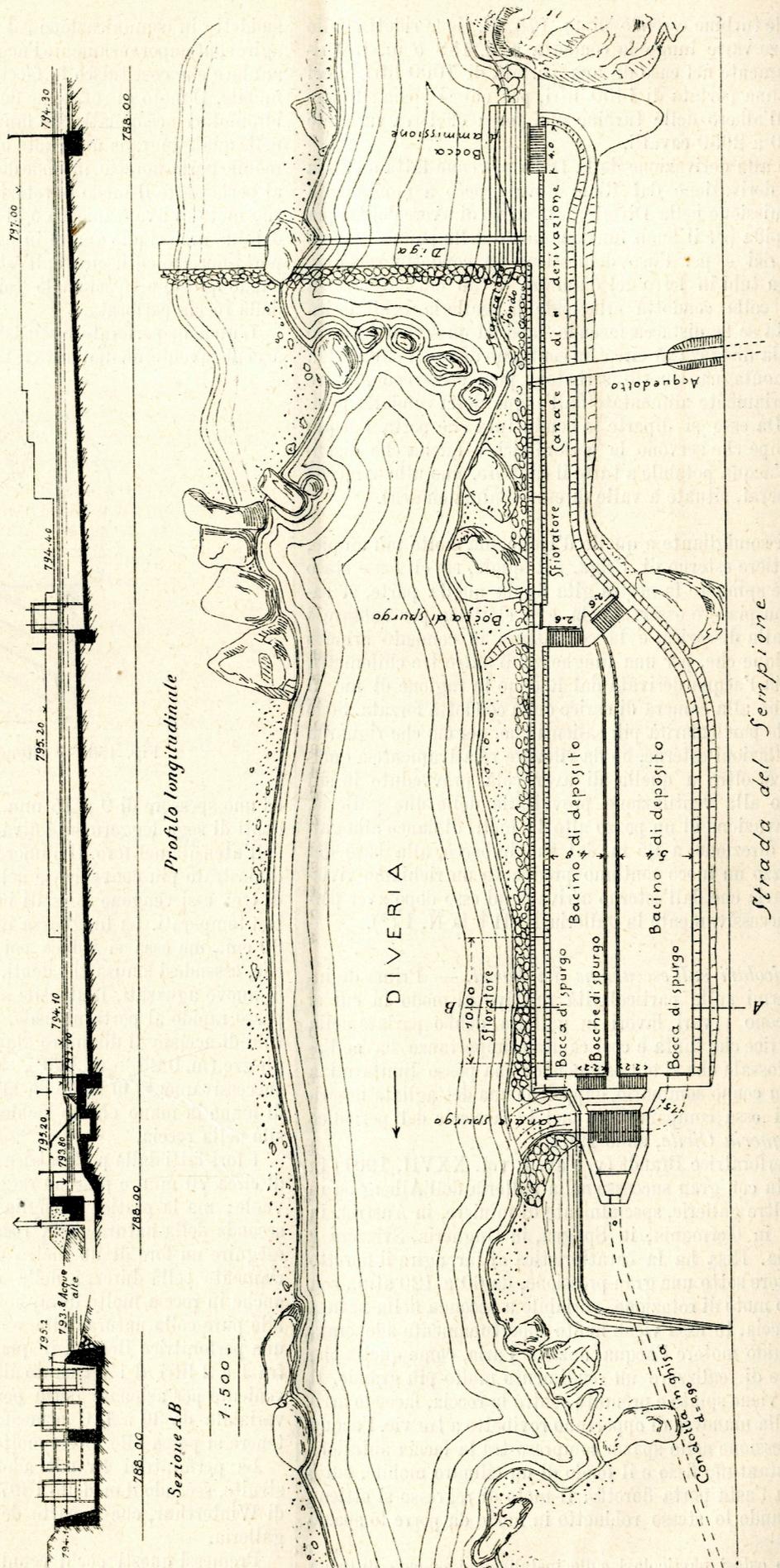


Fig. 155. — Particolari della presa d'acqua dalla Diveria.

rico delle turbine essendo di m. 175,30, viene ridotta dalle resistenze varie lungo la condotta a m. 158 e m. 139 rispettivamente nel caso di una portata di 1000 litri e nel caso di una portata di 1400 litri, per cui si viene ad ottenere sull'albero delle turbine una forza effettiva variabile da 1580 a 2050 cavalli.

Oltre alla derivazione dalla Diveria, venne fatta un'altra piccola derivazione dal Riale Rovale, poco a monte della sua immissione nella Diveria, allo scopo di avere dell'acqua più limpida per il buon funzionamento delle pompe e delle perforatrici e per l'uso domestico. La condotta relativa, fatta con tubi in ferro del diametro di 20 cm., attraversa insieme colla condotta principale la galleria, e all'uscita di questa se ne distacca facendo capo ad un serbatoio filtro posto alla distanza di circa un centinaio di metri sulla falda della montagna. Questo serbatoio può, occorrendo, essere sussidiariamente alimentato dall'acqua della condotta principale. Da esso si diparte la condotta che porta l'acqua alle pompe che servono le perforatrici, e quella che distribuisce l'acqua potabile a tutto il cantiere, sino alle baracche degli operai, situate a valle di esso (Balmalonesca).

Assai somigliante a quello d'Iselle, ma molto più ampio, è il cantiere esterno di Briga, nel quale, se ci fosse stato possibile spingere la nostra gita fin da quella parte, si sarebbe con piacere osservata la gru elettrica per vuotare i vagoni alla discarica, e la condotta in cemento armato Hennebique che, per una lunghezza di oltre tre chilometri, convoglia l'acqua derivata dal Rodano in ragione di mc. 5 al 1" fino alla camera di carico della condotta forzata. Sono queste le particolarità più salienti che, per ciò che riguarda le installazioni esterne, ho da rilevare relativamente a quell'imbocco, oltre a quella di aver colà provveduto in sul principio alla ventilazione provvisoria delle due gallerie, coll'escavazione di un pozzo alto 41 metri di fianco alla galleria di direzione, a 65 m. dal suo imbocco, alla base del qual pozzo un fuoco continuo produceva un richiamo vivissimo d'aria che dall'esterno arrivava ad esso dopo aver percorso successivamente la galleria N. II e la N. I (\*).

\*

*Particolari sull'esecuzione dei lavori.* — Prima di intrattenermi sulle particolarità relative al modo in cui si eseguono i vari lavori in galleria, debbo parlare della perforatrice che tanta e così capitale importanza ha nell'opera colossale che si sta eseguendo; ma posso limitarmi a darne un cenno sommario, dappoichè una dettagliata descrizione di essa compare già nel 1° fascicolo del periodico *L'Ingegneria Civile*, anno 1901.

La perforatrice Brandt (v. Tav. I, vol. XXVII, 1901) fu già usata con gran successo nella galleria dell'Alberg ed in molte altre gallerie, specialmente di miniere, in Austria, in Russia, in Germania, in Spagna, in Ungheria, Svizzera e Norvegia. Essa ha la caratteristica di far agire il fioretto perforatore sotto una gran pressione, da 60 a 120 atm., con un lento moto di rotazione, variabile a seconda della natura della roccia. In essa viene molto opportunamente adoperata come fluido motore l'acqua, anzichè l'aria, come quella che permette di realizzare un rendimento molto più grande. Il fioretto viene spinto e premuto contro la roccia, facendo arrivare, colla manovra di opportuno rovinetto a tre vie, l'acqua sotto pressione nello spazio compreso tra la faccia anteriore di uno stantuffo fisso e il fondo di un cilindro mobile, cui è avvitata l'asta porta-fioretto. Il moto di regresso si ottiene manovrando lo stesso rovinetto in modo da porre lo spazio

suddetto in comunicazione col tubo di scappamento e fare agire contemporaneamente l'acqua compressa sulla superficie anulare che costituisce la faccia interna opposta del cilindro mobile. Il moto di rotazione del fioretto è procurato da due idromotori accoppiati, che fanno girare una vite perpetua nella quale ingrana una ruota elicoidale collegata al cilindro mobile porta-fioretto, in modo da trasmettere ad esso e quindi al perforatore il modo di rotazione, senza però ostacolare il suo moto di avanzamento o di regresso. L'acqua di scarico dei due motori può venire in parte o tutta immessa entro il porta-fioretto ed uscire dall'estremità dell'utensile, raffreddando questo e trascinando poi seco fuori del foro i detriti della roccia perforata.

L'utensile perforatore consiste (v. fig. 156) in un cilindro di acciaio, avente un diametro esterno compreso fra 6 ed 8 cm.,

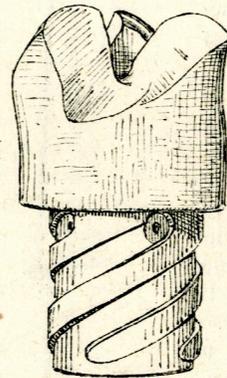


Fig. 156. — Utensile perforatore.

ed uno spessore di 9 a 15 mm., terminato da una corona a denti di sega leggermente divaricati per diminuire l'attrito dell'utensile nel foro. Il numero di denti che l'esperienza ha dimostrato più conveniente nel caso di roccia dura è quello di tre: essi vengono foggiate in officina colle fresatrici e poi ben temperati. La lunghezza iniziale dell'utensile è di circa 30 cm., ma essa si riduce poi successivamente ogni volta che, essendosi smussati i denti, questi vengono nell'officina di nuovo aguzzati. L'utensile si avvita mediante una vite a passo rapido al porta-utensile, il quale è composto di tanti tubi di acciaio di diametro alquanto minore, e di varie lunghezze (m. 0,25 ÷ m. 0,50), che si avvitano l'uno sull'altro successivamente in modo da allungare l'asta porta-fioretto di mano in mano che lo richiede l'avanzamento dell'utensile nella roccia.

I fori fatti dalla perforatrice Brandt riescono del diametro di circa 70 mm. e possono raggiungere la lunghezza che si vuole; ma la pratica consiglia di tenersi tra 1 e 2 metri, a seconda della natura della roccia. Il tempo impiegato per eseguire un foro di un metro di lunghezza, varia necessariamente colla durezza della roccia: si può ritenere che, anche in roccia molto dura, non arrivi ai 30 minuti. Variabile pure colla natura della roccia è il consumo d'acqua di una perforatrice Brandt, il quale si può ritenere compreso tra 1 e 2 litri al 1". Quanto alla pressione d'acqua più conveniente per azionare detta perforatrice, la si può ritenere variabile da 30 a 110 atmosfere, secondochè dalle rocce tenere si passa alle rocce molto dure.

Le perforatrici Brandt adottate al Sempione sono costruite, secondo il modello 1897, dalla Ditta Fratelli Sulzer, di Winterthur, che fa parte dell'Impresa costruttrice della galleria.

Premessi questi pochi cenni sulla perforatrice, vediamo quali sono le varie fasi del lavoro in galleria, riferendoci

(\*) Più estesi particolari sulle installazioni esterne di Briga si trovano nel *Monitore Tecnico*, Anno 1899, N. 31.

alle condizioni ordinarie nelle quali detto lavoro si compie dalla parte sud fin verso il termine dello scorso anno, cioè prima dell'incontro del terreno spingente.

Le figure 5 e 6 (Tav. XV) rappresentano le sezioni interne delle due gallerie parallele nella loro posizione rispettiva: l'altezza massima sul piano delle traverse è di m. 5,50, dei quali m. 2 sono relativi allo strozzo, e 3,50 alla calotta. La larghezza massima è di m. 5 nel piano di separazione fra calotta e strozzo, ossia piano di imposta del volto; alla base posta a m. 0,45 al disotto del piano delle traverse, la larghezza è ridotta a m. 4,40. In corrispondenza della livelletta centrale orizzontale, lunga m. 500, la galleria N. I, la quale, come si è detto, è quella che per ora si completa, si allargherà in modo da ricevere un doppio binario, e presenterà perciò una larghezza massima di m. 9,20 (vedi figura 7, Tav. XV).

Nello scavo della piccola avanzata si segue il metodo già adottato nella galleria dell'Arlberg, cioè si avanza con il cunicolo di base. Sono abbastanza noti i vantaggi che, in riguardo al collocamento dei binari di servizio, alle manovre dei trasporti, e specialmente allo scolo delle acque di infiltrazione, questo metodo presenta sul metodo inglese, stato adottato nelle gallerie del Fréjus e del Gottardo. Quest'ultimo metodo non avrebbe d'altra parte al Sempione potuto riuscire più dell'altro giovevole nei riguardi igienici, dato il nuovo e riuscitissimo sistema di ventilazione ivi adottato.

La piccola avanzata, che ordinariamente si fa procedere di pari passo nel tunnel N. I ed in quello N. II, si scava nello strozzo con una sezione media variabile fra i m<sup>2</sup>. 5,50 e 6. Essa è di forma rettangolare con una larghezza di circa m. 3 ed un'altezza di circa m. 2. A ciascuna fronte d'attacco lavorano d'ordinario tre perforatrici fissate mediante anelli ad una robusta colonna orizzontale, la quale essendo costituita da un cilindro e da uno stantuffo differenziale entro ad esso scorrevole, può venir spinta fortemente dall'acqua in pressione contro le pareti laterali del cunicolo d'avanzata. La colonna è portata mediante un anello girevole dall'estremo di una trave fatta a guisa di leva (vedi Tav. I dell'*Ingegneria* del 1901), il cui fulcro è solidale al telaio di un carrello munito di quattro ruote che poggiano sul binario di servizio; cosicchè, manovrando convenientemente la trave che porta la colonna, questa può disporsi all'altezza voluta; e valendosi del movimento in tutti i sensi di cui è capace ciascuna perforatrice, si possono praticare i fori nel luogo e nella direzione che più si giudicano convenienti, vista la giacitura e la stratificazione della roccia.

A ciascuna fronte d'attacco d'ordinario prestano servizio da 16 a 17 persone, e cioè un ingegnere, un sorvegliante, 6 minatori meccanici ed 8 manovali. In più havvi una squadra di operai addetti alla posa e manutenzione del binario, delle tubazioni, ecc.

Il numero dei fori praticati per ogni attacco varia dipendentemente dalla durezza e dalla disposizione degli strati: si può ritenere come media il numero 10. Solitamente hanno la disposizione segnata nella fig. 157. La loro profondità oscilla intorno a m. 1,20. Si caricano ciascuno con cartucce

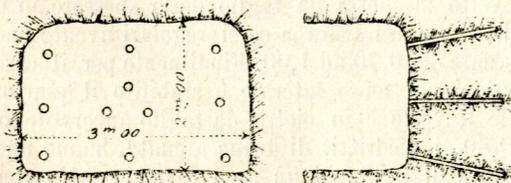


Fig. 157. — Disposizione ordinaria dei fori da mina alla fronte d'attacco.

di dinamite del peso di 1½ kg. ciascuna; l'innesco è fatto da una cartuccia munita di una capsula di fulminato di mercurio, e si fa l'accensione col mezzo ordinario delle micie. Avvenuto lo scoppio delle mine, tutti gli uomini del posto concorrono all'operazione così detta del *marinaggio* o sgombero dei detriti, che consiste nel caricare a mano i detriti che ingombrano la fronte d'attacco su vagonetti in metallo della capacità di m.<sup>3</sup> 1,5, i quali vengono trascinati da cavalli fino all'avanzata sul binario di servizio.

L'operazione del marinaggio, durante la quale le perforatrici, precedentemente allontanate dalla fronte d'attacco, debbono di necessità rimanere inattive, viene a costituire una perdita di tempo relativa tanto più considerevole quanto più grande è la facilità di perforazione della roccia: essa fu appunto rappresentata da una metà circa del totale tempo impiegato per lo scavo nel gneiss del lato sud e da due terzi circa del tempo totale per lo scavo nelle rocce scistose del lato nord. A rendere più corta che era possibile detta perdita di tempo si escogitarono e tentarono parecchi metodi da sostituirsi al caricamento diretto sui vagoni di servizio, e tra gli altri il così detto *marinaggio idraulico*, consistente nel proiettare lontano i detriti con un forte getto d'acqua sotto pressione procurato all'atto stesso dello scoppio delle mine; ma il metodo primitivo di caricare direttamente a mano i detriti sui carri di servizio essendo stato dall'esperienza finora dimostrato come più conveniente, è quello che si segue tuttora.

La sezione del cunicolo d'avanzata, la quale, come si è detto, dopo lo scoppio varia fra i 5,5 ed i 6 m.<sup>2</sup>, viene nella galleria N. I subito allargata e regolata a mano fino ad avere circa 8 m.<sup>2</sup>, allo scopo di poter dare al più presto possibile passaggio alle locomotive ad aria compressa e potere impiantare opportuni doppi binari per lo scambio dei vagoncini. Nella galleria N. II la sezione viene pure portata a 8 m.<sup>2</sup>, con una larghezza di m. 3,20 ed un'altezza di m. 2,45. In essa si scava inoltre il canale di scolo delle acque.

I cunicoli trasversali di collegamento delle due gallerie, che, come si è detto, si praticano ad una distanza di 200 m. l'una dall'altra, possono avere inclinazione diversa ed in doppio senso rispetto agli assi delle gallerie medesime: essi vengono scavati non sì tosto che l'una o l'altra delle due avanzate ha oltrepassato il punto stabilito per la loro ubicazione, e vi si adopera per lo più la perforazione meccanica.

Già si è accennato al modo in cui giovandosi dell'ultimo cunicolo trasversale si effettua la ventilazione delle due gallerie parallele; i due tratti però che separano dal cunicolo suddetto le due fronti d'attacco vengono a trovarsi all'infuori del circuito d'aria, mentre sono quelli appunto che ne hanno più bisogno. Orbene a rendere attiva la ventilazione presso le fronti d'attacco provvedono ordinariamente iniettori o ventilatori accoppiati a piccole turbine, collocati nella galleria N. II precisamente presso l'ultimo cunicolo trasversale, alimentati da acqua in pressione presa dalla stessa condotta per le perforatrici, i quali richiamano una discreta quantità d'aria in tubi metallici, e la mandano, da loro stessi rinfrescata, alle due avanzate in ragione di 600 a 1000 al 1", cioè 300 ÷ 500 per ciascuna avanzata. L'effetto di questa ventilazione secondaria è splendido alla fronte d'attacco; il tratto di cunicolo invece compreso tra questa e l'ultima galleria trasversale trovasi in condizioni meno buone e quivi sentesi maggiormente il calore emanato dalla roccia. Quello che è certo si è che nella roccia stessa dopo pochi giorni di ventilazione si è sempre prodotto un sensibile abbassamento di temperatura (fino a 3° o 4°), come risulta

dalle molteplici e metodiche osservazioni fatte su termometri posti al fondo di fori lunghi m. 1,50 praticati nella roccia a piccola distanza dalle avanzate.

I tubi che adducono alle due fronti d'attacco l'acqua sotto pressione sono di acciaio laminato, hanno un diametro di 10 a 12 cm., uno spessore di 5 mm., e sono provati alla pressione di 150 atmosfere. Per oltre un chilometro, là dove la temperatura della roccia era molto alta, essi vennero rivestiti con lana di scorie per meglio proteggerli dall'influenza di quella. I tubi che servono alla ventilazione secondaria sono in ferro ed hanno un diametro di 25 ÷ 30 centimetri.

Appena ultimato lo scavo di un nuovo cunicolo trasversale, si fa il trasporto degli iniettori e ventilatori e delle tubazioni che vanno alla galleria N. I, e si chiudono con porte le estremità del cunicolo precedente. L'ultimo cunicolo trasversale serve anche, insieme a due o tre altri dei precedenti, a manovrare convenientemente i vagonetti vuoti e carichi.

Il cunicolo N. II non viene rivestito se non in qualche punto isolato ove lo richiedono le condizioni del terreno (su 4400 m. se ne sono rivestiti solo 163); si costruisce bensì in esso e si prolunga di mano in mano che procede innanzi lo scavo, un ampio canale (m. 0,50 × m. 0,60) di scolo in calcestruzzo, gettato mediante apposite forme trasportabili, il quale, per la speciale posizione (v. fig. 5 e 6, Tav. XV) che il cunicolo suddetto ha rispetto all'intera sezione, servirà anche a galleria ultimata.

I cantieri di allargamento si trovano ad una distanza non minore di 500 m. dall'avanzata, allo scopo di non avere da sospendere in essi i lavori ogni volta che si fanno in quella scoppiare le mine, e soprattutto per evitare soggezioni reciproche nel servizio dei trasporti dei materiali e dei detriti. L'allargamento della sezione nella galleria I si fa tutto a mano, e si eseguisce praticando a distanze di circa 50 m. nel cielo del cunicolo dei fornelli verticali in modo da raggiungere la sommità della calotta; da questi fornelli procedendo poi nei due sensi si fa l'avanzamento e l'allargamento in calotta, lasciando tra questa e lo strozzo un diaframma orizzontale, che in seguito si abbatte; e da ultimo si scavano in basso le parti laterali corrispondenti ai piedritti (v. figure 3 e 4, Tav. XV).

I fori da mina che si praticano nell'allargamento sono molto più piccoli (2 ÷ 3 cm.) e più corti di quelli scavati dalle perforatrici, e si caricano solo più con cartucce di 60 grammi ciascuna. Il lavoro di allargamento in calotta è forse il più faticoso, essendochè ivi gli operai, oltre a sottostare ad una fatica considerevole per l'uso delle mazze, si trovano quasi all'infuori della corrente d'aria che percorre la parte sottostante, e per soprappiù in presenza di una estesa superficie di roccia irradiante calore. A rendere meno gravi tali condizioni si fanno i camini con una sezione piuttosto larga, e si cerca inoltre di rendere più attiva la ventilazione lasciando aperta qualche galleria trasversale in corrispondenza dei cantieri di allargamento, ed invitando, mediante opportune tende facilmente movibili, messe in corrispondenza dei fornelli, l'aria a salire in alto e circolare nel cunicolo superiore.

Si hanno ordinariamente in galleria, e si trasportano coll'avanzare di essa, due depositi di dinamite (da 150 a 300 kg.), uno per la perforazione meccanica e l'altro per quella a mano; essi constano per il solito di due camere scavate lateralmente al cunicolo N. II dalla parte opposta a quella da cui si diramano i cunicoli trasversali, nelle quali camere si depositano rispettivamente le cartucce di dinamite e le micie.

Quanto ad armature, dal lato sud, se per circa tre anni

dall'incominciamento dei lavori la natura della roccia non obbligò che eccezionalmente ad armare il cunicolo di avanzata, si dovette però quasi sempre armare la piena sezione, non per contrastare spinte, ma solo per premunirsi contro a distacchi di lastreni di roccia, facili a prodursi, data la stratificazione quasi orizzontale di essa, in seguito al turbato equilibrio della massa rocciosa e al progressivo suo raffreddamento. In piccola avanzata si adottarono i soliti quadri in legno tondo, e nella sezione completa delle armature distanti d'ordinario circa due metri l'una dall'altra, e foggiate secondo i tipi indicati nella figura 158; il tipo (a) è

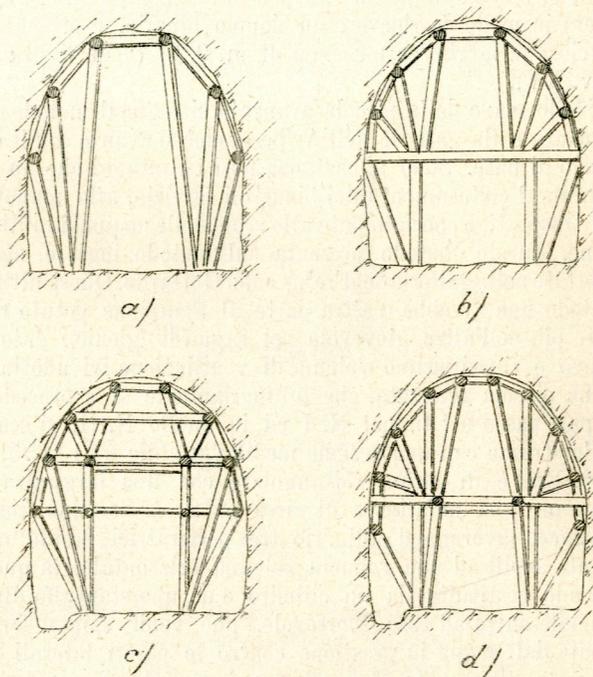


Fig. 158. — Tipi di armature.

adattato nei tratti dove la roccia non esercita pressione, i tipi (b) e (c) là ove la roccia è meno buona, ed il tipo (d) là dove la roccia è piuttosto spingente.

Nel rivestimento si procede per anelli di m. 10 di lunghezza, incominciando dai piedritti e costruendo poi su di essi il volto. In corrispondenza dei primi i vari anelli sono concatenati l'uno all'altro, non così in corrispondenza del volto pel quale i vari anelli risultano indipendenti. Quanto allo spessore del rivestimento ed al materiale da adoperarsi in esso, vennero stabiliti quattro tipi diversi corrispondenti alla diversa natura che può presentare il terreno. Nel primo tipo è stabilito per il volto la muratura a corsi regolari di bognini ordinari, aventi uno spessore di m. 0,35, e per i piedritti muratura incerta da m. 0,35 a 0,50. Nel secondo tipo è stabilita per il volto muratura in bognini lavorati colla punta, di spessore m. 0,50, e muratura incerta da m. 0,60 a 0,90 per i piedritti.

Pel caso di forti pressioni verticali serve il terzo tipo, col volto in pietra da taglio dello spessore di 0,60 e coi piedritti in muratura a corsi regolari avente uno spessore crescente da 0,70 ad 1,00. Finalmente per il caso di forti pressioni nel senso laterale è stabilito il quarto tipo, nel quale il volto è in pietra da taglio ancora dello spessore di 0,60, i piedritti, di forma arcuata, hanno uno spessore costante di 0,80, ed un arco rovescio fatto con conci di pietra di 0,40 di spessore è impostato contro i cuscinetti, pure in pietra conca, che costituiscono le basi dei piedritti.

La scelta del tipo per i singoli casi è riservata all'Impresa sotto la sua responsabilità. Durante l'esecuzione del lavoro si dovettero introdurre altri tipi ancora più robusti degli ultimi accennati. A Iselle, per esempio, nel tratto che attraversò l'avanzata nei primi mesi di quest'anno si dovette adottare un arco rovescio avente ben m. 2 di spessore; per tutto il tratto invece in cui all'epoca della nostra visita si era fatto il rivestimento da quel lato il terreno non aveva richiesto che l'uno o l'altro dei primi due tipi.

La pietra necessaria per il rivestimento si cava comodamente dalla falda destra della montagna a non molta distanza dall'imbocco, e assai facilmente sul luogo stesso la si ritaglia in bolognini, coi quali si trova conveniente costruire non solo la muratura del volto, ma anche quella dei piedritti. La roccia scavata in galleria non viene impiegata nella muratura.

Per la sicurezza del personale durante l'esercizio della linea, si costruiscono, a distanza di 50 m. l'una dall'altra e dalla parte dove sono praticati i cunicoli trasversali, delle nicchie larghe 2 m., alte m. 2,30 e profonde m. 1. Nella costruzione delle nicchie vengono, come è naturale, utilizzati i cunicoli trasversali, facendo alquanto più profonde e larghe quelle che cadono in corrispondenza di detti cunicoli. Ad ogni chilometro, in luogo di una nicchia, si costruiscono delle piccole camere larghe e profonde metri 3,00 ed alte m. 3,10, per collocarvi i segnali a campana; e finalmente ogni 5 km. le camere piccole sono sostituite da camere più ampie, cioè larghe m. 4 e profonde m. 6.

Come già si è detto, il binario di servizio, collo scartamento solito di m. 0,80, si spinge sino a ciascuna avanzata; opportuni raddoppiamenti di esso permettono la manovra dei treni destinati al trasporto degli operai e dei materiali di scavo o di costruzione. Detti treni percorrono tutti la galleria N. I, giungendovi per mezzo della galleria di direzione. Erano essi da principio trainati solamente da locomotive a vapore ad alta pressione; da oltre un anno, allo scopo di migliorare sempre più le condizioni dell'ambiente entro la galleria, si adottarono anche delle locomotive ad aria compressa, le quali, in numero di tre, servono specialmente per treni leggeri, e possono con vantaggio sostituire o ridurre ad un breve tratto il trasporto coi cavalli dei vagonetti che portano all'avanzata i materiali occorrenti per lo scavo e per l'armatura e ne portano indietro il materiale di sterro. Dette locomotive ad aria compressa provengono dalla fabbrica di Winterthur, pesano tonn. 6,5 e si caricano con 2000 litri d'aria compressa alla pressione di 80 atmosfere; la pressione di lavoro è però ridotta a 15 atmosfere. Il diametro del cilindro è di 125 mm., la corsa dello stantuffo di 150 mm. La loro carica dura da 4 a 5 ore. Per il loro rifornimento l'aria compressa viene dai compressori situati nella sala delle pompe spinta in un tubo, del diametro di 50 mm. e collo spessore di mm. 3,5, che l'adduce in galleria. Il consumo attuale d'aria nelle 24 ore si può ritenere di mc. 2500 alla pressione di 80 atmosfere.

Non occorre dire che il lavoro all'interno della galleria è continuo; gli operai, divisi in tre mute, vi si succedono ogni 8 ore, cioè alle 6, alle 14 ed alle 22. Ogni quindici giorni, si alternano gli operai nei tre periodi di lavoro; ciò si ottiene attualmente facendo, nell'epoca dei cambi, 4 mute di 6 ore ciascuna all'avanzata, per non avervi da sospendere i lavori, e concedendo una giornata intera di riposo agli operai negli altri cantieri. Eccezionalmente, quando per la presenza di molt'acqua il lavoro in galleria divenne dalla parte d'Iselle più gravoso, si portò a 4 ed anche a 6 il numero delle mute, riducendo così rispettivamente a 6 ed a 4 il numero delle ore di lavoro per ciascuna.

Pure continuo è il lavoro degli operai addetti allo scarico

e allo spandimento del materiale uscente dalla galleria; ma essi si danno il cambio solo ogni 12 ore. Nel cantiere si lavora solo 12 ore per giorno, con una e mezza di riposo, eccezione fatta per l'officina, nella quale una squadra d'operai proporzionata al bisogno lavora anche di notte per la preparazione dei fioretti, quando ciò occorra.

Il tracciamento dell'asse in galleria si fa valendosi di piombini sospesi, ad intervalli di 50 m. La direzione di detto asse venne per ciascun imbocco fissata con osservazioni angolari di precisione eseguite in un piccolo osservatorio situato sul prolungamento dell'asse del grande rettilineo, collimando, dalla parte d'Iselle, a tre vertici della triangolazione di base con un cannocchiale lungo 60 cm., avente un obiettivo di 0,60 ed ingrandimento 40. Con queste osservazioni si poterono fissare per ciascun imbocco due punti di mira, dei quali quelli dalla parte di Briga sono situati da 500 a 600 m. l'uno avanti, l'altro indietro dell'osservatorio, mentre quelli del lato d'Iselle si trovano rispettivamente a soli 75 e 114 m. dall'osservatorio e davanti di esso, non avendo la ristrettezza della valle permesso di fissarli ad una distanza maggiore. A detti punti si appoggia la verifica che si fa dell'asse una o due volte all'anno, specialmente approfittando dell'occasione di feste, per non avere da interrompere altre volte i lavori. Questa verifica, di molto facilitata dallo scavo fatto delle due gallerie di direzione, o si fa dall'esterno col teodolite che è installato nell'osservatorio, facendo uso di lanterne ad acetilene, oppure, quando le condizioni interne della galleria non permettono detto controllo dall'esterno, prolungando l'asse nell'interno e facendo ivi uso di altri allineatori.

Non sostanzialmente diverso da quello accennato per l'imbocco sud è il metodo generale che si segue dal lato di Briga per l'esecuzione del traforo: accennerò quindi solo a qualche particolarità più saliente.

Per i primi due anni, e cioè fin verso la fine dell'anno 1900, il caricamento del materiale scavato, anzichè su vagoni di m.<sup>3</sup> 1,50 scorrevoli su binario con scartamento di m. 0,80, come dal lato d'Iselle, venne fatto su vagoncini della capacità di m.<sup>3</sup> 0,30, scorrevoli su un binario provvisorio con scartamento di m. 0,50. Detti vagoncini, carichi, venivano dall'avanzata spinti indietro a mano per un certo tratto, e caricati poi alla loro volta su carri-piattaforma, scorrevoli sul binario di servizio a scartamento normale di 0,80. Tale metodo essendosi però riconosciuto non scervo di inconvenienti, venne poi sostituito coll'altro di spingere fino all'avanzata il suddetto binario a scartamento di 0,80 e di caricare direttamente sui vagoni di m.<sup>3</sup> 1,50.

Mentre dal lato d'Iselle tutti i treni entrano ed escono dalla galleria passando per la galleria di direzione, dal lato di Briga tutti entrano ed escono per il tunnel N. I.

Allo scopo di sopprimere la galleria di calotta, un metodo diverso di scavo si era adottato in sul principio, consistente nell'allargare la galleria di base a destra ed a sinistra, ed eseguita la muratura dei piedritti, abbattere dal basso in alto e con due strozzi successivi la parte superiore, facendo uso di un'impalcatura volante. Ma il metodo accennato venne presto sostituito completamente con quello dei fornelli, usato dalla parte d'Iselle. Non ebbe del pari seguito un altro metodo, sperimentato nel giugno del 1900, il quale consisteva nell'aprire la galleria di base per un'altezza di m. 4,20, scavare indi a mano i metri 1,50 di calotta mediante tre strozzi successivi di 50 cm. ciascuno, e procedere poi allo scavo completo dall'alto in basso.

Del modo speciale in cui si procedette provvisoriamente alla ventilazione in galleria, già dissi in precedenza. La ventilazione coll'impianto definitivo venne messa in azione

il 18 marzo 1901, e d'allora in poi penetrarono mediamente in galleria da 25 a 30 m.<sup>3</sup> d'aria al 1", e raggiunsero a mezzo di iniettori l'avanzata da 1 a 2 m.<sup>3</sup> per ciascuna fronte d'attacco.

Allo scopo di sottrarre all'influenza del calore sotterraneo le tubazioni che conducono l'acqua agli iniettori ed alle perforatrici, le si isolarono per tutta la loro lunghezza, racchiudendole in un involucro di legno di cm. 22×22, od in una lamiera cilindrica di ferro, e circondandole di materie cattive conduttrici, come carbone di legna polverizzato e pula di riso. Si venne per tal modo a ridurre a soli 0°,4 per chilometro l'aumento di temperatura subito dall'acqua suddetta. Si cercò anche di abbassare la temperatura dell'aria mandata dagli iniettori alle fronti d'attacco, facendola circolare lungo tubi portati da vagoncini pieni di ghiaccio; l'abbassamento ottenuto si dimostrò però insufficiente, essendo di due soli gradi. Si fa ora uso con successo di getti d'acqua fredda; ed allo stesso mezzo si ricorre per rinfrescare l'aria nei cantieri d'allargamento e di rivestimento.

Una speciale condotta d'acqua fredda è stata a tal uopo stabilita nella galleria N. II, con tubi del diametro di 253 millimetri, isolati con polvere di carbone entro un involucro cilindrico di ferro di 42 cm. di diametro e di 1 mm. di spessore. Due potenti centrifughe della Casa Sulzer, azionate da due turbine di 300 cavalli ciascuna, possono con 1200 giri al minuto inviare ciascuna nella condotta 80 litri d'acqua al 1" con una pressione di circa 20 atmosfere, e funzionando insieme, 80 l. ad una pressione doppia. L'apparecchio refrigerante situato in galleria si compone di parecchi gruppi di tubi, dentro i quali l'aria è invitata a passare e viene rinfrescata mediante iniettori d'acqua fredda derivati dalla condotta di 253 mm. Gli iniettori sono formati da una specie di pera di innaffiatoio con buchi di 3 mm. di diametro. L'acqua, a pressione di circa 20 atmosfere, ne esce polverizzata. Per disseccare poi l'aria havi al fondo dell'apparecchio un sistema di reti metalliche e di listelli, collegati tra loro a forma di persiana, che trattengono le gocce d'acqua, la quale così cade a terra.

Osserverò ancora che ad illuminare la stazione interna alla galleria, lunga 400 m., e che si va anch'essa trasportando in avanti di mano in mano che si avvanza nello scavo, venne dalla parte di Briga fatto un impianto per la produzione d'acetilene; una tubazione di 2 cm. di diametro porta il gas dal generatore a 60 becchi di 20 candele ciascuno, collocati tra gli scambi estremi.

Credo finalmente di non dover passare sotto silenzio l'impianto che in sul principiare dei lavori si fece dalla parte di Briga di un apparecchio Linde per la produzione di aria liquida, allo scopo di istituire esperienze circa la possibilità di utilizzare quella come esplosivo. L'apparecchio Linde, installato nello stesso edificio delle pompe, era capace di produrre 6 litri d'aria liquida all'ora. Preparate delle cartucce, mescolando sabbia silicea con petrolio, le si immergevano nell'aria liquida, e questa, venendo da loro assorbita in una quantità circa doppia del loro peso, veniva a funzionare da comburente, contenendo dopo una parziale evaporazione dal 60 all'80 0/0 di ossigeno, a motivo della maggiore volatilità dell'azoto (\*). L'inconveniente più grave che rese non troppo soddisfacenti i risultati delle esperienze fatte fu la grande rapidità stessa di evaporazione dell'aria liquida assorbita dalle cartucce, la quale, per poco che si ritardasse a farle scoppiare, veniva a diminuire di troppo la forza da esse sviluppata.

(Continua).

(\*) Cfr. « Monitore tecnico », anno 1899, n. 31.

## NECROLOGIA

### Il Tenente Generale Annibale Ferrero

N. IN TORINO L'8 DICEMBRE 1839 — M. IN ROMA IL 7 AGOSTO 1902

Colla morte del generale Annibale Ferrero sparisce una tra le menti più vaste e comprensive, che abbiano avuto mezzo di segnalarsi e per ingegno non comune e per attività ed amore al lavoro ed alla scienza in molteplici e diversi campi di studio e teorici e pratici, e così nell'arte militare, come nella politica.

Uscito tenente del Genio Militare nel 1859 dalla Scuola d'Applicazione di Torino, si distinse negli assedi di Ancona, di Caprera e di Gaeta, guadagnandovi tre medaglie al valore, due di argento ed una di bronzo. Prese anche parte alla guerra del 1866.

Entrato nel Corpo di Stato maggiore, e chiamato poco dopo, nel 1872, a capo della Divisione geodetica dell'Istituto topografico militare, e dal 1885 fino al 1893 a Direttore dell'Istituto geografico militare, nel quale in seguito l'Istituto topografico erasi trasformato, egli divenne uno dei cultori più sagaci della Geodesia.

Fu tra i primi in Italia ad avere la percezione chiara e sicura del nuovo spirito a cui dovevano informarsi le operazioni geodetiche del nuovo Regno, a intuire il potente impulso (siccome disse il Celleria nella commemorazione sua all'Accademia dei Lincei) che ad esse operazioni poteva venire da una partecipazione attiva dell'Italia all'Associazione costituitasi fin dal 1864 a Berlino per iniziativa del generale Baeyer, da principio sotto il nome di Associazione per la misura del grado medio europeo, in seguito sotto quella, che ancora oggi porta, di Associazione geodetica internazionale.

Segretario dapprima (1873-83) della R. Commissione geodetica italiana, e presidente di essa dal 1883 fino al giorno di sua morte; membro della Commissione permanente dell'Associazione geodetica internazionale a partire dal 1883, e nel 1891 eletto suo presidente; egli trasse occasione dall'unione di così importanti funzioni per coordinare agli intenti scientifici della Commissione italiana e dell'Associazione internazionale i lavori pratici dell'Istituto geografico militare, e di convincere il suo maestro ed amico, generale Baeyer, sull'importanza somma che i rilevamenti topografici esatti possono avere per la scienza e per la pratica. E fu soprattutto per impulso suo, che scienziati di non comune valore, divenuti collaboratori più efficaci, riuscirono a far sì che il complesso dei lavori geodetici via via compiuti nel Regno d'Italia soddisfacesse non solo alle più alte esigenze scientifiche, ma offrisse insieme le basi più sicure per le misure della pratica professionale, per le costruzioni ferroviarie ed idrauliche, per l'amministrazione finanziaria e del catasto, per le grandi estensioni agricole e forestali.

Pubblicò il Ferrero: nel 1873, una Memoria sul *Sistema di proiezione più conveniente per le carte topografiche d'Italia*, sistema che venne in seguito adottato; nel 1876, la *Esposizione del metodo dei minimi quadrati*, libro ancor oggi pregiatissimo.

Nel periodo di tempo (1887-1894) nel quale tenne la Presidenza della Giunta superiore del Catasto, ispirò le notevolissime *Istruzioni* di quella Giunta sui lavori trigonometrici, sulle poligonazioni, sul rilevamento parcellare.

Nel 1892 pronunziò alla Reale Accademia dei Lincei, di cui era degnissimo Membro sin dal novembre del 1883, il discorso che intitolò: *Pensieri sulla precisione delle misure*.

Fra le numerose Relazioni da lui pubblicate negli Atti della Regia Commissione geodetica italiana e nei Rendiconti dell'Associazione geodetica internazionale, vogliamo qui ricordare quella molto importante e voluminosa *Sulle triangolazioni*; e così ricordiamo che fin dal 1882 all'Associazione francese per il progresso delle scienze, trattò della necessità di coordinare i molteplici lavori topografici e cartografici, eseguiti per cura delle singole Amministrazioni di uno Stato, e preparò per tal modo la creazione in Italia, avvenuta poi nel 1886, del Consiglio superiore dei lavori geodetici dello Stato.

Ma l'opera sua vastissima di geodesia, e le sue pubblicazioni per quanto importanti non bastano a dare intera la misura del valore dell'uomo. Il fascino tutto personale che egli esercitava in ogni riunione a cui prendesse parte, la cognizione delle lingue ed il modo corretto con cui le parlava, la larga cultura storica e letteraria congiunta all'indiscussa competenza tecnica, le sue qualità oratorie, formavano tutto un complesso di doti eminenti. Fu nominato Senatore del Regno nel 1892. E nel 1895 fu inviato Ambasciatore a Londra, dove rimase tre anni e mezzo, acquistando le simpatie, l'amicizia, la stima degli scienziati più illustri di quella nazione, ed ottenendo, egli soldato e diplomatico, il grado di « doctor juris honoris causa » dalle Università di Glasgow e di Cambridge.

L'Ingegneria Civile prende anch'essa vivissima parte al dolore suscitato dalla perdita sì immatura di una vera gloria italiana.

G. S.

## BIBLIOGRAFIA

## I.

**Il Duomo di San Giovanni, ora « Battistero » di Firenze,** di A. NARDINI DESPOTTI MOSPIGNOTTI — Un vol. di pag. 181 in 8°, con trenta illustrazioni e due tavole fuori testo — Firenze, tipografia di Salvatore Landi, 1902

Questa è la pubblicazione recente di uno studio che l'A. imprese a scrivere nel 1873 e che compì nel giro di circa due anni, ma che solo nel 1897, per eccitamenti avutine dal compianto professore Del Moro, s'indusse a trarre dall'oblio, cui avevalo ingiustamente condannato.

E ben fece l'illustre A. di questo studio ad arrendersi alle esortazioni dell'amico, poichè, pubblicandolo, egli ha regalato alla bibliografia storico-artistica dei nostri monumenti un saggio, che non dubitiamo di chiamare perfetto, e del metodo da seguirsi nello studio critico dei monumenti architettonici e della forma, con cui si debbono esporre i fatti, vagliarli, confrontarli e dedurne conseguenze rigorose.

Noi crediamo pertanto di rendere un vero servizio a quanti si interessano al glorioso nostro patrimonio artistico, segnalando alla loro attenzione un lavoro sotto ogni rispetto compiuto e che, sebbene pubblicato con ritardo di quasi un quarto di secolo, giunge ancora in buon punto per distruggere molte errate opinioni, sostenute da storici e critici di gran fama, quali l'Hübsch, il Burkardt, il Kügler ed il Cattaneo, sul conto di uno dei più importanti e caratteristici edifi; per snobbare non poche incertezze, per porre, in una parola, nella sua vera luce un monumento che, non solo fu l'archetipo di molti insigni edifi; fiorentini, costrutti tra il X ed il XII secolo, ma che fece sentire la sua influenza sino agli albori della Rinascenza.

L'A. divide il suo lavoro in tre parti: *le origini, le vicende, il San Giovanni e l'architettura fiorentina nel medio èvo.*

Nella parte prima, dopo di avere toccato dell'oscurità, nella quale sono tuttora avvolte le origini del San Giovanni, passa ad esaminare le opinioni al riguardo accampate da parecchi antichi ed autorevoli scrittori e, con ragioni irrefutabili, desunte dalla storia, dalla tecnica e dall'estetica, dimostra che il San Giovanni non è mai stato un tempio del gentilesimo e che non può riferirsi all'arte pagana, per la costituzione sua, essenzialmente ottagonata, per l'assenza in esso di un portico o peristilio, per il sistema statico seguito nella sua costruzione: per l'artificio della sua cupola e della sua copertura e per il modo col quale staticamente funzionano gli elementi della sua decorazione. Provato che il modo di comportarsi degli elementi della decorazione architettonica e che la forma e l'organismo del San Giovanni meglio si addicono all'architettura Cristiana primitiva, l'A. passa a dimostrare che questo tempio non può essere opera dei Longobardi o dei Carolingi, e ne conchiude che: « il San Giovanni non è un monumento romano, nè romanico e molto meno ogivale; che esso, al di dentro ed al di fuori, in ogni sua parte, staticamente ed esteticamente, appartiene all'età più fiorente e più classica dell'architettura cristiana primitiva e che, per conseguenza, la sua costruzione e decorazione debbono risalire fra il IV ed il V secolo dell'era volgare ». (Pag. 66).

L'A., ben conosciuto per altri molti lavori di profonda critica storica, dà prova, in tutto questo lavoro, ma specialmente nella prima parte di esso, d'una dottrina, di un rigore e di una agilità di argomentazione veramente poco comuni.

Ad ogni tratto, dalle indagini e dai ragionamenti dell'A., sgorgano, logicamente spontanee, conclusioni della massima importanza, che sono preziosi insegnamenti per ognuno che si interessi alla storia dell'arte.

Nulla e nessuno sfugge alla critica sottile, talvolta un pochino mordace del nostro A.; non vi sfuggono neppure i più reputati scrittori moderni quando arrischiavano opinioni e giudizi non desunti dalla serena osservazione dei fatti. Lo stesso Hübsch, l'illustre autore dell'opera: *Monuments de l'architecture chrétienne, depuis Constantin jusqu'à Charlemagne*, pel quale l'A. professa a ragione la più grande ammirazione, non trova grazia là, ove, ragionando del San Giovanni,

ne attribuisce la decorazione ad un *primo risorgimento* dell'arte antica, che si sarebbe verificato nell'Italia centrale anteriormente alla introduzione dello stile ogivale.

A proposito di questo *Rinascimento*, ideato dall'Hübsch e dai suoi seguaci per spiegare la presenza, in taluni monumenti dell'Italia centrale, posteriori al mille, di certe forme classiche, quali ad esempio, le trabeazioni, i capitelli corinzi e compositi, le basi attiche ed alcune modanature che ricordano i profili romani, l'A. esce nelle seguenti parole:

« ..... io non posso acconciarmi a credere che un'arte risorga o rinasca se non allorquando io la vedo rivivere in ispirito e nell'intima sua natura. Un capitello, una base, una cornice, quand'anco fossero davvero redivivi, e non ci paressero cose nuove soltanto per la impossibilità in cui siamo di confrontarli a quelle più vecchie, a senso mio, non possono argomentare ad un'architettura che si origina. Codeste sono forme, sono velleità decorative, sono giuochi d'occhio e di mano dove l'intelletto, che è la guida delle grandi rivoluzioni operate nel campo della scienza e dell'arte, non entra per nulla. Anche l'arte, se risorge, deve risorgere rianimandosi. Ora io non vedo davvero che cosa si rianimi dell'antico nelle nostre architetture posteriori al mille; anzi, all'opposto, coteste architetture ci mostrano questo fenomeno curioso: che, cioè, mentre adoperano certe forme classiche (le quali sono piuttosto decrepite che rinascenti) nella sostanza poi ci presentano un'Arte, che nel suo spirito e nella sua intima costituzione, tende sempre più e con ogni sua forza a divorziarsi dal classicismo, per diventare essenzialmente medioevale e romanica, vale a dire, essenzialmente nemica al genio, allo spirito e alle norme dell'arte romana. E così vediamo in queste età le colonne ridotte sempre più smilze; le trabeazioni e le cornici, se addirittura non si eliminano, sempre più atrofizzate; le architetture sempre più magre; le masse e le linee orizzontali messe al bando e sostituite da quelle verticali, e queste ultime estrinsecate con sempre più crescente evidenza; le ragioni dei vecchi elementi decorativi sempre più frantendersi e falsarsi, e così frantendersi e falsarsi il modo della loro composizione e del loro concerto; in una parola, vediamo il genio ed i canoni dell'arte nuova procedere per via del tutto opposta al genio ed ai canoni del classicismo antico. E dov'è allora il Risorgimento? ». (Pag. 24 e 25).

Dobbiamo, per non abusare dello spazio, interrompere la citazione: ma lo facciamo a malincuore, giacchè in ciò che segue, l'A. delinea, nel modo più evidente e convincente, i principii e le norme secondo cui l'architettura si evolve e si trasforma, applicando poi questi principii e queste norme all'arte dei secoli VII, VIII, IX e X.

L'A. passa in séguito a studiare la decorazione interna ed esterna del San Giovanni e, con copia di argomenti, dimostra che entrambe sono coeve dell'organismo costruttivo del tempio, eccezione fatta per la *tribuna*, probabilmente rifatta verso la metà del secolo XI e per i pilastri angolari, in origine di macigno, ma ricostrutti di marmo, a fasce alternativamente bianche e nere, nel 1293.

Nella parte seconda, con paziente esame di fatti e documenti, l'A. pone in sodo che l'attuale battistero fiorentino è stato, prima di Santa Reparata, l'antico Duomo di Firenze col titolo di S. Salvatore, da non confondersi colla chiesa detta *S. Salvatore al Vescovado*; che, solo durante la dominazione longobardica e probabilmente sotto il regno di Teodolinda, ebbe a mutare l'antico titolo nel presente di San Giovanni; che verso la metà del secolo XI il tempio di San Giovanni cessò definitivamente dalle funzioni di duomo fiorentino, assunte e di poi sempre esclusivamente esercitate dalla chiesa di Santa Reparata, già da qualche secolo concattedrale, mentre il San Giovanni da quel tempo diventò e rimase poi sempre Battistero e che, finalmente, in occasione di questo mutamento di destinazione, venne forse, all'antica *tribuna* di pianta absidale, sostituita la presente di pianta rettangolare e, se pure di già non esisteva, aggiunta la lanterna in cima alla cupola ed inventato il fonte battesimale nel centro dell'ottagono.

Conclusioni tanto più importanti, in quanto che, insino ad ora, tutti gli scrittori, non esclusi nè il Cattaneo nè il M. Reymond, avevano posto il San Giovanni fra i monumenti del secolo XII. È però giustizia a

il soggiungere che il Raymond, dopo uno studio più accurato del monumento, non esitò a ricredersi, così che nel tomo II, della: *Sculpture Florentine*, non esita a confessare che il San Giovanni rivela tanto l'impronta classica, da far credere che esso appartenga agli ultimi tempi dell'arte romana e che, molto verisimilmente, debba ritenersi un monumento del IV secolo ed in ogni caso anteriore al VI.

Nell'ultima parte l'A. studia il Duomo di San Giovanni più specialmente in relazione coi tempi che antecedettero e susseguirono alla edificazione di questo tempio, e questo col proposito di mettere in chiaro le attinenze sue coll'architettura che precedette al suo nascimento e colle architetture che si svolsero e si succedettero durante il periodo medioevale.

L'A. nota anzitutto come sullo scorcio del secolo VI dell'era volgare e nella prima metà del secolo successivo, il sistema costruttivo accenni ad un notevole miglioramento in paragone di quelli dei secoli anteriori e, per illustrare questa sua affermazione, Egli stabilisce un molto concludente confronto tra il Pantheon di M. Agrippa ed il tempio di Minerva Medica, notando come l'organismo di quest'ultimo già contenga evidentissimi accenni alle forme ed alle disposizioni costruttive, che sono caratteristiche dei sistemi edificatori seguiti al tempo del Cristianesimo primitivo; come, anzi, tali forme e disposizioni parzialmente si confondano, a segno tale da rendere talvolta difficile lo scernere l'arte di un periodo da quella del periodo successivo e cita, a conferma di quest'affermazione, il S. Lorenzo Maggiore di Milano, il cui artificio costruttivo richiama quello della Minerva Medica.

Il concetto architettonico ed il sistema statico di questi due edifici, sono, secondo il nostro A., quelli stessi che, oltre due secoli dopo, al tempo cioè di Giustiniano, presiedettero alla costruzione del San Vitale di Ravenna e del tempio di S. Sofia a Costantinopoli. Ben diverso è il concetto organico del San Giovanni. In esso, non più absidi od esedre perimetrali, destinate a rinfiancare la cupola, ma il muro di contorno che regge direttamente la cupola, non alla maniera del Pantheon, cioè non per mezzo di un muro pieno, massiccio, di enormi dimensioni, ma per virtù di sapienti ed accorte disposizioni le quali, facendo convergere gli sforzi in punti determinati, permettono di concentrare in questi punti le masse murali, precludendo così risolutamente a quel sistema costruttivo, che ebbe i suoi inizi nel periodo romanico e raggiunse l'apogeo di sua perfezione nel periodo ogivale.

Opportunamente l'A. fa rilevare l'artificio col quale la cupola ed il tetto del San Giovanni sono costruiti e si legano ai sostegni per via di costole e di rinfiancature, artificio che dà al complesso di queste due parti dell'edificio, se non l'apparenza, certo la realtà di una cupola doppia. Da siffatta disposizione interamente nuova e speciale, l'A. è tratto a ravvisare, nel tempio di San Giovanni, il più antico archetipo di cupola doppia che sia al mondo. Ma qui, e soprattutto in quello che segue ci pare che l'amore del suo « bel San Giovanni », porti il nostro illustre Autore fuori del campo di quelle illusioni rigorosamente logiche e di quelle serene ed acute argomentazioni, di cui ha dato larga prova in tutto il corso anteriore del suo bel lavoro.

Anzitutto a noi sembra occorra già uno sforzo per ravvisare nel complesso della copertura e della cupola del San Giovanni anche solo un embrione di cupola doppia. A nostro credere, e pure ammettendo che nella disposizione organica di queste due parti dell'edificio possa vedersi un qualcosa di analogo a ciò che esiste nella cupola doppia, siamo ancora molto lontani da quanto si ammira nella cupola di S. Maria del Fiore ed in quella di S. Pietro ed al postutto non è agevole ammettere, così alla prima, che nella mente dell'architetto del S. Giovanni il problema di sostenere la copertura esterna siasi affacciato contemporaneamente a quello del voltare la cupola anzichè, dopo avere disegnata quest'ultima; nel qual caso si comprende che ad un esperto costruttore, quale indubbiamente si fu l'architetto del San Giovanni, non sia sfuggita l'opportunità di trar partito delle ossature maestre della cupola per sostenere la copertura del tetto. Perchè infine l'architetto del San Giovanni non ha fatto altro se non valersi di mezzi murali, per formare le ossature di sostegno di un tetto incombustibile; ossature che gli architetti moderni trovano più comodo di formare con travi metalliche. Se alle rinfiancature costrutte sulle costole della

cupola del San Giovanni noi immaginiamo sostituite delle travi metalliche, tra le quali siano girate delle volticelle di cotto, sul dorso spianato delle quali poggino le lastre marmoree della copertura, il San Giovanni non sarebbe fundamentalmente mutato, ma il fantasma della cupola doppia d'un tratto sparirebbe per far posto allo schema della copertura di uno dei tanti tiburini, che gli architetti della Rinascenza fecero sorgere sopra le cupole delle loro Chiese.

Ben altrimenti si passano le cose nella cupola veramente doppia di Santa Maria del Fiore, nella quale la parte esterna non si giova più dei muri d'ambito, elevantisi, come nel San Giovanni, ai  $\frac{2}{5}$  della monta della cupola interna, ma si spicca, libera ed imponente, al disopra del loro coronamento; dove tutte le parti della mirabile struttura si scorgono preordinate, nella mente del sommo Architetto, allo scopo ben determinato di ottenere due cupole distinte, per quanto tra di loro intimamente legate e dove non sarebbe possibile sostituire, neppure coi mezzi dei quali dispone l'architettura moderna, alla cupola esterna, una struttura di altro materiale, la quale sia in grado di reggersi senza il sussidio della cupola interna.

Per strappare dalla fronte del Brunelleschi la corona di gloria, che cinque secoli omai gli hanno consecrata e per potere sicuramente affermare che il *Cupolone* di Firenze non è che un plagio della copertura del San Giovanni, non basta, secondo noi, il confronto fatto dall'A. tra il testo della descrizione della costruenda cupola di S. Maria del Fiore, presentato nel 1420 dal Brunelleschi agli Operai ed agli Ufficiali deputati alla costruzione e quello della descrizione della cupola e della copertura del San Giovanni, che il prof. Del Moro presentava nel 1896 alla Deputazione dell'Opera di S. Maria del Fiore, allo scopo di accertare le origini delle infiltrazioni verificatesi attraverso alla muratura della cupola e che ne danneggiarono i mosaici (pag. 126, 127), perchè, per quanto i testi delle due descrizioni combinino a tal segno da potersi ritenere come relative ad uno stesso oggetto, sta pure in fatto che un'enorme differenza corre tra le due strutture ed una differenza tale da non permetterci di ritenere la cupola del Brunelleschi un plagio della copertura del S. Giovanni, se anche, per documenti irrefragabili, venisse provato che, prima di metter mano al modello della sua cupola, il Brunelleschi avesse a lungo meditato sulla struttura del San Giovanni: per ciò stesso che non oseremmo incolpare di plagio il disegno studiato dal prof. Antonelli per la cupola dalla Mole, che porta il suo nome, per quanto ci consti che, prima di dar seguito alla sua invenzione, Egli siasi lungamente indugiato nello studio delle cupole più famose, segnatamente della cupola di S. Maria del Fiore e per quanto, ancora, nella sua struttura fondamentale, la cupola Antonelliana sia, con quella del Brunelleschi, legata da parentela assai più stretta di quella che congiunge la cupola del Brunelleschi colla copertura del San Giovanni.

Eppure l'Antonelli in fondo non ha fatto altro che adattare ad una pianta quadrata quanto il Brunelleschi aveva ideato per una pianta ottagonale! Anche nella mole Antonelliana si hanno le due cupole a sesto acuto, formate entrambe da costole fra di loro collegate. Anche qui gli spazi tra costola e costola sono colmati da volticelle sottili; anche qui, infine, il materiale di copertura è sostenuto dalla cupola esterna. Ma quali difficoltà non dovette superare l'Antonelli nel passaggio dalla pianta ottagonale a quella quadrata! Quali e quanti spedienti costruttivi non dovette Egli escogitare per opporsi al pericolo di uno sfiancamento dei fusi della cupola in corrispondenza dei quattro spigoli esterni, per porre in opera ed assicurare stabilmente le enormi lastre di copertura! Ora se il complesso di tutti questi accorgimenti costruttivi, nei quali l'Antonelli era indubbiamente « maestro di color che sanno » applicati ad una cupola, il cui sistema costruttivo non era fundamentalmente diverso da quello seguito dal Brunelleschi, bastarono a fare della sua cupola una concezione originale, come può esser lecito di contestare il pregio dell'originalità alla costruzione del Brunelleschi?

E poi, l'illustre signor Nardini vorrà concedere che, alla stessa guisa che non verrà mai in mente a nessuno di affermare che il sesto della cupola del San Giovanni sia una copia od un plagio della volta del Tesoro d'Atreo o delle cupole dei Nuraghi Sardi, o di altre volte di sesto analogo, anteriori al San Giovanni, mentre egli stesso c'insegna, anzi, che il sesto della cupola di questo tempio non è tale « per velleità este-

tiche o per consuetudini di stile, ma a motivo di esigenze statiche » analoghe a quelle che suggerirono il sesto acuto ai costruttori delle cupole o volte degli antichissimi edifici sovra citati e di altri esistenti in Italia, anche di poco anteriori al San Giovanni, — ci sembra che sarebbe affatto giusto ed anche, trattandosi di « Ser Filippo », molto naturale l'ammettere che due uomini di genio, posti di fronte ad analoghe difficoltà, siansi incontrati, nel risolverle, in analoghi artifici costruttivi, senza che per questo l'invenzione dell'uno debba dirsi un plagio dell'opera dell'altro, solo perchè questa precedette quella nel tempo.

Chiediamo venia al lettore della lunga digressione e torniamo là d'onde ci partimmo, là, cioè, dove l'A., dopo aver messo in luce l'importanza organica della doppia copertura del San Giovanni, passa a studiare l'impronta speciale impressa a questo tempio dalla sua decorazione policromica, della quale rintraccia le origini presso i popoli orientali e che, modificata dai Romani, sfruttata ed ampliata dai primitivi Cristiani e dagli architetti medievali, ha esercitato una influenza marcatissima sulla decorazione marmorea delle chiese fiorentine, dalla Badia Fiesolana a San Iacopo oltr'Arno; ma un'influenza ristretta in una cerchia limitata, per cui la scuola romanica fiorentina non può vantare l'espansione della scuola di Pisa, che da questa città irraggia verso settentrione sino alla Lunigiana, verso oriente sino a Pistoia ed a Prato, se non molto più in là ancora, a mezzogiorno, attraverso la Maremma, sino a Massa Marittima e ad occidente, valicando il mare, persino in Corsica e in Sardegna, ma con caratteri spiccatamente diversi da quelli della scuola romanica fiorentina.

L'A., dopo avere diligentemente studiato i caratteri della decorazione policromica della Badia fiesolana, della Chiesa dei SS. Apostoli, della Chiesa di S. Miniato al Monte, della Pieve di S. Andrea in Empoli, della tribuna del S. Giovanni, del San Salvatore al Vescovado e del San Iacopo sopr'Arno e stabilita la relativa cronologia di queste fabbriche, prima di abbandonare il periodo dell'arte romanica, osserva che, a differenza di quanto si verifica nel resto dell'Europa, in Italia l'architettura romanica è essenzialmente opera del laicato, e che il monachismo ebbe sì influenza sull'architettura nostra, ma che quest'influenza va ristretta al periodo ogivale, durante il quale incontestabilmente, ad opera soprattutto degli Ordini dei Mendicanti e dei Predicatori, sorsero in Italia edifici splendidi. Ed è precisamente in questo periodo che s'ebbe in Firenze una scuola monastica ogivale, dalla quale uscirono architetti valentissimi ed alla quale si deve, fra le altre, la chiesa di Santa Maria Novella. L'A. non è lontano dallo ammettere che, al connubio dell'arte monastica con quella laicale paesana, si debba l'ogivalismo fiorentino, così caratteristico e così diverso da quello delle altre regioni italiane, così diverso persino dall'ogivalismo delle altre città della Toscana: ogivalismo che si inizia con Santa Maria del Fiore, prosegue coll'Orsanmichele, col Bigallo e colla loggia dell'Orcagna, con un'andatura tanto nobile e larga da ricordare assai più la parentela coll'arte classica che che non coll'arte contemporanea in Francia e nell'Europa settentrionale. E così, con facile pronostico, crediamo sarà di qualunque nuova forma d'arte che abbia a fiorire nel nostro Paese, ove la tradizione classica ha radici profonde così da non potersi sradicare.

A questo punto, l'A. il quale in tutti i ragionamenti precedenti non ha mai perduto di vista la parte più importante ed essenziale delle fabbriche tolte ad esame, vogliamo dire la loro struttura, si indugia brevemente intorno alle varie strutture murali usate in Toscana, e specialmente in Firenze, dagli architetti del medio èvo e fa notare come l'uso delle belle ed accurate costruzioni di *pietre concie*, ereditato dalla tecnica etrusca, sia andata decadendo a misura dello estendersi dello stile ogivale e l'impiego di pietre squadrate di grandi dimensioni abbia fatto posto alla struttura di pietre semplicemente sborzate in Santa Croce, nel palazzo della Signoria, nel Bargello ed in altre costruzioni coeve, pubbliche e private e come solo nel XIV secolo, e negli edifici di maggior conto, la struttura di pietre squadrate torni talvolta in onore.

Seguitando per questa via, l'A. va, a mano a mano, delineando i caratteri proprii dello stile ogivale fiorentino e notando con cura minuziosa le attinenze che, nei suoi elementi decorativi, esso ha col

San Giovanni, per cui l'influenza di questo edificio sull'architettura fiorentina si farebbe sentire anche nel XIV secolo! E veramente non si saprebbe dargli torto quando si mettono a raffronto le decorazioni della tribuna di S. Maria del Fiore (anno 1367) con quelle del corpo ottagonale del San Giovanni e si pone mente a che, in piena fioritura ogivale, si rifanno in queste tribune gli archi tondi come nel periodo romano ed in quello romanico.

« Così dunque », conclude il Nardini, « questo Duomo di San Giovanni, dopo aver segnato con la sua costruzione uno dei periodi più floridi ed uno dei monumenti più dinamici dell'architettura cristiana primitiva, noi lo vediamo in qualche modo rivivere dopo il mille, modificato dalla legge dei tempi e delle cose, nella creazione di quell'architettura romanica che ha coperto l'Italia e il mondo di opere tanto meravigliose; lo vediamo poi ora in un'ora in altro modo esercitare la sua influenza anche durante il periodo ogivale, e lasciare la sua orma sul più nobile edificio del medio evo fiorentino, e fors'anco italiano; e finalmente lo vediamo concorrere all'opera del Risorgimento, somministrandogli gli elementi più caratteristici ed originali » (Pag. 174).

Così l'A. col suo mirabile lavoro, nel quale l'indagine più sottile e coscienziosa va di pari passo colle osservazioni più profonde e colle sintesi più poderose, ci conduce quasi inavvertitamente in sulla soglia della Rinascenza, per la quale, egli, apostolo convinto della massima, che, in architettura, la decorazione deve essere tanto amica dell'organismo da diventare l'espressione estetica dei modi statici dell'edificio, ha parole giustamente severe.

Egli si chiede: « ..... Com'è che l'architettura, in questo lungo corso di vicende più spesso difficili e luttuose, è riuscita nonostante a far cammino e ad perfezionarsi? » e risponde:

« Perchè essa visse sempre fra gli uomini, con gli uomini e per gli uomini, nè si appartò mai dalla loro vita reale, nè mai disconobbe i loro reali bisogni. Così andando sempre cogli uomini, obbedì anch'essa a quella legge eterna di tutte le cose umane, in virtù della quale esse si svolgono e si trasformano continuamente in ordine ai tempi, alle idee ed ai costumi, epperò a beneficio dei tempi, delle idee e dei costumi. A questo modo procedè l'architettura finchè non la colse il così detto Risorgimento. Ed il Risorgimento a sua volta che cosa fece? Il Risorgimento si appartò dai vivi per andare in cerca dei morti, e invece di lasciare che la società seguitasse a trasformare l'arte per naturale evoluzione e senza pure adarsene, come era stato fatto fino allora, la trasformò per violenza di rivoluzione macchinata e perpetrata da antiquomani e teoretici, rasgando fra la polvere degli scaffali e fra le macerie delle antiche rovine, per il ghiribizzo ch'era venuto in essi di ritornare all'antico. Il ritorno verso l'antico io posso capirlo nella poesia e nelle lettere, che sono cose più che altro fantastiche; posso capirlo anche nella pittura e nella scoltura, che sono arti d'imitazione, ma non lo capisco e non lo capirò mai nell'architettura, arte eminentemente creatrice, arte necessariamente evolutrice, nella quale la società è quella che crea, che evolve e che trasforma, e dove l'architetto non è che l'interprete e l'esecutore della volontà sociale. Ma allorché l'architetto s'atteggia ad inventore o a rinvangatore d'architetture, allorché pretende d'imporre le sue idee e i suoi gusti alla società, di sostituirsi ad essa e di crearle dei bisogni e dei costumi che non sono i suoi e di cui non ha affatto bisogno, allora le parti sono invertite, tutto è capovolto e l'architettura si approssima alla sua fine ».

Ammonimento che non potrebbe cadere più opportuno!

Il lettore che avrà avuto la pazienza di seguirci fin qui si unirà certamente a noi nel desiderare che i più importanti monumenti italiani possano trovare illustratori pari al Nardini: chè se la patria nostra avesse tal ventura, la storia dell'architettura italiana non tarderebbe a venir rifatta con criteri nuovi e profondi, e quindi a sorgere su fondamenti incrollabili.

## II.

**Opere di Galileo Ferraris**, pubblicate per cura della Associazione elettrotecnica italiana. — Vol. I, in-8° gr. di pagine 492, con 52 incisioni nel testo, 4 tavole litografiche ed il ritratto dell'Autore. — Ulrico Hoepli, Milano, 1902. Prezzo del volume L. 12.

Nessun più fulgido monumento in memoria di Galileo Ferraris poteva erigere l'Associazione elettrotecnica italiana che deliberando di pubblicare la raccolta completa delle opere di tanto maestro, divise in tre grossi volumi.

Il primo, che è quello testè pubblicato contiene le memorie originali su argomenti che hanno più stretta attinenza coll'elettrotecnica; e però non si volle seguire l'ordine cronologico delle pubblicazioni, ma riunire con metodo più razionale tutte quelle riferentisi alla elettrotecnica, e pubblicarle nel 1° volume, dacchè è appunto nel campo dell'elettrotecnica che più profonda è rimasta l'impronta dell'opera di Galileo Ferraris.

Il volume ha una prefazione del prof. Guido Grassi, nella quale con mirabile sintesi il chiaro professore riassume gli studi e la vita scientifica di Galileo Ferraris.

Poi viene una prima Nota: *Sull'impiego delle bussole ordinarie nelle misure delle intensità galvaniche* che Galileo Ferraris pubblicava negli Annali del R. Museo Industriale quando appena laureato ingegnere al Valentino, riprendeva gli studi di fisica e matematica e incominciava la sua carriera nell'insegnamento quale assistente del prof. Codazza alla cattedra di fisica tecnica nel R. Museo Industriale di Torino.

Fa seguito la tesi pubblicata per conseguire il grado di dottore aggregato alla facoltà di matematica della R. Università di Torino, col titolo: *Sulla teoria matematica della propagazione dell'elettricità nei solidi omogenei*, nella quale Memoria il Ferraris riproduce in gran parte i lavori di Kirchhoff « Sul movimento dell'elettricità nei conduttori » ma dalle applicazioni che egli fa delle formole generali alla discussione di casi particolari, appare come già si fosse impadronito dei metodi analitici della fisica matematica e con quanto interesse avesse già rivolto il suo ingegno allo studio delle leggi più complesse dei fenomeni elettrici.

La terza Memoria del volume che ci sta sott'occhi ha per oggetto: *Una dimostrazione del principio di Helmholtz sulla tempera dei suoni*, a cui fanno seguito: una conferenza *sul telefono di Graham Bell*, fatta alla Società degli Ingegneri di Torino, pochi mesi dopo che se ne conobbe la geniale invenzione, ed una Memoria per l'Accademia delle Scienze di Torino: *Sulla intensità delle correnti elettriche e delle estracorrenti nel telefono*. Nella conferenza sul telefono non solo ci viene spiegato come i suoni e le parole si possano trasmettere fra due luoghi lontani, congiunti fra loro per mezzo di un semplice filo telegrafico, ma si ricercano inoltre le leggi di questa trasmissione e le relazioni che sussistono fra i suoni prodotti in una stazione e quelli ricevuti col telefono nella stazione con cui si corrisponde. La dimostrazione sperimentale del principio di Helmholtz che la tempera dei suoni non dipende dalle fasi de' suoni componenti, è ottenuta facendo agire due uguali telefoni ricevitori, posti l'uno direttamente nella linea di un telefono trasmettitore e l'altro su di un circuito indipendente, ma soggetto all'induzione della linea stessa. Applicando le formole delle correnti indotte, egli trova che in questo circuito le fasi dei suoni componenti devono essere alterate; malgrado ciò nel secondo telefono si ricevono i suoni come nel primo senza alterazione nella tempera.

Il Ferraris aveva supposto in questo primo studio che fossero trascurabili i fenomeni di selfinduzione, ma nella Memoria successiva si occupa in particolar modo della influenza che la selfinduzione esercita sulla tempera del suono, e giunge alla conclusione che le estracorrenti, prodotte nel telefono ricevitore, affievoliscono nella medesima proporzione tutti i suoni elementari, epperò esse non alterano la tempera del suono. In questo lavoro sono messe in evidenza altre proprietà interessanti intorno alle relazioni che sussistono fra le correnti, l'intensità e il periodo dei suoni trasmessi dal telefono, e infine è data per la prima volta una misura assoluta dell'intensità delle correnti telefoniche.

La breve Memoria che trovasi pubblicata subito dopo col titolo: *Teoremi sulla distribuzione delle correnti elettriche costanti*, contiene essenzialmente due proposizioni: la 1ª stabilisce che, fra tutte le distribuzioni di correnti costanti, in un conduttore qualunque, conciliabili col principio di equivalenza di calore e lavoro, nel fatto si verifica quella che rende massimo il lavoro delle forze elettromotrici; la 2ª si riferisce al caso in cui sono date le intensità delle correnti sulla superficie che limita il sistema conduttore, mentre in esso agiscono soltanto le forze elettromotrici dipendenti dall'elettricità libera, nel qual caso le correnti nel sistema stesso si distribuiscono in modo da rendere minimo il calore svolto nel conduttore.

Seguono le due classiche Memorie: *Ricerche teoriche e sperimentali sul generatore secondario Gaulard e Gibbs*; — e *Sulle differenze di fase delle correnti, sul ritardo dell'induzione e sulla dissipazione dell'energia nei trasformatori*, colle quali il Ferraris ha fondato la teoria dei trasformatori a correnti alternate, e diede il più potente impulso al progresso di questo ramo dell'elettrotecnica, che comprende tutte le applicazioni delle correnti alternate.

Un complemento di questi lavori è la breve Nota che contiene: *i Risultati di alcune esperienze sul trasformatore Ziperowsky, Déri, Bláthi*, colla quale si mette in evidenza la superiorità di questo tipo di trasformatore a circuito magnetico chiuso, anulare, rispetto al tipo primitivo a dischi di Gaulard. Di questo scritto erano state pubblicate a Budapest una traduzione francese ed una tedesca, in opuscoli a parte, colla data del 2 luglio 1885. La « *Elektrotechnische Zeitschrift* » lo riprodusse nel fascicolo dell'ottobre stesso anno con poche varianti. Ma l'originale italiano non era mai stato pubblicato e non si conosceva; esso fu trovato fra le carte della famiglia Ferraris, e venne inserito in questo punto del volume come complemento dei lavori di Galileo Ferraris sui trasformatori.

Ed eccoci alla celebre Memoria, col modesto titolo di *Rotazioni elettrodinamiche prodotte per mezzo di correnti alternate*, nella quale sono riassunti i risultati ottenuti dal 1885 al 1888 co' suoi esperimenti sul campo rotante, e si dimostra come il rendimento teorico del motore sia eguale al rapporto fra la velocità angolare della parte mobile e quella del campo rotante.

Leggiamo in seguito una breve Nota: *Sul metodo dei tre elettrodinamometri per la misura dell'energia dissipata per isteresi e per correnti di Foucault in un trasformatore* nella quale il Ferraris rivendica a sé di aver adoperato sperimentalmente per il primo il metodo dei tre dinamometri per la misura delle differenze di fase, e di aver dato la formola che esprime la relazione tra l'energia dissipata in un secondo complessivamente per le correnti di Foucault e per la isteresi, e la quantità di energia svolta nel medesimo tempo nel circuito secondario, la quale formola veniva comunicata in una lettura di Mr. Th. H. Blakesley alcuni mesi dopo alla « *Physical Society* » di Londra e riprodotta su parecchie Riviste inglesi senza il menomo accenno al precedente lavoro del Ferraris, di dove la formola stessa era stata ricavata. E quella formola ha ricevuto applicazioni sommamente importanti per opera del prof. Ayrton, di J. F. Taylor e di altri, e ciò che più monta, il prof. Ayrton ed il sig. J. F. Taylor avevano dimostrato che la formola da essi attribuita al Blakesley è vera anche quando le correnti non sono sinusoidali, ed è perciò affatto generale. Onde il valore della Memoria presentata all'Accademia delle Scienze di Torino dal prof. Galileo Ferraris risultava notevolmente accresciuto dopo la pubblicazione di Ayrton e Taylor.

Troviamo ancora nel 1° volume due Memorie che rivelano lo studio prediletto da Galileo Ferraris intorno alle correnti alternate; la prima col titolo: *Un metodo per la trattazione dei vettori rotanti ed alternatori, con applicazione di esso ai motori elettrici a correnti alternate*; e la 2ª: *Sopra un motore elettrico sincrono a corrente alternata*. Nella prima di esse il Ferraris presenta un metodo di rappresentazione grafica che torna utilissimo nella interpretazione di molti fenomeni, e nella esposizione delle proprietà fondamentali di molti apparecchi elettrotecnici, e del nuovo metodo fa una prima applicazione allo studio dei principali motori elettrici a correnti alternate; e nella seconda applicando lo stesso metodo conduce il lettore in modo chiaro ed affatto elementare alla creazione teorica di un motore sincrono a campo alternativo.

Il volume si chiude colla *Teoria geometrica dei campi vettoriali, quale introduzione allo studio dell'elettricità, del magnetismo, ecc.*, la quale fu pubblicata, come i lettori sanno, dopo la sua morte, essendosi trovata fra i suoi manoscritti, e che doveva formare come il primo capitolo di un trattato di elettrotecnica, benchè le nozioni preliminari che vi sono svolte, ed i teoremi generali sui vettori e sui campi di forze possano applicarsi non solo all'elettrotecnica, ma a tutte quelle parti della fisica in cui compaiono campi di grandezze vettoriali. La trattazione elementare, per modo che può essere facilmente intesa da tutti, la chiarezza e lucidità dell'esposizione, quali erano ammirate così negli scritti, come nelle lezioni dell'illustre autore, fanno di questo capitolo di Nozioni preliminari uno stupendo Corso di lezioni, che potrebbe essere ripetuto parola per parola davanti agli scolari, mentre il concetto altamente istruttivo, a cui si informa l'autore in questa trattazione non può non costituire oggetto di riflessione profonda a chiunque si trovi a lavorare in questo campo dell'insegnamento, essendochè l'opera così iniziata da Galileo Ferraris segna un passo importantissimo nella didattica elettrotecnica.

Seguiranno altri due volumi, uno dei quali conterrà tutti gli altri scritti su argomenti di elettrotecnica, e l'ultimo comprenderà i lavori d'ottica e su altri argomenti.

G. S.

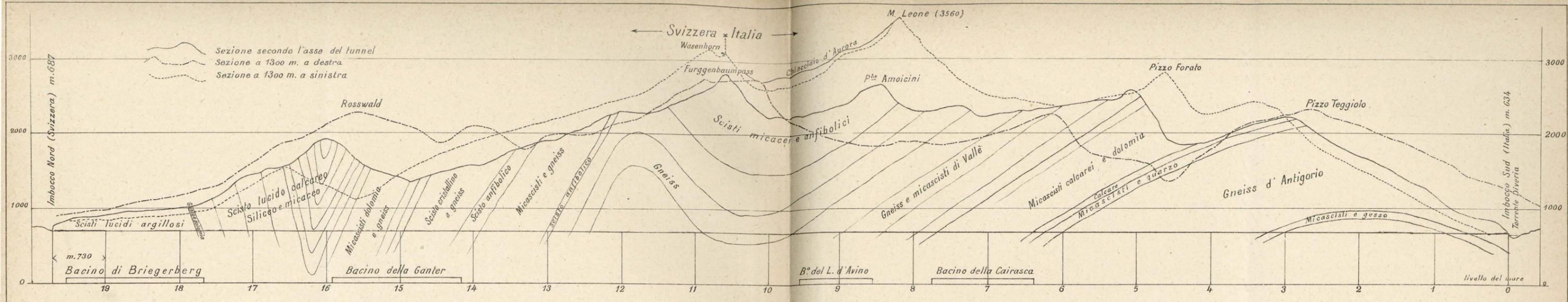


Fig. 1. — Profilo longitudinale della galleria del Sempione — Scala di 1: 50000.

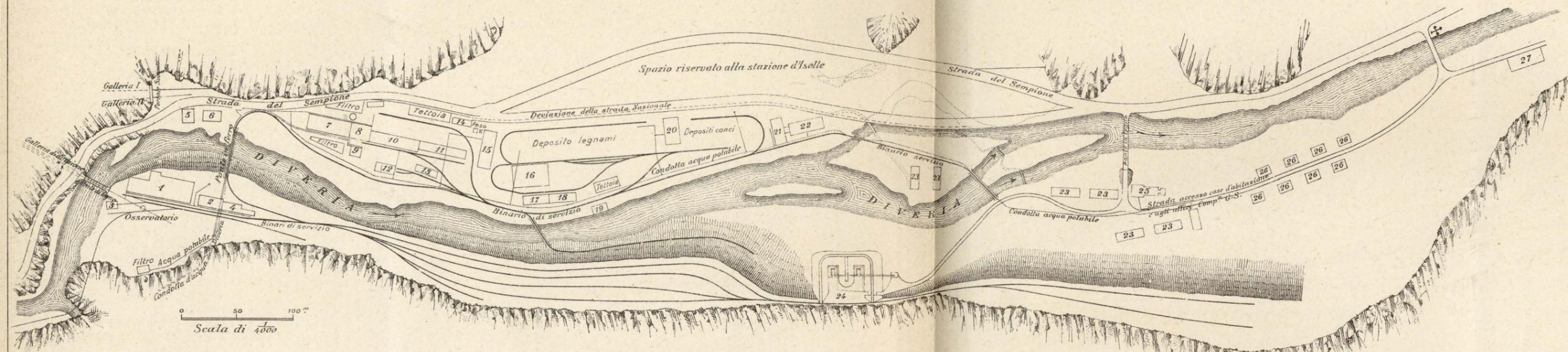


Fig. 2. — Planimetria generale del cantiere di Iselle — Scala di 1: 4000.

- LEGGENDA.
1. Bagni e lavanderia
  2. Fucina 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

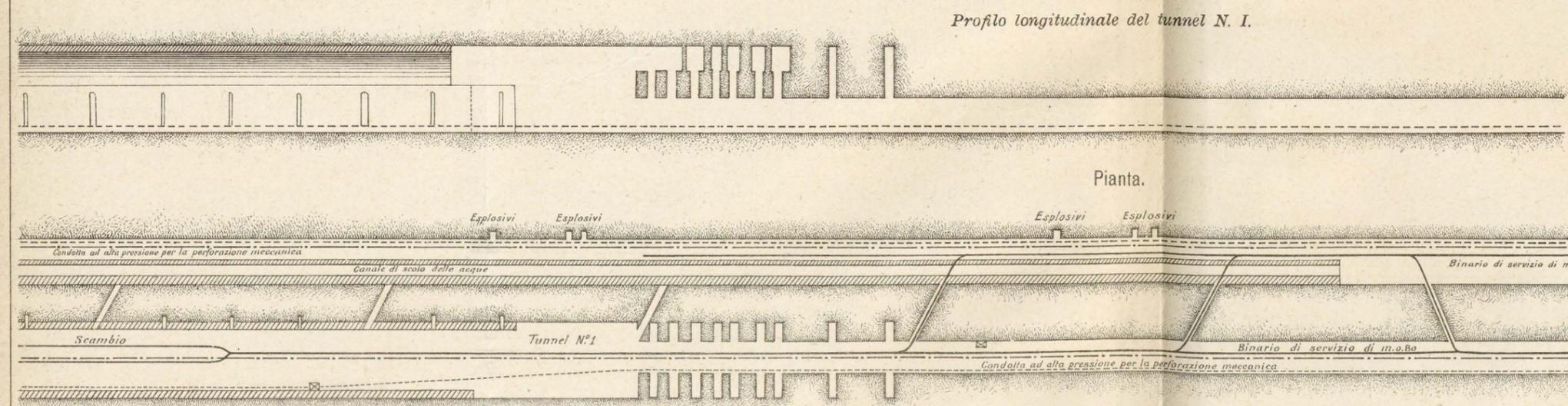


Fig. 3 e 4. — Particolari relativi ai cantieri in galleria — Scala } lunghezze 1: 4000  
 altezze e larghezze 1: 400

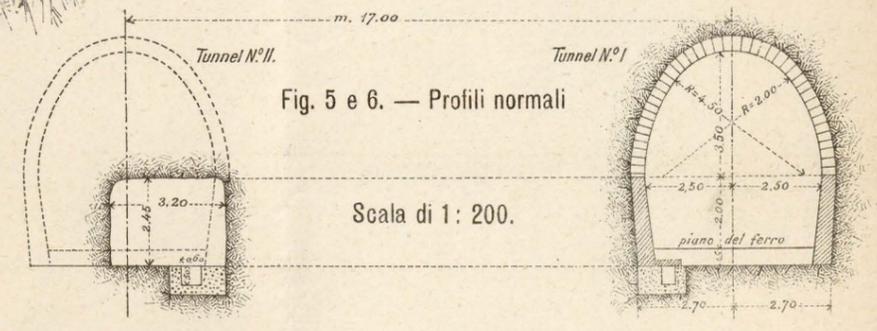


Fig. 5 e 6. — Profili normali

Scala di 1: 200.

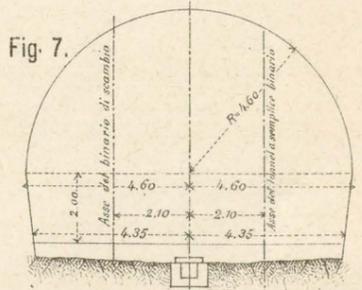


Fig. 7. — Profilo del tratto a doppio binario nel mezzo del tunnel N. 1.

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

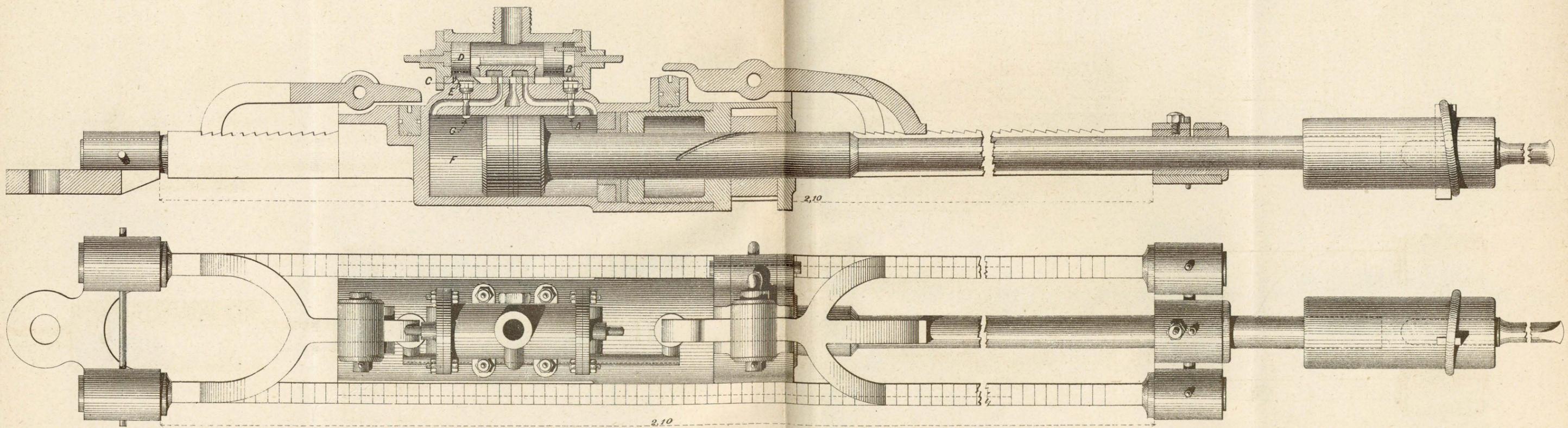
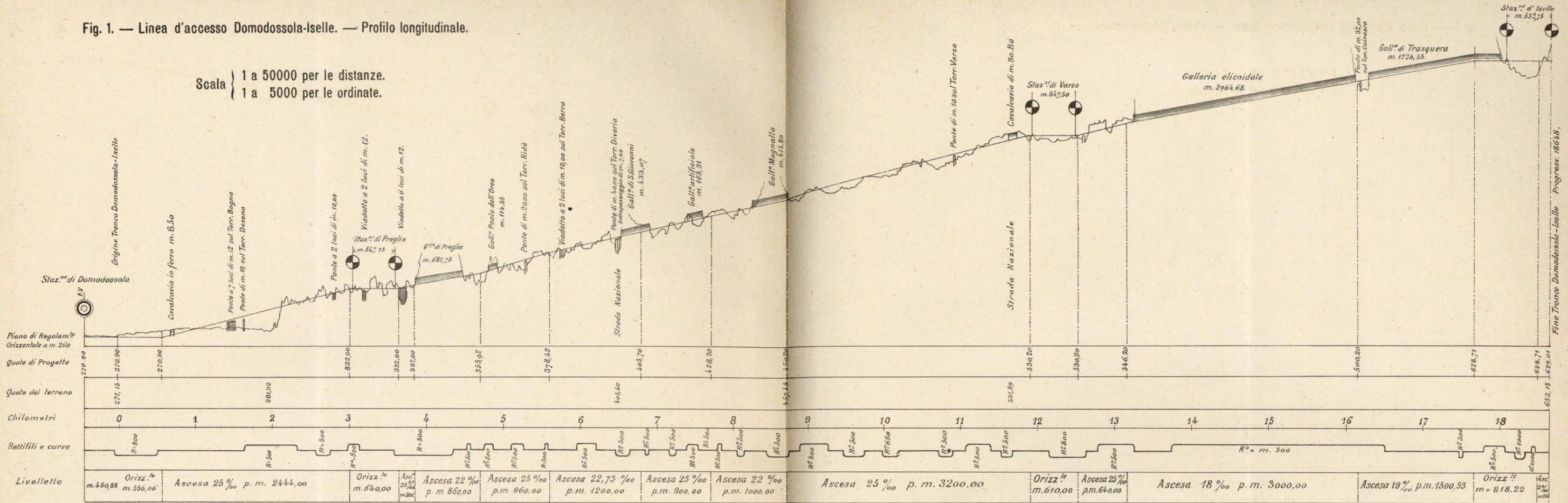
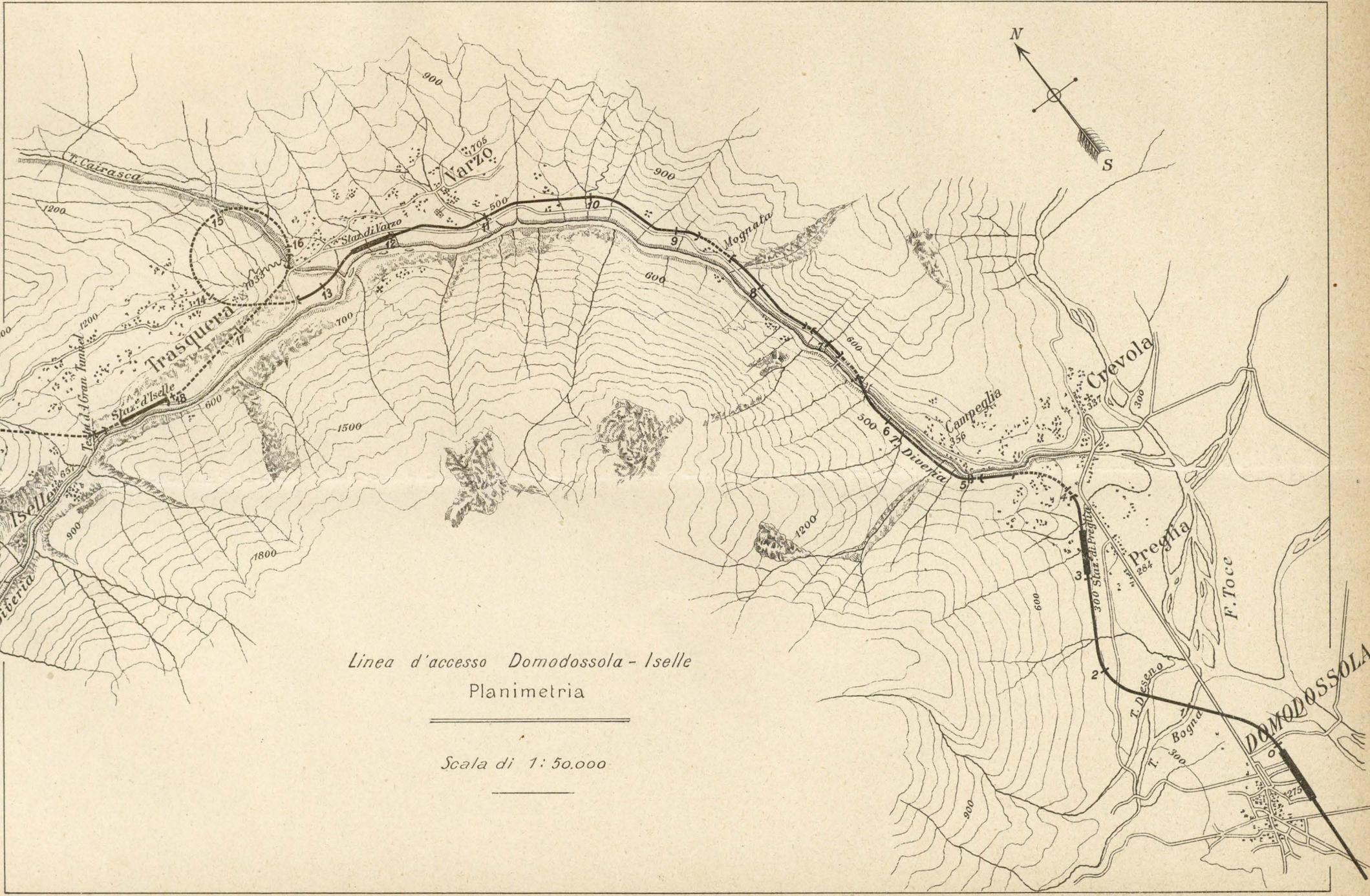


Fig. 2 e 3. — Perforatrice ad aria compressa, sistema F. Segala — Scala di 1: 20.

Torino. Tip. Lit. Canella e Bertolero di N. Bertolero, editore.



*Linea d'accesso Domodossola - Iselle*  
Planimetria

Scala di 1:50.000

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