

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 4 (1926)

Heft: 5

Artikel: Installation des câbles interurbains souterrains Bellinzone - Lugano - Chiasso = Impianto dei cavi interurbani sotterranei Bellinzona - Lugano - Chiasso

Autor: Demartin, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873878>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 03.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Technische Mitteilungen

der schweizerischen Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

Bulletin Technique



Bollettino Tecnico

de l'Administration des
Télégraphes et des Téléphones suisses

dell'Amministrazione dei
Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

Publié par ordre de la
Direction Générale des Télégraphes

Herausgegeben im Auftrage
der Obertelegraphendirektion

Publicato per ordine della
Direzione Generale dei Telegrafi

Installation des câbles interurbains souterrains Bellinzone — Lugano — Chiasso.

Par A. Demartin.

Introduction.

Aux fins de réduire au minimum les effets d'induction perturbateurs que la ligne de contact du chemin de fer du Gothard — électrifié pendant les années 1918 à 1922 — exerce sur les lignes télégraphiques et téléphoniques situées à proximité de cette ligne, l'Administration des Télégraphes et des Téléphones suisses s'est vue dans l'obligation d'exécuter des transferts de lignes de grande envergure sur tout le parcours du chemin de fer en question.

Elle a dû faire déplacer en dehors de la zone immédiate de perturbation du chemin de fer électrifié la ligne télégraphique, utilisée en commun avec les C. F. F., qui longeait auparavant la voie ferrée, ainsi que l'artère téléphonique interurbaine construite sur la plus grande partie de son parcours le long de la route cantonale Airolo—Bellinzone—Chiasso. Ces travaux furent exécutés en deux étapes bien distinctes. La première comprenait la construction des nouvelles lignes aériennes du tronçon Airolo—Bellinzone et la deuxième l'installation de câbles souterrains entre Bellinzone et Chiasso.

L'Administration avait dès l'abord, c'est-à-dire en 1917, envisagé un prolongement des câbles du Gothard vers le sud. Mais, vu l'impossibilité de se procurer pendant les années de guerre les câbles pupinisés nécessaires, ce projet a dû être abandonné. C'est pour cette raison qu'on fit construire, de l'automne 1918 au printemps 1920, deux lignes aériennes parallèles, télégraphique et téléphonique, d'Airolo jusqu'à Gnosca au nord de Bellinzone. Pour éviter des difficultés locales, ces deux lignes furent, de là, conduites par voie souterraine jusqu'à la centrale de Bellinzone.

La prolongation des deux nouvelles lignes dans la direction de Lugano a pu être effectuée par voie souterraine, vu qu'entre temps la guerre mondiale avait pris fin et qu'il était alors possible de se procurer les câbles nécessaires.

De Bellinzone jusqu'à la bifurcation de la route de Camorino furent posés, durant la première période de construction correspondant à l'électrification du

Impianto dei cavi interurbani sotterranei Bellinzona — Lugano — Chiasso.

(A. Demartin.)

Introduzione.

Allo scopo di ridurre ai minimi termini le perturbazioni di carattere induttivo, causate dalla linea di contatto della ferrovia del Gottardo — elettrificata durante gli anni 1918—1922 — che avrebbero disturbato le linee telegrafiche e telefoniche costeggianti la strada ferrata, l'amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri fu costretta di eseguire dei trasferimenti di linea in grande stile lungo tutto il percorso della suddetta ferrovia.

Essa dovette far allontanare dalla zona direttamente esposta all'induzione proveniente dall'elettrificazione della ferrovia, la linea telegrafica utilizzata in comunione con le strade ferrate federali e che prima costeggiava la linea ferroviaria nonchè l'arteria telefonica interurbana che seguiva, nella maggior parte del suo percorso, la strada cantonale Airolo—Bellinzona—Chiasso. Questi lavori vennero eseguiti in due epoche diverse: nella prima si costruirono le nuove linee aeree del tronco Airolo—Bellinzona e nella seconda si posarono i cavi sotterranei da Bellinzona a Chiasso.

Dapprima, e precisamente nel 1917, l'amministrazione aveva previsto un prolungamento dei cavi del Gottardo verso sud. Ma stante l'impossibilità di procurarsi, durante gli anni bellici, gli occorrenti cavi pupinizzati, il progetto fu dovuto abbandonare. Per questo motivo si fecero costruire, dall'autunno 1918 alla primavera 1920, due linee aeree parallele, telegrafica e telefonica, d'Airolo a Gnosca (a nord di Bellinzona). Da Gnosca alla centrale telefonica di Bellinzona entrambe le linee vennero, per iscarsare difficoltà d'ordine locale, posate sotterra.

Continuando verso Lugano si potè eseguire un impianto di cavi sotterranei, poichè, essendo nel frattempo finita la guerra mondiale, c'era nuovamente la possibilità di procurarsi i cavi necessari.

Da Bellinzona fino alla diramazione della strada verso Camorino si posarono, durante il primo periodo di costruzione corrispondente all'elettrificazione del tronco Erstfeld—Bellinzona, un cavo telefonico e



Fig. 1.

tronçon Erstfeld—Bellinzona, un câble téléphonique et un câble télégraphique enfermés dans un canal protecteur en fers zorès. Cette installation, exécutée en automne 1920, fut reliée provisoirement aux deux anciennes lignes aériennes dans la direction de Lugano.

Pour la fin de l'année 1921, il s'agissait de construire la nouvelle installation de câbles jusqu'à Chiasso; c'est ce que l'auteur de cet article désire décrire spécialement, en cherchant à expliquer aux lecteurs qui n'ont jamais eu l'occasion de suivre l'exécution d'un travail de ce genre toutes les phases de la construction, des travaux préparatoires jusqu'à la mise en service des câbles.

Organisation et travaux préliminaires.

En prévision de la pose ultérieure de nouveaux câbles et spécialement d'un câble pour le service international, l'Administration décida de construire une canalisation en tuyaux, système qui a été adopté sur toutes les grandes artères du réseau suisse.

Comme il s'agissait de poser des câbles pupinisés, c'est-à-dire munis de bobines Pupin intercalées tous les 1800 m, il fut nécessaire de subdiviser la longueur totale du tracé en sections égales de 1800 m, dites longueurs de pupinisation. Chacune de ces longueurs fut ensuite subdivisée en 8 tronçons égaux de 225 m, dénommés longueurs d'épissures. On procéda, à cet effet, à un mesurage et piquetage exacts de tout le tracé, à la suite duquel on fixa l'emplacement des points de pupinisation; la centrale de Lugano se trouva être située au milieu d'une longueur de pupinisation.

uno telegrafico racchiusi in un canale protettore in ferri zorès. Quest' impianto, eseguito nell' autunno 1920, venne provvisoriamente congiunto con le due vecchie linee aeree nella direzione di Lugano.

Per la fine del 1921 si trattava di costruire il nuovo impianto cavi fino a Chiasso; l'autore di quest' articolo si propone di descriverne il complesso, cercando di spiegare a coloro che non hanno mai avuto occasione di seguire un' opera di questo genere, tutte le fasi della costruzione: dai lavori preparatori fino alla messa in esercizio dei cavi.

Organizzazione e lavori preliminari.

Essendo prevista la posa ulteriore di nuovi cavi e segnatamente d'un cavo per il servizio internazionale, l'amministrazione decise di costruire una canalizzazione con tubi, sistema che venne adottato per tutte le grandi arterie della rete svizzera.

Siccome trattavasi di posare dei cavi pupinizzati, provvisti cioè di bobine Pupin inserite ogni 1800 m, occorre suddividere la lunghezza totale del tracciato in sezioni uguali di 1800 m denominate lunghezze di pupinizzazione e ciascuna di queste a sua volta in 8 tronchi uguali di 225 m, detti lunghezze di giunzione. A questo scopo si misurò e si picchettò esattamente tutto il tracciato, determinando in seguito la posizione dei singoli punti di pupinizzazione e collocando la centrale telefonica di Lugano nel mezzo d'una lunghezza di pupinizzazione.

Il tracciato, d'una lunghezza complessiva di 51 833 m, venne diviso in 12 lotti di costruzione della lunghezza di 4—5 km che furono messi a con-



Fig. 2.

La longueur totale du tracé de 51 833 m fut divisée en 12 lots de construction de 4 à 5 km de longueur chacun, qui furent mis en soumission en trois tranches de 4 lots et adjugés, à part 2 lots, aux entrepreneurs tessinois. L'exécution des travaux fut dirigée par un bureau de construction installé à Bellinzone, auquel était attaché un cadre de surveillants pour les travaux distribués sur les chantiers.

Les travaux de chaque chantier furent divisés en 3 groupes distincts, soit: 1° un groupe de terrassiers, occupé au creusage de la fouille et à l'excavation des chambres; 2° un groupe chargé de la pose des tuyaux, et 3° un groupe de maçons pour la construction des chambres en béton.

1. Travaux de fouille.

Les travaux préliminaires terminés, on put commencer les travaux de fouille d'abord le 12 mars 1921 sur un chantier, et les premiers jours d'avril sur 3 autres chantiers. Les travaux de la deuxième tranche de 4 lots furent commencés au cours de la période s'étendant du 18 au 27 juin, et ceux de la dernière tranche entre le 9 et le 17 juillet 1921.

Le creusage de la fouille, profonde de 0,90 m à 1,20 m et large en moyenne de 0,70 m, fut retardé sur plusieurs tronçons par la quantité de roc qu'il fallut excaver à coups de mines, tout spécialement sur le parcours du Monte Cenere à Taverne supérieure, entre le Cap S. Martino et Melide ainsi que sur le parcours Bissone-Maroggia. Pour activer les travaux de forage des trous de mines, on employa, sur la plupart des chantiers rocheux, des marteaux à percussion actionnés par de petits compresseurs „Diatto“ comme le montre la fig. 1. Ces petites



Fig. 3.

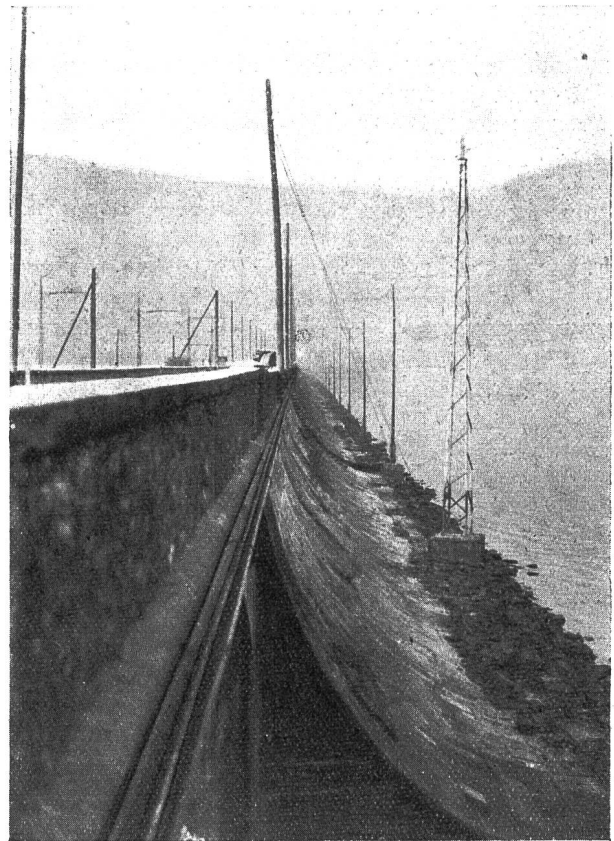


Fig. 4.

corso in tre settori di 4 lotti ciascuno e deliberati salvo 2 lotti, agl' imprenditori ticinesi. L'esecuzione dei lavori fu diretta da un ufficio di costruzione di stanza a Bellinzona dal quale dipendeva un gruppo di dirigenti dei lavori distribuiti nei cantieri.

I lavori d'ogni cantiere vennero divisi in 3 gruppi distinti: 1° un gruppo di sterratori addetti allo scavo del fossato e delle camere; 2° un gruppo d'operai incaricati della posa dei tubi e 3° un gruppo di muratori per la costruzione delle camere in calcestruzzo.

1. Scavi.

Appena ultimati i lavori preliminari, si poterono incominciare gli scavi: dapprima il 12 marzo 1921 in un cantiere e ai primi d'aprile in altri 3 cantieri. I lavori del secondo settore di 4 lotti vennero iniziati dal 18 al 27 giugno e quelli dell'ultimo settore dal 9 al 17 luglio 1921.

Lo scavo del fossato, d'una profondità da 90 a 120 cm e d'una larghezza media di 70 cm, fu ritardato, in diversi tronchi, dalla quantità di roccia che si dovette minare e ciò specialmente lungo il percorso dal Monte Cenere a Taverne superiore, tra Capo San Martino e Melide nonchè lungo la tratta Bissone—Maroggia. Per accelerare la preparazione dei buchi per le mine si ricorse, nella maggior parte dei cantieri rocciosi, all'uso di martelli a percussione, messi in movimento da piccoli compressori „Diatto“, come si vede nella figura 1. Queste piccole perforatrici resero preziosi servizi essendo esse assai maneggevoli e facilmente trasportabili e contribuirono immensamente al rapido proseguimento degli

perforatrici ont rendu d'excellents services par leur maniement et leur déplacement faciles et contribué dans une large mesure à la rapidité de l'avancement des travaux de fouille, si l'on songe qu'il a fallu excaver environ 1680 m³ de roc. La fig. 2 montre, par exemple, une section de fouille excavée en plein dans le roc. Comme travail intéressant, digne d'être signalé et présentant certaines curiosités techniques, nous pouvons relever le passage sous la voie des C. F. F. au km: 161,67 sur le Monte Cenere près de

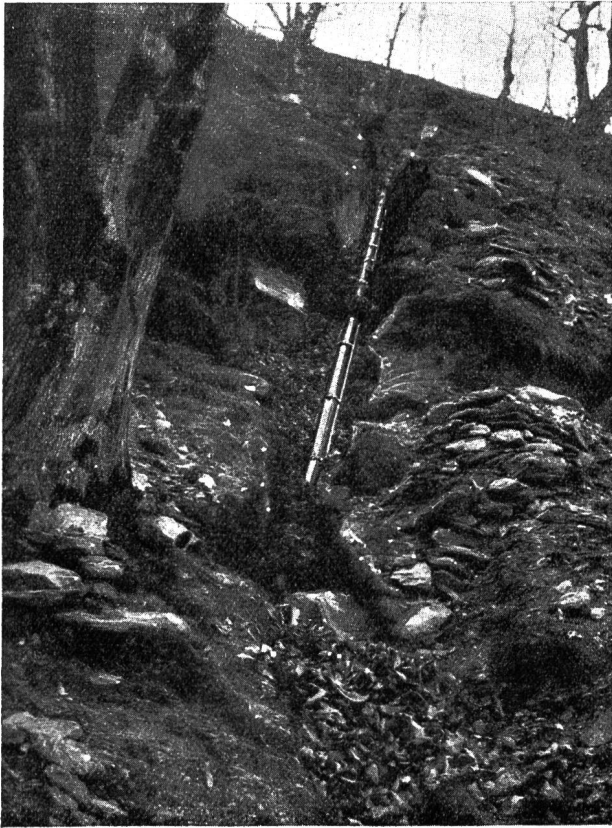


Fig. 5.

Robasacco. Ce croisement présentait la difficulté qu'il fallait attaquer la roche vive dans un terrain en forte déclivité et percer une galerie sous la voie sans entraver le trafic et sans endommager les installations ferroviaires. Pour ce croisement, on posa des tuyaux en fonte de 25 cm, noyés dans une couche de béton, comme le montre la fig. 3. La chambre de niveau supérieure a dû être excavée complètement dans le roc. La canalisation, faisant suite à ce passage sous voie, a été construite à l'aide de fers zorès N° 8, posés à travers les prés aux fins de raccourcir le tracé de la route qui décrit plusieurs lacets dans ces parages.

Le passage de la digue de Melide fut l'objet de longues tractations. En prévision de l'exécution du projet visant à éliminer les deux passages à niveau de Melide et de Bissone, lors de la construction de la double voie entre les gares de Melide et de Maroggia, et prévoyant le transfert de la voie sur le côté nord de la digue et de la route cantonale sur le côté opposé, il fut décidé, d'accord avec les Autorités cantonales, de poser un canal zorès en-dessous du cordon

scavi, ove si consideri che si dovettero scavare circa 1680 m³ di roccia. La figura 2 mostra ad esempio una sezione di fossato scavato completamente nella roccia. Come un lavoro interessante degno d'essere segnalato e che offre certe curiosità tecniche, possiamo citare il sottopassaggio al chilometro 161,67 della strada ferrata federale sul Monte Cenere nei pressi di Robasacco. Quest'incrocio presentava una difficoltà per il fatto che bisognava perforare la roccia viva in un terreno in forte pendenza e scavare una galleria sotto la strada ferrata senza incagliare il traffico e senza guastare gli impianti della ferrovia. Per quest'incrocio si posarono dei tubi in ghisa di 25 cm annegati in uno strato di calcestruzzo, com'è illustrato dalla figura 3. La camera di livello superiore dovette essere scavata completamente nella roccia. In continuazione di questo sottopassaggio, si costruì la canalizzazione con un canale in ferri zorès n° 8 posato attraverso i prati e ciò allo scopo di raccorciare il tracciato della strada che in quei luoghi descrive diverse serpentine.

Il passaggio del ponte di Melide diede luogo a laboriose trattative. In vista del progetto che prevede la soppressione dei due passaggi a livello di Melide e di Bissone quando si costruirà il doppio binario tra le stazioni di Melide e Maroggia e il trasferimento della linea ferroviaria sul versante settentrionale della diga e della strada cantonale sul lato opposto, fu deciso, di concerto con le autorità cantonali, di posare un canale zorès sotto il cordone esterno in pietra tagliata che trovasi a livello del piano stradale, come si può vedere nella figura 4. Il canale in ferri zorès riposa su sostegni in ferro angolare 60/60/6 incastrati nel muro della diga ed è immobilizzato mediante arconi che sono fissati ai sostegni con due madreviti. È probabile che una volta attuato il progetto summentovato, si sostituisca la canalizzazione in ferri zorès con una in tubi la quale verrebbe posata lungo la nuova strada a mezzogiorno della diga per evitare i due incroci con la linea ferroviaria.

2. Posa dei tubi.

Lungo i percorsi costeggianti la strada ferrata federale s'impiegarono dei tubi di ghisa di 25 cm allo scopo di formare uno schermo contro le correnti parassite causate dalla trazione elettrica. Lo stesso tipo di tubi venne adottato per attraversare le località come pure i luoghi molto umidi; sul percorso rimanente s'impiegarono dei tubi in cemento ordinario di 1 m di lunghezza aventi pure un diametro di 25 cm. Venne inoltre posata una canalizzazione in ferri zorès a Ostarietta, essendo prevista la costruzione del sottopassaggio della strada cantonale, al Monte Cenere e lungo la diga di Melide, come ebbero ad accennare sopra. La figura 5 mostra la canalizzazione in ferri zorès al Monte Cenere. Furono posati 21 836 m di tubi in ghisa, 25 989 m di tubi in cemento e 2055 m di canalizzazione in ferri zorès.

La posa dei tubi è un lavoro che dev'essere effettuato con accuratezza e che richiede la più grande esattezza per agevolare il tiraggio dei cavi. Ogni sezione di tubazione occorre che sia rigorosamente rettilinea tanto in senso orizzontale che in quello verticale. L'allineamento in senso orizzontale si

extérieur en pierre taillée qui se trouve à niveau de la chaussée (voir fig. 4). Le canal en zorès est posé sur des consoles en fer cornière 60/60/6 scellées dans le mur de la digue. Il est immobilisé par des arceaux taraudés aux deux bouts, fixés eux-mêmes sur les consoles par 2 écrous. Il est probable qu'après l'exécution du projet susmentionné, la canalisation en fers zorès sera remplacée par une canalisation en tuyaux, qui sera posée dans la chaussée de la nouvelle route sur le flanc sud de la digue, pour éliminer les 2 croisements avec la voie des C. F. F.

2. Pose des tuyaux.

Sur les parcours parallèles à la voie des C. F. F., il a été fait emploi de tuyaux en fonte de 25 cm, en vue de former un écran contre les courants parasites provenant de la traction électrique. Ce même genre de tuyaux fut posé à travers les localités ainsi que dans les passages très humides. Sur le reste du parcours furent employés des tuyaux en ciment ordinaire de 1 m de long et de 25 cm de diamètre également. A part cela, on posa une canalisation en fers zorès à Ostarietta, en prévision de la construction du passage sous voie de la route cantonale ainsi qu'au Monte Cenere et le long de la digue de Melide, comme nous l'avons déjà mentionné plus haut. La canalisation en fers zorès au Monte Cenere est visible sur la fig. 5. Il a été posé 21 836 m de tuyaux en fonte, 25 989 m de tuyaux en ciment et 2055 m de canalisation en fers zorès.

La pose des tuyaux est un travail qui doit être exécuté avec soin et qui demande la plus grande exactitude pour faciliter le tirage des câbles. Chaque section de tuyaux doit être exactement rectiligne tant dans le sens horizontal que dans le sens vertical. On contrôle l'alignement en sens horizontal au moyen d'un fil à plomb que l'on promène le long d'un fil de fer tendu sur un des côtés de la fouille. En sens vertical, on procède à l'alignement avec deux nivelettes fixes placées aux deux extrémités de la section et d'une troisième nivelette déplacée au fur et à mesure sur l'extrémité du tuyau à poser et que l'on vise avec une paire de jumelles. Avec cette méthode, on arrive à une exactitude d'alignement qui ne s'écarte guère de la droite parfaite. Une autre méthode que nous avons employée sur un chantier et qui a donné de bons résultats est la suivante: On place une lunette de théodolite avec réticule exactement centrée dans le premier tuyau, et l'on centre chaque longueur de tuyau suivante au moyen d'un gabarit en croix placé à l'extrémité du tuyau à poser. Cette méthode est très expéditive. Le jointoiment des tuyaux en fonte munis d'un manchon s'effectue au moyen d'une corde goudronnée, enchâssée et recouverte d'un anneau en plomb coulé et battu à froid jusqu'à refus; voir fig. 6.

Le jointoiment des tuyaux en ciment est plus compliqué. Chaque longueur de tuyau de 1 mètre repose sur un petit socle en béton, qui entoure le tuyau jusqu'au tiers de sa hauteur. Le reste du joint est fermé par un petit bourrelet en ciment, bien visible sur la fig. 7. Malgré toutes les précautions prises, il fut très difficile d'obtenir un joint étanche à la partie inférieure du tuyau. Pour obvier

controlla per mezzo d'un piombino sospeso a un filo di ferro e che si fa scorrere lungo uno dei lati del fossato. Per allineare i tubi in senso verticale s'impiegano due biffe collocate alle estremità della sezione e una terza biffa che viene spostata man mano sull'estremità del tubo a posarsi e della quale se ne determina la posizione mediante un paio d'aste. Con questo sistema si ottiene un'esattezza d'allineamento che si scosta poco dalla perfetta linea retta. Un altro sistema al quale noi ricorremmo in un can-

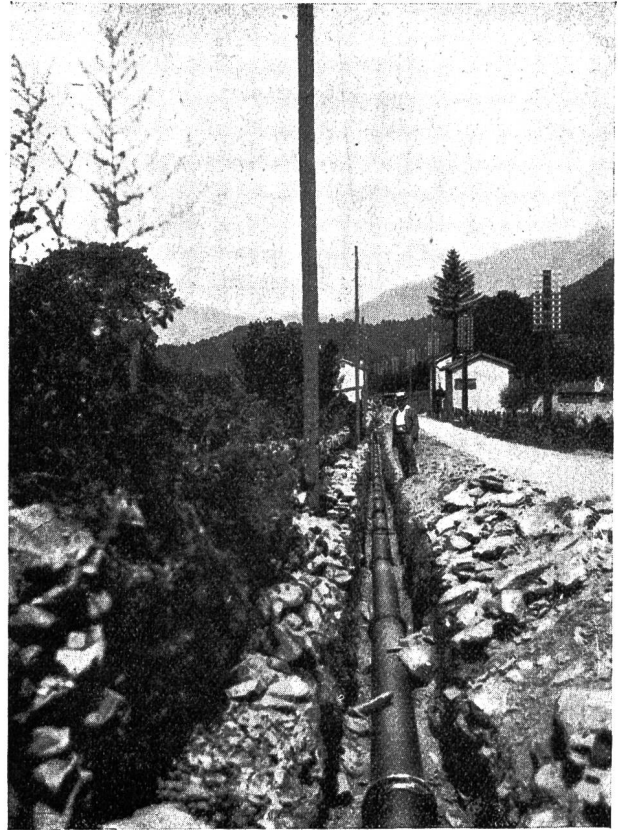


Fig. 6.

tiere e che diede buoni risultati è il seguente: si colloca il cannocchiale d'un teodolite con reticolo centrandolo esattamente nel primo tubo e si centra ogni successiva lunghezza di tubo mediante un dispositivo fatto a croce che viene collocato all'imboccatura del tubo. Questo sistema è molto spiccio.

La giunzione dei tubi in ghisa con manicotto si effettua per mezzo d'una corda incatramata compressa e rivestita d'uno strato di piombo che vien colato e battuto a freddo nel giunto fino che questi è sigillato (vedi fig. 6).

La giunzione dei tubi in cemento è più complicata. Ogni lunghezza d'un metro di tubo riposa su un piccolo zoccolo in calcestruzzo che fascia il tubo fino a un terzo della sua altezza. Il resto del giunto è chiuso da un anello in cemento che si distingue bene nella figura 7. Malgrado tutte le precauzioni prese, fu assai difficile d'ottenere un giunto impermeabile nella parte inferiore del tubo. Per rimediare a quest'inconveniente, l'amministrazione introdusse più tardi il tubo in cemento con manicotto (vedi arti-

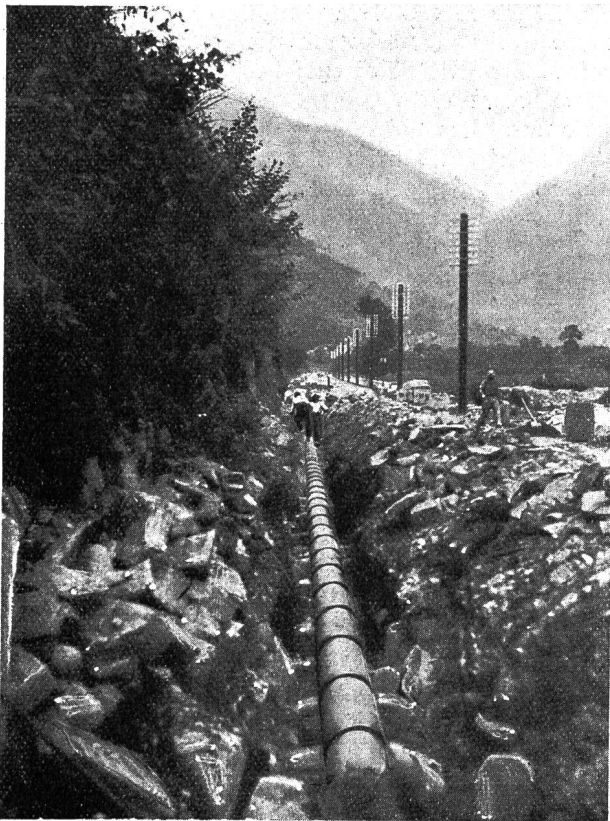


Fig. 7.

à cet inconvénient, l'Administration a introduit plus tard le tuyau en ciment avec manchon; voir article de M. Kräuchi, page 6 du B. T. de 1925.

Une pose de tuyaux intéressante fut exécutée dans la via alla Stazione à Lugano, où la pose des tuyaux devait marcher de pair avec l'établissement d'une canalisation d'égoût. Les tuyaux en fonte ont été posés sur des petits piliers en béton au-dessus de cette canalisation; voir fig. 8.

Pendant la pose des tuyaux, on introduit au fur et à mesure dans la canalisation un fil de fer de 4 mm de diamètre qui sert plus tard à l'introduction du câble métallique pour le tirage des câbles.

Comme une canalisation en ciment doit être maintenue étanche, on posa, à cet effet, des tuyaux de drainage le long du canal, un peu au-dessus des tuyaux à poser, partout où cela fut nécessaire et possible.

3. Construction des chambres.

Aussitôt la canalisation en tuyaux posée, un groupe de maçons procéda à la confection des chambres en béton. Celles-ci se subdivisent en 3 catégories:

- 1° Les chambres de pupinisation, de $3 \times 1,6 \times 1,8$ m.
- 2° Les chambres d'épissures, de $2,5 \times 1,5 \times 1,8$ m.
- 3° Les chambres de passage ou d'angle, de $1,5 \times 1,2 \times 1,8$ m pour les chambres avec trou d'homme, et de $1,05 \times 1,2 \times 0,75$ m pour les petites chambres recouvertes de dalles en béton armé, comme le montre la fig. 9.

Ces dernières chambres sont complètement cachées sous la chaussée. Leur emplacement est indi-

colo del signor Kräuchi a pagina 6 del B. T. del 1925.).

Un' interessante posa di tubi fu quella effettuata a Lugano lungo la via alla stazione, dove i lavori dovevano procedere di pari passo con quelli d'una fognatura. I tubi in ghisa vennero posati su piccoli pilastri in calcestruzzo sopra questa nuova fognatura (vedi figura 8).

Durante la posa dei tubi s'infilò man mano nella tubazione un filo di ferro di 4 mm di diametro che servirà più tardi all'introduzione della fune metallica per il tiraggio dei cavi.

Siccome una tubazione in cemento dev' essere mantenuta impermeabile, si posarono — a tale scopo — dei tubi di drenaggio lungo il canale, un po' sotto i tubi a posarsi, dovunque ciò fu necessario e possibile.

3. Costruzione delle camere.

Dopo che i tubi furono posati, un gruppo di muratori iniziò la costruzione delle camere in calcestruzzo, le quali si suddividono in 3 categorie:

- 1° Le camere di pupinizzazione, $3 \times 1,6 \times 1,8$ m.
- 2° Le camere di giunzione, $2,5 \times 1,5 \times 1,8$ m.
- 3° Le camere di passaggio o d'angolo, $1,5 \times 1,2 \times 1,8$ m quelle con passo d'uomo e $1,05 \times 1,2 \times 0,75$ quelle piccole ricoperte di lastroni in calcestruzzo armato, com'è illustrato dalla figura 9.

Quest' ultime camere sono completamente nascoste sotto il piano stradale. Il posto dov' esse si trovano è indicato da cippi triangolari in granito, piantati al margine della strada e con la punta diretta



Fig. 8.

qué par des bornes triangulaires en granit, implantées au bord de la route et dont la pointe est dirigée vers le centre de la chambre. Les chambres 1 et 2 avec trou d'homme et regard en fonte sont également repérées par des bornes. Ces chambres sont analogues à celles décrites dans l'article de M. W. Trechsel, à la page 148 du Bulletin Technique de 1925. Le bétonnage de ces chambres rencontra de sérieuses difficultés dans la plaine de Cadenazzo, près de Mezzovico, et le long du quai de Lugano où il a fallu travailler au-dessous du niveau des eaux d'infiltration, soit du niveau du lac.

Pour construire une chambre sur le quai de Lugano, par exemple, on a été obligé de descendre, comme un caisson, les 4 parois de la chambre, moulée dans un coffrage, en creusant le sous-sol imprégné d'eau. Pour rendre possible la confection du radier, il a été nécessaire de placer un tuyau de pompage, dont l'extrémité inférieure se trouvait à 0,50 m au-dessous du niveau du fond de la chambre. Vu la grande quantité d'eau d'infiltration, il fallut mettre en action une à deux pompes à moteur à fort débit pour permettre le bétonnage du radier. Le principe de cette méthode est visible sur la fig. 10, où deux ouvriers sont occupés, pendant la confection du radier, à pomper l'eau d'une chambre, dont le fond se trouve au-dessous du niveau des eaux du Vedeggio.

Les parois des chambres ainsi que le radier sont formés d'une épaisseur de béton de 0,25 et de 0,20 m, avec un mélange de 200 à 250 kg de ciment par m³ de béton. Le plafond de la chambre est formé d'une dalle en béton armé coulée sur place avec un mélange de 300 kg de ciment par m³. Ces dalles

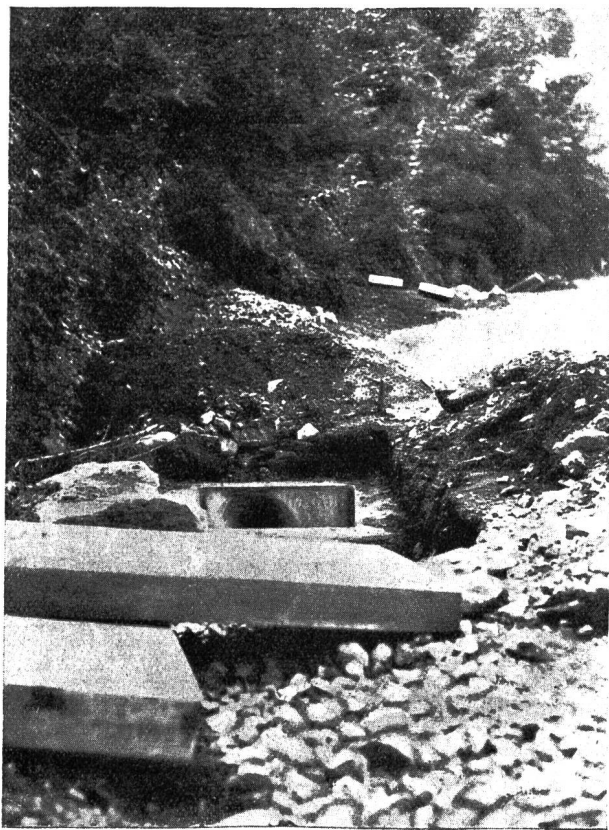


Fig. 9.



Fig. 10.

verso il centro della camera. Le camere 1 e 2 con passo d'uomo e chiusino in ghisa sono anch'esse indicate mediante cippi. Queste camere corrispondono a quelle descritte nell'articolo del signor W. Trechsel a pagina 148 del Bollettino tecnico del 1925. La costruzione delle camere in calcestruzzo incontrò gravi difficoltà nel piano di Cadenazzo, presso Mezzovico e sul lungo del lago di Lugano dove bisognò lavorare sotto il livello delle acque d'infiltrazione, rispettivamente del lago.

Per costruire, ad esempio, una camera sul lungo del lago di Lugano, occorre far discendere come un cassone le quattro pareti della camera, gittata in forma, scavando il sottosuolo impregnato d'acqua. Per poter costruire il pavimento della camera, si dovette collocare un tubo per pompare l'acqua, l'estremità del quale trovavasi a 50 cm sotto il fondo della camera. Data la grande quantità d'acqua d'infiltrazione fu necessario ricorrere all'aiuto di una a due pompe a motore di grande rendimento per permettere la costruzione in calcestruzzo del pavimento. Questo metodo è illustrato dalla figura 10 che mostra due operai intenti a pompare l'acqua da una camera, il cui fondo trovavasi sotto il livello delle acque del Vedeggio, durante la costruzione del pavimento.

Le pareti e il pavimento delle camere vengono costruiti in calcestruzzo d'uno spessore di 25 e di 20 cm con una miscela da 200 a 250 kg di cemento per m³ di calcestruzzo. Il soffitto della camera consiste in un lastrone di calcestruzzo armato, colato sul posto con una miscela di 300 kg di cemento per m³. Questi lastroni sono calcolati per una pres-

sont calculées pour une pression axiale de 6 tonnes. L'armature et le bétonnage du plafond d'une chambre d'épissure sont représentés par la fig. 11. La surface supérieure du plafond est recouverte d'un lissage en ciment, pour éviter le suintement de l'eau. Pour les chambres de pupinisation, le plafond est formé d'une partie fixe et d'une partie démontable; cette dernière se compose de 3 dalles mobiles, dont celle du milieu est munie du trou d'homme et du regard métallique.

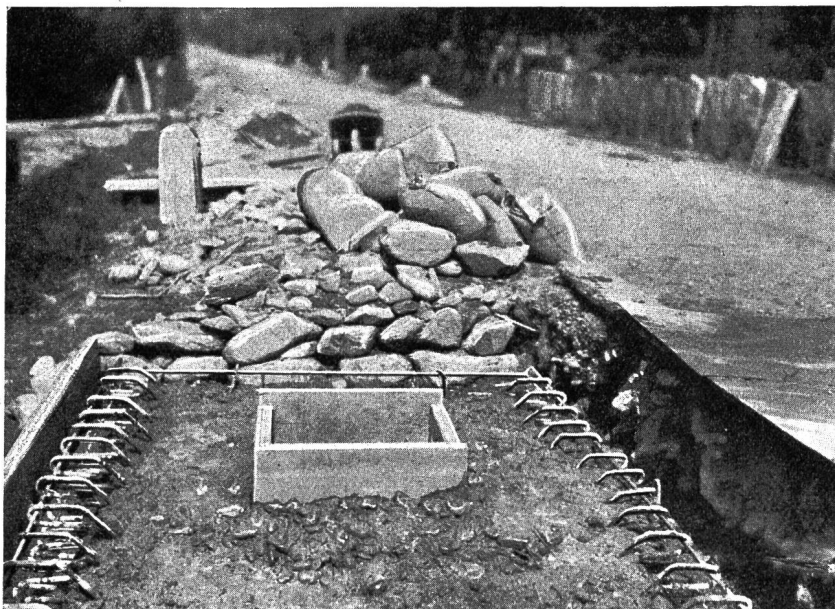


Fig. 11.

Dans les terrains secs, on a pratiqué des trous d'écoulement d'eau au fond du radier, soit un puits perdu, soit une canalisation en tuyaux de ciment de 10 cm de diamètre aboutissant au bord des talus de la route ou dans une canalisation existante. Dans les terrains très humides, imprégnés d'eau d'infiltration, nous avons obtenu d'excellents résultats d'étanchéité en augmentant le dosage du ciment, 300 kg par m³, ainsi que l'épaisseur des parois, 30 cm au lieu de 25 cm, et en revêtant les parois intérieures de la chambre d'un lissage de 2—3 cm d'épaisseur. Dans les cas critiques, on peut encore faire un glaçage sur les parois extérieures.

La canalisation complète est composée de 29 chambres Pupin, de 201 chambres d'épissures et de 631 chambres de passage et d'angles.

Remarques générales.

La plus grande activité sur les chantiers fut déployée pendant les mois de juillet et août, où 10 à 12 entreprises travaillaient simultanément sur presque tout le parcours, avec un total de 1100 ouvriers, en nombre rond.

Pendant cette période, on arrivait à poser de 3 à 4 km de canalisation par semaine. Le record d'avancement fut atteint pendant les 2 semaines du 16 au 30 juillet avec 5 km de canalisation posée par semaine. Il est évident que le transport du matériel à pied d'œuvre devait marcher de front avec l'avancement des travaux. Un service bien

sione assiale di 6 tonnellate. La figura 11 mostra l'armatura e la costruzione in calcestruzzo del soffitto d'una camera di giunzione. La superficie esterna del soffitto è intonacata di cemento per impedire lo stillamento dell'acqua. Le camere di pupinizzazione hanno un soffitto con una parte fissa e una smontabile; quest'ultima si compone di tre lastroni mobili: quello nel mezzo è provvisto del passo d'uomo e del chiusino metallico.

Nei terreni asciutti si praticarono delle aperture in fondo al pavimento per lo scolo delle acque: un pozzo cieco o una canalizzazione in tubi di cemento di 10 cm di diametro sboccante in fondo alle scarpate della strada oppure in una canalizzazione esistente. Nei terreni molto umidi, impregnati d'acqua d'infiltrazione, si conseguirono eccellenti risultati d'impermeabilità aumentando la miscela del cemento — 300 kg per m³ — e lo spessore delle pareti — 30 cm invece di 25 — e applicando alle pareti interne un rivestimento di 2—3 cm di spessore. In casi critici si può ancora intonacare le pareti esteriormente.

La canalizzazione completa comprende 29 camere Pupin, 201 camere di giunzione e 631 camere di passaggio e d'angolo.

Osservazioni generali.

La più grande attività sui cantieri venne spiegata nei mesi di luglio e d'agosto in cui 10—12 imprese lavoravano contemporaneamente su quasi tutto il percorso con un complesso di 1100 operai in cifra tonda.

Durante questo periodo s'arrivava a posare da 3 a 4 km di canalizzazione per settimana e il record nel proseguimento dei lavori venne battuto nelle due settimane dal 16 al 30 luglio con 5 km di canalizzazione posata ogni settimana. Il trasporto del materiale a piè d'opera doveva evidentemente effettuarsi di pari passo con il proseguire dei lavori; un servizio ben organizzato con diversi autocarri assicurò tutti i trasporti senz'alcun ritardo. Con un progresso medio di 320 m al giorno, la canalizzazione ebbe termine verso la fine di settembre, senza incidenti e con gran sollievo degli automobilisti.

Tiraggio dei cavi.

Appena finita la canalizzazione, il 26 settembre s'iniziarono i lavori per il tiraggio dei cavi. I cavi del sistema Pupin posati tra Camorino e Chiasso sono i seguenti:

- 1° Un cavo telefonico a 30 paia di conduttori in rame di 1 e 1,5 mm di diametro, intrecciati in gruppi di quattro o quads secondo il sistema Dieselhorst-Martin.
- 2° Un cavo telegrafico a 20 paia di conduttori di 1 e 1,5 mm di diametro, intrecciati a paia. Per la tratta Camorino—Lugano questi due cavi vennero forniti dalla fabbrica di cavi di Cossonay-Gare.

organisé, avec plusieurs camions, assura tous les transports sans aucun retard. La canalisation fut terminée pour la fin septembre avec une avance journalière moyenne de 320 m, sans accident et au grand soulagement des automobilistes.

Tirage des câbles.

La canalisation à peine terminée, on entreprit, le 26 septembre, les travaux pour le tirage des câbles. Les câbles du système Pupin qui furent posés de Camorino à Chiasso sont les suivants:

1° Un câble téléphonique à 30 paires de conducteurs en cuivre de 1,0 et 1,5 mm de diamètre, toronnées en groupes de quatre ou quartes, d'après le système Dieselhorst-Martin.

2° Un câble télégraphique à 20 paires de 1,0 et 1,5 mm de diamètre, toronnées à deux.

Ces deux câbles pour le tronçon Camorino—Lugano ont été fournis par la Fabrique de câbles de Cossonay-Gare.

3° Un câble combiné pour le service télégraphique et téléphonique, à 40 paires, dont 3 quartes de 1,0 mm et 4 quartes de 1,5 mm, câblées en un toron central pour les circuits télégraphiques, et 4 quartes de 1,0 mm et 9 quartes de 1,5 mm, câblées autour du toron central pour les circuits téléphoniques.

Ce câble, posé sur le tronçon Lugano—Chiasso, a été fourni par la maison Siemens & Halske, en raison de sa fabrication spéciale.

Les conditions électriques requises pour ce câble étaient les suivantes:

Résistance ohmique des conducteurs de 1,0 mm par km	= 22,5 ohms
» » » » 1,5 » » »	= 10,0 »
Capacité des circuits de base 1,5 mm par km	= 0,039 M. F.
» » » » 1,0 » » »	= 0,036 » »
» » » combinés 1,5 » » »	= 0,063 » »
» » » » 1,0 » » »	= 0,058 » »
Impédance caractéristique Z pour circuits de base 1,0 mm	= 1655
» » » » » 1,5 » »	= 1590
» » » » » combinés 1,0 » »	= 1015
» » » » » 1,5 » »	= 960

La constante d'atténuation spécifique des circuits, mesurée avec un courant alternatif de 800 périodes ($\omega = 5000$) par seconde, était de $\beta = 0,014$ pour les âmes de 1,0 mm et de $\beta = 0,0083$ pour les âmes de 1,5 mm de diamètre.

Le coefficient d'atténuation pour la diaphonie des circuits de base entre eux ainsi qu'entre les circuits de base et les combinés, devait être $b \geq 7$.

La fréquence propre du câble $\omega_0 = 17,000$ pour les circuits de base et pour les combinés. L'isolement du câble est supérieur à 5000 mégohms par km.

Le tirage des câbles fut adjugé à une entreprise privée. L'Administration a fourni un parc de 5 camions-automobiles et les engins nécessaires. L'exécution de ce travail a été divisée en 3 groupes distincts:

- 1° Un groupe de préparation chargé d'ouvrir et de nettoyer les chambres et de brosser la canalisation;
- 2° un groupe de tirage;
- 3° un groupe de démontage et de rétablissement de la canalisation et de la chaussée.

3° Un cavo combinato per il servizio telegrafico e telefonico a 40 paia di cui 3 quads di 1 mm e 4 quads di 1,5 mm formanti un nucleo intrecciato, per i circuiti telegrafici; 4 quads di 1 mm e 9 quads di 1,5 mm avvolti intorno al nucleo intrecciato, per i circuiti telefonici. Questo cavo, posato lungo la tratta Lugano—Chiasso venne fornito dalla ditta Siemens & Halske per il fatto che trattavasi d'una fabbricazione speciale.

Le condizioni elettriche richieste per questo cavo furono le seguenti:

Resistenza ohmica dei conduttori di 1 mm per km	= 22,5 ohm
» » » » 1,5 » » »	= 10 »
capacità dei circuiti di base 1,5 mm per km	= 0,039 M. F.
» » » » 1 » » »	= 0,036 » »
» » » combinati 1,5 » » »	= 0,063 » »
» » » » 1 » » »	= 0,058 » »
impedenza caratteristica Z per circuiti di base 1 mm	= 1655
» » » » » 1,5 » »	= 1590
» » » » » combinati 1 » »	= 1015
» » » » » 1,5 » »	= 960

La costante d'attenuazione specifica dei circuiti, misurata con una corrente alternata di 800 periodi ($\omega = 5000$) al secondo $\beta = 0,014$ per le anime di 1 mm e $\beta = 0,0083$ per le anime di 1,5 mm Φ . Il coefficiente d'attenuazione per la diafonia dei circuiti di base tanto tra loro come tra quelli di base e i combinati doveva essere $b \geq 7$. La frequenza stessa del cavo $\omega_0 = 17,000$ per i circuiti di base e per quelli combinati. L'isolamento del cavo supera i 5000 megohm per km.

I lavori per il tiraggio del cavo vennero aggiudicati a un'impresa privata. L'amministrazione mise a disposizione un parco di 5 autocarri e gli attrezzi necessari. L'esecuzione di questo lavoro venne affidata a 3 gruppi separati:

- 1° Un gruppo per i lavori preparatori, incaricato cioè di aprire e pulire le camere e di spazzare l'interno dei canali;
- 2° un gruppo per tirare i cavi;
- 3° un gruppo per provvedere ai lavori di smontaggio, di chiusura della canalizzazione e di riattamento del piano stradale.

Il primo gruppo ebbe la mansione d'aprire tutte le camere intermedie coperte con lastroni in calcestruzzo armato, di levare l'acqua che fosse penetrata nelle camere di tutte le dimensioni, di montare i congegni fissatori nelle camere intermedie sui quali si fissano le pulegge e di spazzare l'interno dei canali con una spazzola cilindrica.

Le funi metalliche occorrenti per tirare la spazzola e il cavo vengono introdotte nei canali per mezzo d'un filo di ferro posato nella canalizzazione man mano con il procedere dei lavori. Le suddette corde e il cavo a tirarsi sono guidati nelle camere intermedie mediante pulegge fissate su congegni costituiti da alberi con perni e viti fissatrici e poggianti su piedestalli in ghisa i quali fanno pressione contro le pareti delle camere. All'albero verticale munito della puleggia vien data la voluta inclinazione modificandone la posizione per mezzo di anelli fissatori (vedi fig. 12).

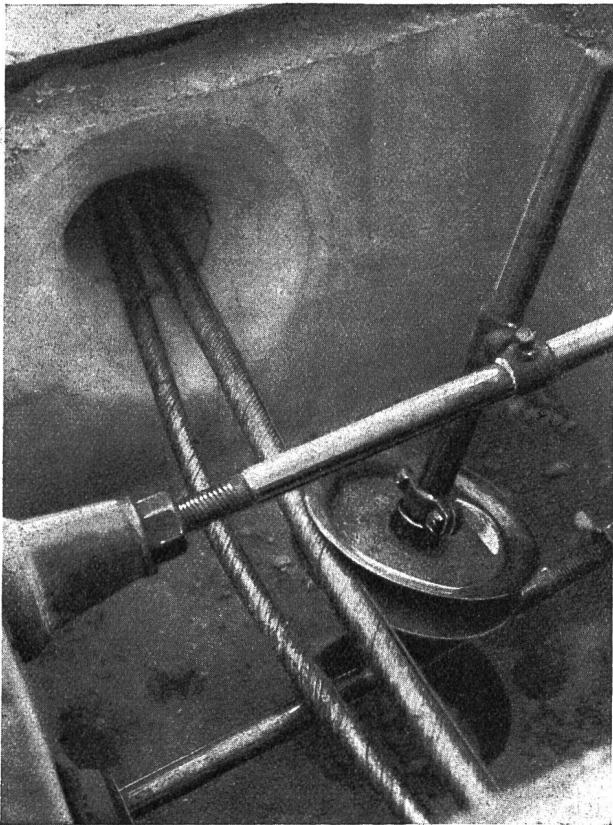


Fig. 12.

Le premier groupe de préparation avait pour tâche d'ouvrir toutes les chambres intermédiaires recouvertes de dalles en béton armé, de vider l'eau qui pouvait s'y être infiltrée, de procéder au montage des engins de serrage dans les chambres intermédiaires, sur lesquels sont fixées les poulies de direction, et de nettoyer la canalisation avec une brosse cylindrique.

Les cordes métalliques nécessaires au tirage de la brosse de nettoyage et du câble sont introduites dans la canalisation au moyen du fil de fer posé pendant la construction de cette dernière. Les cordes de traction ainsi que le câble à tirer sont guidés dans les chambres intermédiaires par des poulies de direction qui sont fixées sur des engins formés d'axes munis de rotules et d'écrous de serrage appuyant sur des pieds en fonte serrés contre les parois des chambres. On donne à l'axe vertical, porteur de la poulie, l'angle désiré en modifiant la position de l'arbre au moyen de bagues de serrage; voir fig. 12.

Le deuxième groupe s'occupait du tirage du câble proprement dit. Les tambours des câbles sont amenés à pied d'œuvre au moyen d'une remorque spéciale représentée sur la fig. 13. Les tambours sont ensuite montés sur un axe mobile reposant sur 2 vérins. L'extrémité du câble, dont l'armature se termine par un œillet, est fixée à un

Il secondo gruppo si occupò del tiraggio del cavo. I tamburi dei cavi venivano condotti a piè d'opera per mezzo d'un rimorchio speciale, visibile nella figura 13, e poi montati su un albero mobile sostenuto da due verricelli. L'estremità del cavo la cui armatura termina con un occhiello viene fissata a una slitta guidatrice munita di ruote che scorre rasentando la parete del tubo. All'altra estremità della lunghezza di giunzione di 450 m trovasi l'auto-carro—trattore il cui motore è connesso con un organo montato sulla parte posteriore del telaio e sul quale si avvolge la fune metallica. Questa scorre sopra una puleggia fissata con catene all'interno della camera e sopra un cavalletto di puleggia situato all'entrata del passo d'uomo (vedi fig. 14). Una volta terminati tutti i preparativi, gli uomini del gruppo segnalatori, distribuiti su tutti gli angoli lungo il percorso del cavo a tirarsi, danno il segnale di partenza. Si fa funzionare l'organo e il cavo vien tirato nella canalizzazione con una velocità di 1 a 2 m al secondo. Con un servizio ben organizzato si possono tirare fino a 8 lunghezze, cioè 3,6 km di cavo ogni giorno.

Il terzo gruppo ebbe la mansione di smontare i congegni fissatori delle camere intermedie, di chiudere quest'ultime e di riattare la canalizzazione e il piano stradale.

I lavori del tiraggio dei cavi ebbero termine il 9 dicembre 1921.

Giunzione dei cavi.

Man mano che i cavi vengono introdotti nella canalizzazione, dei gruppi di montatori-giuntisti si occupano dell'esecuzione dei giunti, cioè della saldatura delle diverse lunghezze di cavi. Dapprima si fanno delle misurazioni elettriche per accertarsi che le due lunghezze dei cavi a saldarsi non hanno alcun difetto d'isolamento o di rottura d'anime. Si prova anche l'involucro di piombo sottoponendolo a una pressione interna di 2 atmosfere durante 24 ore. Se la pressione non diminuisce, segno è che la guaina



Fig. 13.

chariot de direction muni de galets roulant contre la paroi du tuyau. A l'autre extrémité de la longueur d'épissure de 450 m se trouve le camion-tracteur, dont le moteur embraye sur un treuil-cabestan monté sur l'arrière du châssis et sur lequel s'enroule le câble tracteur. Ce dernier est guidé par une poulie fixée par des chaînes à l'intérieur de la chambre et par un petit chevalet de poulies placé au bord du trou d'homme; voir fig. 14. Une fois tous les préparatifs terminés, les hommes du groupe de signaleurs, répartis sur tous les angles du parcours de la longueur du câble à tirer, donnent le signal du départ. Le treuil est mis en marche et le câble est entraîné à une vitesse de 1 à 2 m par seconde dans la canalisation. Avec une bonne organisation, on est arrivé à tirer jusqu'à 8 longueurs, soit 3,6 km de câble par jour.

Le troisième groupe était chargé du démontage des engins de serrage des chambres intermédiaires, de la fermeture de ces dernières et de la remise en état de la canalisation et de la chaussée.

Les travaux du tirage des câbles furent terminés le 9 décembre 1921.

Epissurage des câbles.

A mesure que les câbles sont introduits dans la canalisation, des groupes de monteurs-épisseurs sont occupés à la confection des épissures, c'est-à-dire à la soudure des différentes longueurs de câbles. D'abord, on s'assure par des mesures électriques si les 2 bouts de câbles à souder ne présentent aucun défaut d'isolement ou de rupture d'âmes. On soumet également la gaine de plomb à une épreuve, en lui faisant subir une pression intérieure de 2 atm. pendant 24 heures. Si la pression ne diminue pas, c'est preuve que la gaine de plomb ne présente aucune fissure. Une fois que l'on a la certitude que les deux longueurs de câble à souder ne présentent aucun défaut, l'on procède à l'épissurage à sec. Les âmes des deux bouts de câble sont soudées ensemble au moyen d'un petit tuyau en cuivre recouvert d'un tuyau en papier isolant. Les âmes ainsi soudées sont groupées en un faisceau et renfermées dans un manchon cylindrique de plomb en deux parties soudées hermétiquement. Le manchon de plomb est ensuite enfermé dans un manchon de protection en fonte. Pour plus de sûreté et pour assurer une parfaite étanchéité, le vide entre le manchon de plomb et le manchon en fonte est rempli d'asphalte. Dans les nouvelles installations de ce genre, on fait abstraction du manchon en fonte, l'expérience ayant démontré qu'un manchon en plomb suffit aux exigences. Les manchons de soudure sont fixés sur des consoles scellées dans les parois des chambres.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, on intercale des bobines Pupin tous les 1800 m. Ces bobines d'inductance sont renfermées dans des caissons en fonte. Ceux-ci sont intercalés entre deux bouts de câble à la place d'une épissure ordinaire. Un second caisson renferme les condensateurs de compensation insérés pour l'équilibrage de la capacité des âmes du câble, nécessaire pour réduire la diaphonie soit entre les circuits de base et les circuits combinés, soit entre les circuits de base ou entre les circuits combinés entre eux. Ces caissons sont descendus dans

di piombo non ha alcuna fessura. Quando si è sicuri che le due lunghezze di cavo a saldarsi non hanno nessun difetto, si procede alla giunzione a secco. Le anime d'entrambe le estremità del cavo vengono saldate insieme mediante un tubetto di rame rivestito d'un tubetto di carta isolante. Le anime saldate in questo modo vengono riunite in un fascio e racchiuse in un manicotto cilindrico di piombo che consta di due parti saldate ermeticamente. In seguito si rinchioda il manicotto di piombo in un

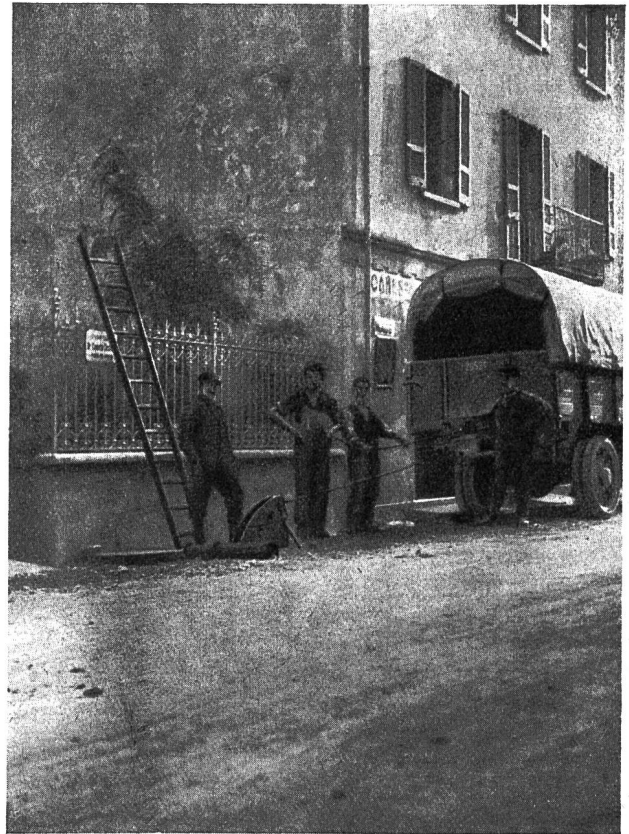


Fig. 14.

manicotto protettore di ghisa. Per maggior sicurezza e per garantire una perfetta impermeabilità si riempie con asfalto il vuoto tra il manicotto di piombo e quello di ghisa. Nei nuovi impianti di questo genere non si usa più il manicotto di ghisa, avendo l'esperienza dimostrato che alle esigenze richieste basta un manicotto di piombo. I manicotti di saldatura vengono fissati su sostegni murati nelle pareti delle camere.

Come ebbimo ad accennare prima, ogni 1800 m s'intercalano delle bobine Pupin che sono racchiuse in cassoni di ghisa. Questi vengono collocati tra le due estremità del cavo al posto d'una giunzione ordinaria. Un secondo cassone contiene i condensatori di compensazione inseriti per l'equilibrio della capacità delle anime del cavo necessaria per ridurre la diafonia sia tra i circuiti di base e quelli combinati, sia tra i circuiti di base o tra i circuiti combinati tra loro. Questi cassoni si fanno scendere nelle camere attraverso l'apertura smontabile e mediante un paranco fissato a un treppiede.

les chambres par l'ouverture démontable au moyen d'un palan fixé à un trépied.

Le montage des caissons Pupin ainsi que l'épissurage du câble téléphonique Camorino—Lugano et du câble combiné Lugano—Chiasso, ont été exécutés par la maison Siemens & Halske, tandis que pour le câble télégraphique Camorino—Lugano ces mêmes travaux ont été exécutés par le personnel de l'Administration. Les bobines Pupin ont pour but d'insérer sur le câble de la selfinduction, qui compensera les effets nuisibles de la capacité du câble et, par tant, facilitera la propagation des courants téléphoniques; voir l'article sur les câbles Pupin aux pages 69 et 101 du Bulletin Technique de 1923.

Les propriétés électriques des bobines Pupin sont les suivantes:

a) pour les circuits de base:	
selfinduction	0,177 henry
résistance effective moyenne	10,4 ohms
résistance ohmique moyenne	7,8 ohms
b) pour les circuits combinés:	
selfinduction	0,107 henry
résistance effective moyenne	3,4 ohms
résistance ohmique moyenne	2,1 ohms

Dans les centrales de Lugano et Chiasso, ces câbles sont introduits dans des boîtes de fin en fonte. A Camorino est installée une armoire de distribution servant de colonne de transition et d'essais. Les travaux de montage furent complètement terminés le 24 décembre 1921, ce qui a permis de mettre les câbles en exploitation les premiers jours de janvier 1922.

Remarques finales.

On procède, actuellement, à la construction du prolongement de la canalisation en tuyaux de Camorino jusqu'à Bellinzona, vu que les Autorités cantonales tessinoises ont décidé de faire exécuter un cylindrage de la chaussée sur le parcours en question.

Il est fort probable que l'installation souterraine que nous avons décrite plus haut sera prolongée jusqu'à Airolo dans le courant des années prochaines et qu'il sera alors posé un câble direct pour le service international Allemagne—Suisse—Italie, muni de stations amplificatrices aux endroits nécessaires.

Comme nous venons de le démontrer, l'Administration des Télégraphes et des Téléphones suisses n'a rien épargné pour doter le canton du Tessin d'une installation de câbles interurbains moderne, répondant aux exigences toujours croissantes du trafic et susceptible d'être agrandie facilement au premier besoin qui se présentera.

Tanto il montaggio dei cassoni Pupin come le giunzioni del cavo telefonico Camorino—Lugano e del cavo combinato Lugano—Chiasso vennero effettuati dalla ditta Siemens & Halske, mentre per il cavo telegrafico Camorino—Lugano i suddetti lavori furono eseguiti dal personale dell'amministrazione. Le bobine Pupin hanno per iscopo di caricare il cavo di autoinduzione che compenserà i nocivi effetti della capacità del cavo e per conseguenza agevolerà la propagazione delle correnti telefoniche (vedi articolo sui cavi Pupin a pagine 69 e 101 del Bollettino tecnico del 1923).

Le proprietà elettriche delle bobine Pupin sono le seguenti:

a) per i circuiti di base:	
autoinduzione	0,177 henry
resistenza effettiva media	10,4 ohm
resistenza ohmica media	7,8 ohm
b) per i circuiti combinati:	
autoinduzione	0,107 henry
resistenza effettiva media	3,4 ohm
resistenza ohmica media	2,1 ohm

Nelle centrali di Lugano e di Chiasso questi cavi sono introdotti nelle cassette di fine cavo di ghisa. A Camorino è installato un armadio di distribuzione che serve come colonna di passaggio e di prove. I lavori di montaggio furono completamente finiti il 21 dicembre 1921, ciò che permise di mettere i cavi in esercizio ai primi di gennaio 1922.

Osservazioni finali.

Attualmente si sta effettuando il prolungamento della tubazione da Camorino a Bellinzona, visto che le autorità cantonali ticinesi hanno deciso di far cilindrare il suddetto tronco di strada.

È assai probabile che l'impianto sotterraneo da noi descritto venga prolungato fino ad Airolo nei prossimi anni e che allora si posi un cavo diretto per il servizio internazionale Germania—Svizzera—Italia, provvisto di stazioni amplificatrici nei luoghi necessari.

Come abbiamo dimostrato, l'amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri nulla ha tralasciato pur di dotare il Cantone Ticino d'un moderno impianto di cavi interurbani che risponda alle esigenze ognor crescenti del traffico e che possa essere facilmente ampliato qualora se ne manifestasse la necessità.