

## La seconda Direttissima Bologna-Firenze compie 80 anni

*Dott. Ing. Bruno CIRILLO<sup>(\*)</sup>*

### Nota introduttiva

Pubblichiamo per l'occasione un ampio articolo sulla Direttissima Bologna-Firenze dell'Ing. Vittorio DE MARTINO, apparso sulla Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane nel giugno 1934. La Rivista citata ha sostituito dal 1912 al 1944 Ingegneria Ferroviaria, come Organo ufficiale del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari, come si chiamava allora il CIFI.

L'Ing. DE MARTINO faceva parte della Direzione Generale delle Nuove Costruzioni Ferroviarie del Ministero dei Lavori Pubblici, che nel 1924 ha avuto per legge il compito di costruire le nuove infrastrutture ferroviarie, le quali prima venivano eseguite dalle FS. Lo stesso Ministero ha pubblicato un volume molto ampio sulla nuova linea che ha per titolo La Direttissima Bologna-Firenze, che si trova come allegato digitale alla Pubblicazione edita dal CIFI, alla fine del 2008, avente come titolo Alta Velocità Ferroviaria a cura di diversi autori, fra i quali il dirigente di RFI Paolo COMASTRI, che aveva il privilegio di possedere una copia del volume.

Quel testo è stato conservato per tutta la vita da suo nonno, ispettore delle Ferrovie dello Stato, che aveva partecipato ai lavori di costruzione della nuova Direttissima. Orgoglioso per aver contribuito alla realizzazione di un'opera epocale, che in quei tempi portò al risultato di unire veramente l'Italia, al di là dei trionfalismi del regime, da nord a sud, utilizzando anche la prima Direttissima Roma-Napoli, attivata nel 1927.

Dalla lettura dell'articolo si nota come l'Ing. DE MARTINO abbia sicuramente collaborato alla stesura del testo, che è un misto di tecnica e storia, illustrando gli eventi e le soluzioni messe in atto per redigere il progetto e per attuarlo attraverso le varie fasi evolutive, che hanno portato alla realizzazione dell'opera.

La Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane ha seguito con interessanti articoli le varie fasi della realizzazione della meravigliosa infrastruttura dalla progettazione alla cantierizzazione. La progettazione iniziò nel 1885 con uno studio dell'Ing. Luigi SUGLIANO, che presentava due alternative: si partiva da Bologna lungo la valle del Setta e superato l'Appennino con una galleria si arrivava a Firenze lungo la valle del Sieve; per la galleria vi era la soluzione a 440 m s.l.m. con una lunghezza di 10 km e quella a 400 m s.l.m., più lunga, di 16,500 km.

Seguirono altri studi degli ingegneri LANINO, MALAGODI, DE GAETANI e PROTCHÉ ed il dibattito si allargò, coinvolgendo anche gli Organi parlamentari fino al 1902 quando il Governo nominò una Commissione presieduta dall'Ing. COLOMBO (quello del Manuale, che ancora oggi si usa), che scelse il progetto PROTCHÉ.

---

<sup>(\*)</sup> Dirigente FS a r.

## La Direttissima Bologna-Firenze<sup>(1)</sup>

Ing. VITTORIO DE MARTINO, della Direzione Generale Nuove Costruzioni Ferroviarie

*(Vedi Tav. XX fuori testo)*

Il 22 aprile 1934, con l'augusto intervento di S. M. il Re, si è solennemente inaugurata la linea Direttissima Bologna-Firenze, che, sotto i migliori auspici, è stata aperta all'esercizio, realizzando le annose aspirazioni delle città capilinee e risolvendo

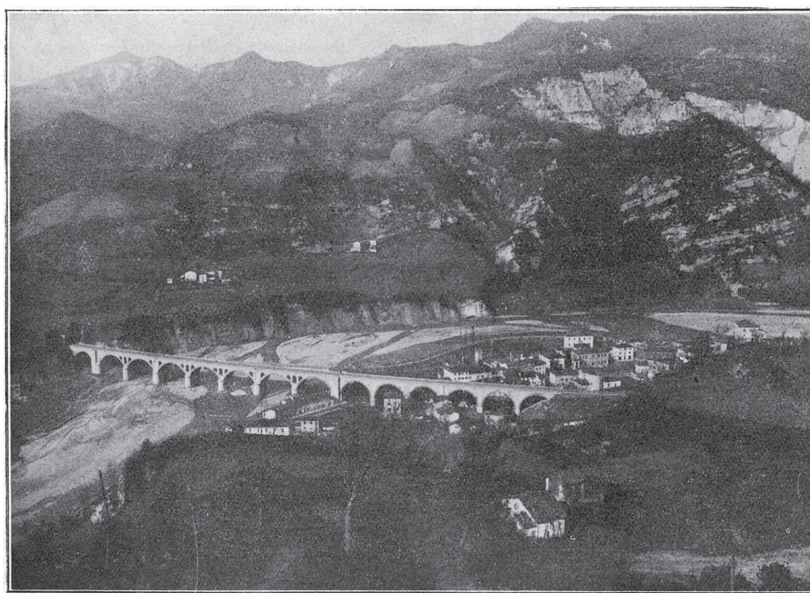


Fig. 1. — Panorama della linea in corrispondenza del ponte viadotto sul Setta a Vado.

radicalmente il problema delle comunicazioni celeri fra il nord ed il sud della Penisola.

Della importante nuova arteria questa Rivista tecnica ha diffusamente trattato più volte, sia durante lo svolgimento degli studi del progetto, sia durante la esecuzione dei lavori, data la viva ansia che ha sempre destato nei tecnici e nei geologi la importante questione della perforazione di una lunga galleria a doppio binario attra-

(1) Per il coordinamento con le altre pubblicazioni fatte e da farsi nella nostra rivista in merito alla direttissima Bologna-Firenze, vedi numero di maggio, pag. 329.



verso l'Appennino tosco-emiliano, specialmente per la natura infida dei terreni da attraversare.

Richiamiamo l'attenzione degli studiosi specialmente sulla memoria redatta nell'ottobre 1929 dall'ing. Giuseppe Pini, allora Ispettore Superiore delle Nuove Costruzioni Ferroviarie; essa compendia tutta la mole di lavori eseguiti per la costruzione della nuova arteria e specialmente per la perforazione della galleria dell'Appennino. Invero tale memoria, insieme con tutte le altre pubblicate (1) su questa rivista in merito alla costruzione della nuova linea, presenta come in un quadro meraviglioso tutto il complesso di studi e di opere durato decenni, per l'attuazione della Direttissima Bologna-Firenze.

\* \*

La presente memoria ha lo scopo di illustrare alcuni particolari relativi a speciali impianti eseguiti sulla nuova linea ed a riportare alcune cifre riguardanti i risultati tecnici relativi alla costruzione della grande galleria dell'Appennino. Inoltre si fanno brevi cenni sugli impianti eseguiti per la trazione elettrica, per l'alimentazione idrica, gli apparati di blocco e l'illuminazione della linea, con riserva di pubblicare in seguito particolareggiate memorie in merito a tali impianti.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA NUOVA LINEA.

Si riportano qui di seguito le principali caratteristiche tecniche della Direttissima, riunendole pure in un prospetto, nel quale le medesime vengono messe in raffronto con le analoghe caratteristiche relative alle esistenti comunicazioni fra Bologna e Firenze, via Porretta e via Faenza.

Le caratteristiche della Direttissima sono:

- a) doppio binario su tutto il percorso;
- b) abolizione assoluta dei passaggi a livello;
- c) pendenze non superiori al 12‰ nei tratti allo scoperto ed all'8‰ in galleria, ad eccezione per la grande Galleria dell'Appennino, sulla quale la pendenza massima adottata è del 5,77‰;
- d) curve di raggio non inferiore a m. 800 nel tratto Bologna - S. Benedetto Sambro-Castiglione Pepoli ed a m. 600 nel tratto Vernio-Prato, con l'inserzione di opportuni raccordi parabolici fra i rettili e le curve;
- e) stazioni intermedie capaci dei convogli più lunghi e munite di appositi binari per le precedenza della lunghezza di m. 500;
- f) armamento pesante con rotaie: mod. F.S.P. 50,6 lunghe m. 18 e montate su 30 appoggi con attacchi indiretti, per i binari di corsa; mod. F. S. P. 46,3 lunghe m. 18 e montate su 26 appoggi con attacchi misti, per i binari delle precedenza; mod. R.A. 36/S per i binari secondari delle stazioni;
- g) elettrificazione su tutto il percorso;
- h) impianti di apparati centrali e del blocco automatico su tutta la linea.

(1) Vedi questa rivista, fascicolo di maggio XII, pag. 329 (N. d. R.).

CARATTERISTICHE TECNICHE	Unità di misura	Linea Direttissima Bologna-Firenze	Linea Bologna-Pistoia-Firenze	Linea Bologna Faenza-Firenze
Lunghezza reale . . . . .	Km.	96 ÷ 907,98	131 ÷ 834,33	150 ÷ 349,60
Lunghezza virtuale media . . . . .	m.	124 ÷ 500,00	219 ÷ 500,00	250 ÷ 000,00
Lunghezza dei tratti a semplice binario . .	m.	—	109 ÷ 182,75	100 ÷ 948,60
Lunghezza dei tratti a doppio binario . .	‰	96 ÷ 907,98	22 ÷ 651,58	49 ÷ 401,00
Lunghezza dei tratti in galleria . . . . .	‰	36 ÷ 895,95	18 ÷ 475,41	23 ÷ 743,94
Raggio minimo delle curve . . . . .	‰	600	300	300
Pendenza massima allo scoperto . . . . .	»	12	26,15	25
Pendenza massima in galleria . . . . .	»	8	25,27	24,99
Pendenza massima nelle stazioni . . . . .	»	2,5	26 —	3
Quota di valico dell'Appennino . . . . .	»	322,46	615,92	330,91
Armamento dei binari di corsa . . . . .	tipo	F.S.P. 50,6	R.A. 36/S	R.A. 36/S
Trazione . . . . .	—	elettrica	elettrica	vapore

Da quanto precede si rileva la eccezionale potenzialità della nuova arteria, la quale, mercè i più moderni impianti su di essa eseguiti per accrescerne sempre più la efficienza, offre, come la Direttissima Roma-Napoli, una disponibilità valutata in circa 50 mila tonnellate lorde giornaliere per il trasporto delle merci, il che apporta un considerevole progresso nel traffico longitudinale della Penisola; la Direttissima contribuisce sempre più all'intima fusione fra le popolazioni del nord e quelle del sud d'Italia.

#### L'IMPIANTO DELLA SEDE.

Dei Km. 96 ÷ 907,98 relativi al percorso della nuova linea, Km. 82 ÷ 904,36 interessano il tronco di nuovo impianto compreso fra l'asse del fabbricato viaggiatori della Stazione di Bologna ed il raccordo verso Firenze della Direttissima con i binari della Porrettana, dopo la nuova Stazione di Prato.

La natura geologica variabilissima dei terreni sui quali si insedia la nuova arteria e le anzidette speciali caratteristiche di questa, hanno imposto di attribuire al nuovo tronco un profilo costituito da lunghi ed alti rilevati, da profonde trincee e da numerose opere d'arte e gallerie.

Il nuovo tronco Bologna-Prato si svolge per Km. 30.896 in rilevato, per Km. 11.151 in trincea, per Km. 4.052 su 38 ponti e viadotti e per Km. 36.895 in 31 sotterranei. Fra i rilevati sono degni di menzione quelli eseguiti sul tronco Bologna-Pianoro, pei quali sono occorsi circa 1.430.000 di materie, e gli altri in valle del Bisenzio, nel tratto fra la stazione di Vaiano e l'imbocco Nord della galleria di Gabbolana e tra la galleria di Canneto e la nuova stazione di Prato, pei quali sono stati impiegati circa metri cubi 3.250.000 di materie.

Per la esecuzione di questi rilevati sono state aperte vaste cave di prestito, rispet-

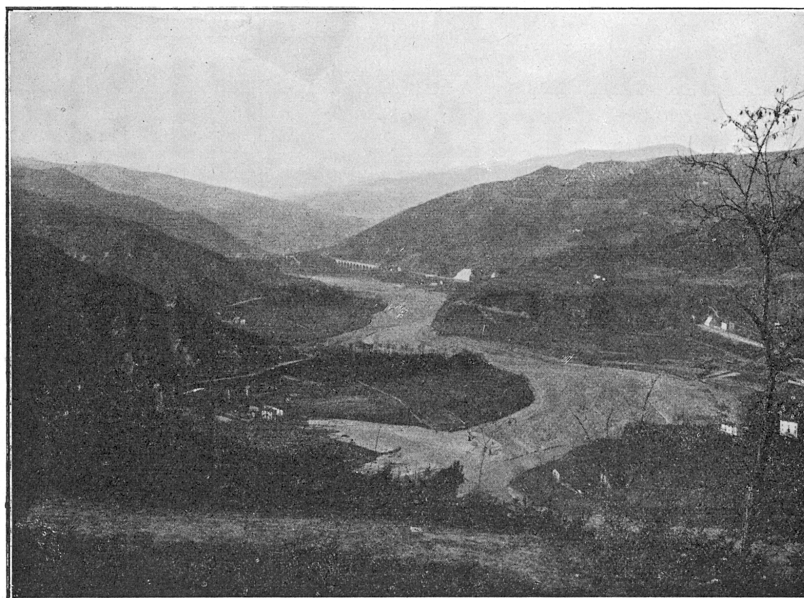


Fig. 2. — Panorama della linea nel tratto compreso fra Monzano-Vado e Grizzana.

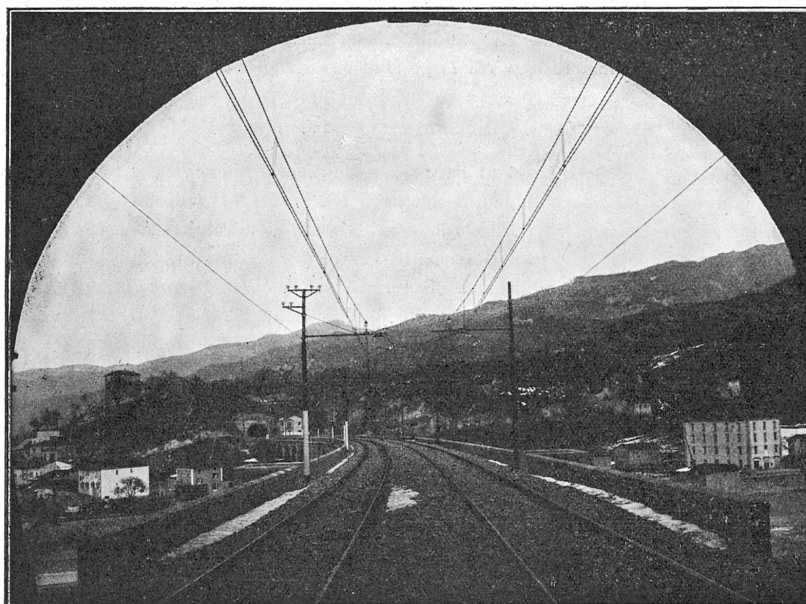


Fig. 3. — Veduta della linea sul ponte di Vado.

tivamente in prossimità dei torrenti Savena e Bisenzio, dalle quali si sono estratte materie prevalentemente ghiaiose, ed inoltre sono stati utilizzati i materiali provenienti dagli scavi dei manufatti, delle trincee e delle gallerie, soltanto quando erano idonei alla formazione di una stabile sede ferroviaria.

L'estrazione delle materie dalle cave di prestito è stata eseguita a mano oppure mediante escavatori a norie; il trasporto dei materiali alle discariche veniva effettuato mediante trenini décauville, scartamento 0,750, impiantati in sede propria o lungo la Direttissima. In media dalla Cava Abatoni, ubicata a circa 5 Km. dalla stazione di

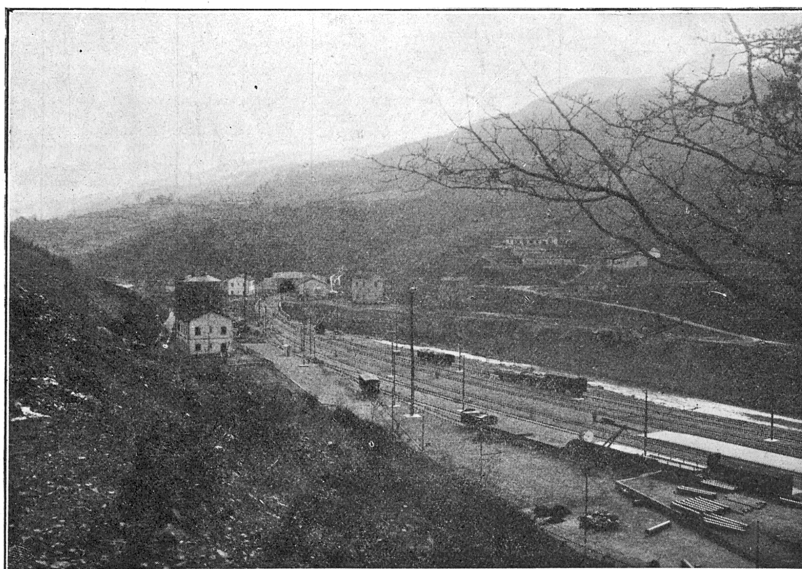


Fig. 4. — Panorama della linea in corrispondenza dell'imbocco Nord della Galleria dell'Appennino.

Prato, nel periodo di massimo sviluppo dei lavori per l'impianto della nuova Stazione, sono stati estratti circa 600 mc. di materiali al giorno.

Non meno interessanti sono stati gli scavi delle trincee, il cui volume ha raggiunto circa mc. 1.600.000; nella maggior parte di esse la natura infida dei terreni ha imposto di eseguire rilevanti opere di sostegno e consolidamento (muri di sottoscarpa o di rivestimento, speroni, drenaggi, banchettoni, ecc.). Si calcola che oltre dieci chilometri di ferrovia sono protetti da opere di difesa e sostegno, per le quali sono occorsi circa mc. 20.000 di scavi e mc. 360.000 di muratura.

Delle 31 gallerie che si incontrano lungo il percorso Bologna-Prato, hanno sviluppo superiore ai tre chilometri le seguenti:

- 1) la galleria dell'Appennino, lunga m. 18.507,38;
- 2) la galleria di Monte Adone, lunga m. 7.535,35;
- 3) la galleria di Pian di Setta, lunga m. 3.052,02.



## DATI E CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE MAGGIORI GALLERIE FERROVIARIE TRANSALPINE

DENOMINAZIONE DELLA GALLERIA	LINEA FERROVIARIA	Lunghezza della galleria di valico ml.	Doppio o semplice binario	A n	
				planimetrico	
A) Valichi Alpini:					
Fréjus . . . . .	Torino-Modane . . . . .	13.635 (1)	doppio	rettifilo	
San Gottardo . . . . .	Chiasso-Lucerna . . . . .	14.020 (2)	doppio	rettifilo	
Arlberg . . . . .	Innsbruck-Berna . . . . .	10.280	doppio	rettifilo	
Sempione . . . . .	Domodossola-Briga . . . . .	19.802 (3)	due gallerie parallele a semplice binario.	rettifilo ad eccezione degli imbocchi che sono in curva di raggio m. 400.	
Loetschberg . . . . .	Briga-Berna . . . . .	14.536	doppio	rettifili intercalati da 3 curve dello sviluppo complessivo di 2 Km.	
B) Grande Galleria dell'Appennino					
	DD. Bologna-Firenze . . . .	18.507,38	doppio	rettifilo	

*Annotazioni.* — (1) All'atto della costruzione la galleria misurava m. 12.233,55; in seguito venne raccordata alle estremità mediante tratti curvilinei, e risultò lunga m. 12.819,56 fra i portali. Infine nel 1881 tale lunghezza subì un ulteriore aumento di m. 816,89 perchè la galleria venne internata nel nucleo solido della montagna in seguito a movimento franoso verificatosi all'imbocco Nord.

(2) In progetto la galleria era in rettilineo per m. 14.755 e verso l'imbocco Sud deviava verso Airole con una curva di raggio m. 300 e sviluppo m. 145. Per facilità di tracciamento si prolungò il rettilineo a Sud, mediante galleria di direzione lunga m. 165.

Rimandando il lettore alla citata memoria redatta dal sig. ing. Pini nel 1929, per quanto riguarda sia la descrizione delle importanti installazioni occorse per la esecuzione di detti trafori, sia le difficoltà incontrate specialmente nella perforazione della galleria dell'Appennino e della galleria di Pian di Setta, qui ci limitiamo a dare brevi cenni sulla prima di queste, integrando così i particolari costruttivi riportati in detta memoria.

La grande galleria della Direttissima è giustamente definita il più lungo traforo finora costruito, sebbene (come si rileva dal prospetto qui riprodotto, nel quale sono riportate le caratteristiche plano-altimetriche dei più importanti trafori transalpini) sia superata in lunghezza dal Sempione, che però si svolge su due gallerie parallele, la seconda delle quali fu scavata dopo che la prima era stata aperta al traffico, mentre la grande galleria della Direttissima Bologna-Firenze è tutta a doppio binario. Inoltre a metà percorso questa contiene una stazione sotterranea per le precedenze, lunga m. 1224,84, con una



## IN RAFFRONTO CON GLI ANALOGHI DELLA GRANDE GALLERIA DELL'APPENNINO

damento	Quota di valico metri sul mare	Date relative		Avanzamento medio mensile dei lavori della galleria	Costo di costruzione per metro lineare L.
		all'inizio dei lavori	alla fine dei lavori		
altimetrico ‰					
verso Italia . . } 0,5 1	1295	ottobre 1857	26 dicembre 1870	74	4.800
verso Francia { 22,9 27,5					
dall'imbocco Nord è in ascesa del 5,82 ‰; a metà percorso e verso l'imbocco Sud tre livellette del 0,5, 2 ed 1 ‰	1155	imbocco Nord 4 giugno 1871  imbocco Sud 1° luglio 1871	28 ottobre 1880	210	4.200
15	1310	24 giugno 1880	maggio 1884	220	4.864 f anchi
verso Svizzera: 2	705	15 agosto 1898	24 febbraio 1905	235 (1ª galleria)	5.500
verso Italia: 7					
imbocco Nord-Ovest: 7	1246	15 aprile 1906	31 marzo 1911	240	3.500 (4)
imbocco Sud-Est: 3,8					
ascesa 1 ‰ p. m. 4775 discesa 2,46 ‰ per metri 4751,27. discesa 5,77 ‰ per metri 8981,11.	322,46	gennaio 1920 imbocco Sud. luglio 1920 imbocco Nord.	22 aprile 1934	205	25.000 (5) circa

(3) L'incontro delle avanzate nella 1ª galleria avvenne a m. 10.376 dall'imbocco Nord. Nella co-  
nfezione si variò il tracciato della Galleria, che risultò così costituito a partire dall'imbocco Nord:

Curva di raggio m. 320 . . . . .	ml. 161,08
Rettifilo . . . . .	» 19320,17
Rettifilo . . . . .	» 184,39
Curva di raggio m. 400 . . . . .	» 136,67
Totale . . . . .	ml. 19802,31

(4) Costo a forfait.

(5) Pari a L. 6200 circa di moneta oro.

camera lunga m. 153,96 con volto a profilo policentrico, larga m. 16,97 al piano dei centri ed alta m. 9 fra il piano del ferro e la chiave della volta. Da detta camera si diramano, in senso opposto, due gallerie a semplice binario, le quali, con largo arco di cerchio, si riallacciano alla galleria a sezione ordinaria a m. 448,33 dal punto di diramazione; in esse vengono ricoverati i treni che devono dare la precedenza a quelli più celeri, dopo il passaggio dei quali gli stessi possono proseguire senza regresso.

## TRACCIAMENTO DELLA GRANDE GALLERIA.

Le condizioni altimetriche dell'Appennino, le cui vette non superano gli 800 metri sul livello del mare in corrispondenza della grande galleria, consentirono di accedere facilmente alla zona sovrastante all'asse di essa e di eseguirne il tracciato lungo il profilo esterno senza necessità di triangolazioni. All'uopo, collegati con una poligonale i ri-

lievi montani lungo le valli del Setta e del Bisenzio e stabilite le posizioni degli imbocchi Nord e Sud della galleria, fu fissata sull'Appennino una base lunga circa 6 Km., i cui estremi corrispondevano ai punti più elevati del profilo (la Serra, a quota 839,90 e Colle Mezzana a quota 789,97), in modo che, prolungando detta base verso Bologna e

verso Firenze, l'asse rettilineo della galleria passasse nelle posizioni fissate per gl'imbocchi estremi. Furono all'uopo costruiti appositi osservatori in corrispondenza dei detti punti singolari ed un terzo osservatorio in località Cà Trovelli, alto m. 15 sul terreno, per renderlo visibile dall'osservatorio di Cà Serra.

Ai due imbocchi vennero pure costruiti due posti fissi di stazione, dai quali il tracciato veniva riportato in galleria ed era periodicamente verificato.

Speciali cure presentò invece il tracciato dei pozzi inclinati di Cà Landino. All'uopo furono costruiti due osservatori ai relativi imbocchi, e, poichè gli assi dei pozzi all'esterno convergono in un punto accessibile e formano triangolo con un tratto di asse della galleria lungo m. 123,71, si eseguirono ripetute operazioni di misure di



FIG. 5. — Osservatorio di Cà Trovelli per il tracciamento della grande galleria.

lati e di angoli per individuare alla base dei pozzi i due punti precisi di asse che, prolungati, dovevano servire per il tracciamento interno della parte di galleria da scavare dagli attacchi intermedi.

Per la esecuzione di tale delicata operazione si ricorse ad una triangolazione all'esterno, mediante la quale fu possibile determinare con esattezza la proiezione orizzontale dei due pozzi e furono fissati in galleria due punti alla distanza di m. 1207, per modo che fu sostituita questa lunghezza a quella molto breve di m. 123,71 relativa alla distanza degli assi dei due pozzi.

Mercè le anzidette rigorose operazioni di tracciamento, si conseguirono risultati molto lusinghieri. Infatti, dopo l'incontro delle avanzate verso Firenze dai pozzi e dall'attacco dall'imbocco sud (23 dicembre 1928), eseguite le verifiche col teodolite, si rilevò uno spostamento di soli mm. 13 del tracciato verso il piedritto destro; del pari al secondo incontro (4 dicembre 1929) fra le avanzate verso Bologna dai pozzi e l'attacco Nord si riscontrò uno spostamento di mm. 21 dell'allineamento rispetto al medesimo piedritto.

Anche altimetricamente non furono meno lusinghieri i risultati ottenuti: alle pro-

gressive d'incontro le differenze riscontrate fra le operazioni di livellazione di precisione condotte dagli impocchi estremi e dai due attacchi intermedi furono di cm. 15 nel versante toscano e di cm. 8,2 nel versante bolognese.

\* \* \*

Si danno qui di seguito alcune notizie in merito alla sezione dei pozzi inclinati di Cà Landino, ed inoltre si raccolgono nei due prospetti seguenti le caratteristiche tecniche e gli elementi costruttivi degli stessi (vedi Tav. XX).

CARATTERISTICHE DEI POZZI INCLINATI DI CÀ LANDINO	Pozzo 1	Pozzo 2
Lunghezza del pozzo fra il portale ed il piano passante per il paramento contro terra del piedritto della stazione delle precedenze, in proiezione orizzontale . . . . . m.	512.92	489.66
Id. id. sull'inclinata . . . . . »	577.37	555.11
Dislivello fra il piazzale esterno dei pozzi ed il piano del ferro della galleria in corrispondenza degli stessi . . . . . »	267.03	267.335
Pendenza del piano di regolamento dei pozzi . . . . . »	0,516.796	0.534.010
Pendenza della visuale nei due pozzi . . . . . »	0,510.394	0.527.020

#### ELEMENTI RELATIVI ALLA COSTRUZIONE DEI POZZI INCLINATI DI CÀ LANDINO.

INIZIO DEGLI SCAVI DEI POZZI ULTIMAZIONE DELLA COSTRUZIONE DEI POZZI	SECONDO SEMESTRE 1921 FEBBRAIO 1934	
Volume degli scavi eseguiti . . . . .	mc.	31.461
Volume delle murature di rivestimento . . . . .	»	11.609
Avanzamento medio lineare giornaliero . . . . .	ml.	1,31
Potenza massima installata . . . . .	HP	360
Energia termica consumata . . . . .	HP h	293.848
» » » per mc. di scavo e muratura . . . . .	HP h	6,80
» termoelettrica consumata . . . . .	Hw h	1.543.632
» » » per mc. di scavo e muratura . . . . .	Kw h	35,8
Consumo totale di esplosivi . . . . .	Kg.	13.942
» di esplosivi per mc. di scavo . . . . .	Kg.	0,44
Giornate operaio impiegate per lo scavo e le murature . . . . .	giornate	92.000
» operaio impiegate per mc. di scavo e muratura . . . . .	giornate	2,13
Spesa complessiva sostenuta (esclusi gli impianti) . . . . .	L.	7.400.000
Spesa per ml. di pozzo . . . . .	L.	6.600

La sezione dei pozzi di Cà Landino fu stabilita in modo da permettere la libera e sicura circolazione dei sottocarri e relativi vagonetti, nonchè la posa dei tubi per la

ventilazione e per la compressione. A metà di ciascun pozzo fu costruito un tratto lungo m. 55 a sezione più ampia per l'incrocio dei sottocarri; ed inoltre nell'ultimo tratto verso lo sbocco in galleria i pozzi presentano un tratto a sezione variabile, onde permettere la visuale libera fra la torretta di osservazione costruita all'esterno dei pozzi e la galleria. Pertanto nei tratti a sezione costante i pozzi hanno la calotta semicircolare del diametro di m. 5.08 ed altezza di m. 3.90 sull'asse del pozzo; in corrispondenza degli incroci la calotta ha il diametro di m. 8.46 e l'altezza di m. 5.59 sull'asse; nei tratti a sezione variabile (lunghi m. 150.72 e m. 148.92 rispettivamente per il pozzo 1 e per il pozzo 2) la calotta ha sempre il diametro di m. 5.08, e l'altezza del pozzo, in corrispondenza del suo asse, è variabile da m. 3.90 a m. 4.96.

Anche per la grande galleria si raccolgono negli 8 prospetti che seguono i principali elementi caratteristici dei lavori eseguiti nei singoli cantieri di attacco, e particolarmente:

- 1) la potenza massima installata;
- 2) la lunghezza dei tratti di galleria perforata dai quattro attacchi e gli avanzamenti medi e massimi raggiunti;
- 3) le aree medie di scavo risultanti nei quattro attacchi;
- 4) i volumi degli scavi e delle murature eseguiti;
- 5) le temperature dell'aria e della roccia in galleria;
- 6) la quantità di esplosivi impiegata nella perforazione;
- 7) le giornate di operaio impiegate per la costruzione della galleria, comprese quelle consumate per lavori all'esterno attinenti al traforo;
- 8) il consumo di energia termica, termoelettrica ed elettrica complessivo e per metro cubo di scavo e muratura.

### 2. Lunghezza di galleria perforata dai quattro attacchi

CANTIERI	Lunghezza dei tratti perforati m.	Avanzamento medio giornaliero m.	Massimo avanzamento mensile	
			Lunghezza	Mese ed anno
Imbocco Nord . . . . .	5622,86	1,91	110	ottobre 1929
Pozzi {	verso Firenze . . . . .	3209 —	145	maggio 1928
	tra i 2 pozzi . . . . .	123,71		
	verso Bologna . . . . .	2565,50	158	novembre 1928
Imbocco Sud . . . . .	6986,31	2,32	142	ottobre 1928

Il massimo avanzamento mensile complessivo conseguito nella perforazione della galleria si è verificato

### 3. Aree medie di scavo

INDICAZIONI	Attacco Nord (ml. 5622,86)	Attacco	
		Galleria a due binari (ml. 5444,59)	Gallerie ad un binario (ml. 899,20)
Scavo mq. . . . .	80,98	78,45	47,29
Muratura mq. . . . .	28,14	23,65	14,71
Rapporto $\frac{\text{muratura}}{\text{scavo}}$ . . . .	0.347	0.301	0.311

1. *Potenza meccanica-massima installata nei cantieri della grande galleria dell'Appennino.*

IMPIANTI DI ENERGIA	Imbocco Nord	Pozzi inclinati di Cà Landino	Imbocco Sud	TOTALE
Compressori ad alta pressione per l'impianto di trazione . . . . . HP	570	790	740	2100
Compressori a bassa pressione per la perforazione . . . . . »	350	1050	700	2100
Ventilazione . . . . . »	670	940	510	2120
Frantoi a macine per la produzione di ghiaia e pietrisco . . . . . »	—	190	325	515
Produzione blocchetti di cemento . . . . . »	30	10	20	60
Officina meccanica, segheria, carica accumulatori . . . . . »	65	55	45	165
Impianti vari . . . . . »	40	40	30	110
Servizio d'acqua in cantiere . . . . . »	100	40	30	170
Argani per estrazione delle materie dai pozzi . . . . . »	—	450	—	450
Funicolare aerea . . . . . »	—	70	—	70
Esaurimenti acqua nei cantieri dei pozzi . . . . . »	—	6590	—	6590
<b>TOTALE HP</b>	<b>1825</b>	<b>10225</b>	<b>2400</b>	<b>14450</b>

*e avanzamenti medi e massimi conseguiti.*

Massimo volume di scavi, mensile		Massimo volume di murature, mensile	
Volume mc.	Mese ed anno	Volume mc.	Mese ed anno
8410	{ marzo . . . . . 1928 maggio . . . . . 1928	3335	maggio . . . . . 1928
10164	luglio . . . . . 1929	3780	agosto . . . . . 1929
7550	agosto . . . . . 1927 settembre . . . . . 1927	2425	settembre . . . . . 1927
8204	gennaio . . . . . 1928	2072	aprile . . . . . 1928

cato nel maggio 1928 con ml. 445, pari ad una media giornaliera di ml. 14,40.

*nei quattro attacchi.*

Stazione precedenze		Attacco Sud (ml. 7112,10)	Per tutta la galleria (ml. 18.507,39)
Camera centrale (ml. 153,96)	Camere estreme (ml. 173,87)		
225,98	149,69	73,83	81,64
76,91	55,85	19,33	24,82
0,340	0,373	0,262	0,304



## 4. Volumi di scavi e murature eseguiti.

ATTACCHI	Scavi	Murature	Totali
Imbocco Nord . . . . . mc.	455.323	158.255	613.578
Pozzi . . . . . »	530.494	163.551	694.045
Imbocco Sud . . . . . »	525.090	137.500	662.590
Complessivamente . . . . . mc.	1.510.907	439.306	1.970.215

## 5. Temperature medie dell'aria e della roccia in galleria.

LUOGO DOVE È STATO FATTO IL RILIEVO	Imbocco Nord	Pozzi	Imbocco Sud
All'esterno in cantiere . . . . .	13,2	13,1	14,5
Nell'ambiente, all'avanzata . . . . .	20,7	20,6	20,3
Nella roccia, all'avanzata . . . . .	22	21	21

## 8. Consumo di energia termica, termo-elettrica ed elettrica

ATTACCHI	C O N S U M O   D I											
	PERFORAZIONE			TRAZIONE			VENTILAZIONE			ESTRAZIONE DELLE MATERIE DAI POZZI		
	DATE		Consumo energia in milioni di K. w. h.	DATE		Consumo energia in milioni di K. w. h.	DATE		Consumo energia in milioni di K. w. h.	DATE		Consumo energia in milioni di K. w. h.
	Inizio	Termine		Inizio	Termine		Inizio	Termine		Inizio	Termine	
Imbocco Nord .	20/7/20	12/1/30	6,8	7/8/25	31/3/30	4,7	27/11/21	10/12/29	9,8	—	—	—
Pozzi . . . . .	15/2/24	30/4/30	16,—	21/9/25	30/4/30	4,4	15/2/24	30/4/30	7,7	15/2/24	30/4/30	1,7
Imbocco Sud .	12/1/20	30/9/29	13,2	25/7/25	30/9/29	3,9	12/1/20	31/3/29	4,7	—	—	—
TOTALI . .			36,—			13,—			22,2			1,7

(1) Compreso il sollevamento dell'acqua dai pozzi.

**Le stazioni della nuova linea  
e la sistemazione dei servizi ferroviari di Bologna.**

Oltre alle stazioni di Bologna e di Prato lungo la nuova linea si incontrano: nella valle del Savena, le stazioni di S. Ruffillo e Pianoro; nella valle del Setta, le stazioni di Monzuno-Vado, Grizzana, S. Benedetto Sambro-Castiglione Pepoli; nella valle del Bisenzio, le stazioni di Vernio-Montepiano-Cantagallo e Vaiano.

6. *Quantità di esplosivi impiegati.*

Indicazione	Imbocco Nord		Pozzi		Imbocco Sud		In tutta la Galleria	
	Totale	per mc. di scavo	Totale	per mc. di scavo	Totale	per mc. di scavo	Totale	per mc. di scavo
Dinamite . Kg.	192.224	0,422	408.538	0,770	339.435	0,646	940.197	0,62
Miccia . . . ml.	829 624	1,822	1 981 800	3,736	1.358 480	2,587	4169.904	2,76
Capsule . . N.	610.809	1,341	3.079,268	5,805	1.579.290	3,008	5.269.367	3,49

7. *Giornate di operaio impiegate nei lavori della grande galleria.*

INDICAZIONI	Imbocco Nord	Pozzi	Imbocco Sud	In tutta la Galleria
Cantieri esterni . . . . .	322.647	884 967	476.894	1.684.508
In galleria . . . . .	1.088.499	1.394 986	1.460.137	3.943.622
Complessivamente . . . . .	1.411.146	2 279.953	1.937.031	5 628.130
Per mc. di scavo e di muratura . . . . .	2 30	3 285	2.924	2.857

*complessivo e per metro cubo di scavo e di muratura.*

E N E R G I A   P E R									ENERGIA complessivamente consumata in milioni di K. w. h.	CONSUMO di energia per mc. di scavo e di muratura K. w. h.
SOLLEVAMENTO DELL'ACQUA DAI POZZI			ESAURIMENTI DI ACQUA NEI CANTIERI DEI POZZI			CANTIERI				
DATE		Consumo energia in milioni di K. w. h.	DATE		Consumo energia in milioni di K. w. h.	DATE		Consumo energia in milioni di K. w. h.		
Inizio	Termine		Inizio	Termine		Inizio	Termine			
—	—	—	—	—	—	1/1/23	31/3/30	1,3	22,6	37
15/2/24	30/4/30	25,5	15/2/24	30/4/30	7	15/2/24	30/4/30	2,6	64,9 (1) 39,4 (2)	93,7 (1) 56,9 (2)
—	—	—	—	—	—	12/1/20	30/9/29	0,7	22,5	33,8
		25,5			7			4,6	110,—	55,9

(2) Escluso il sollevamento dell'acqua dai pozzi.

A metà circa del percorso della grande galleria è impiantata la stazione per le precedenze.

Le sette anzidette stazioni sono ubicate alla distanza di circa 10 Km. tra loro, ad eccezione della stazione di S. Benedetto Sambro-Castiglione Pepoli, la quale, essendo impiantata immediatamente prima dell'imbocco Nord della Galleria dell'Appennino, dista dalla precedente soltanto 5 Km.

Ogni stazione ha lunghezza compresa fra m. 700 e m. 1200; la lunghezza dei piazzali

zali interni in corrispondenza del fabbricato viaggiatori varia da m. 40 a 50, i piazzali esterni hanno una superficie di mq. 900 circa. Le stazioni di S. Ruffillo, Monzuno-Vado e Vaiano si svolgono in rettilineo, le altre su curve di m. 1000 e m. 1400 di raggio; altimetricamente poi si svolgono: la stazione di S. Ruffillo su livelletta dell'1,50 ‰, quella di Pianoro su livelletta del 20 ‰, quella di Monzuno-Vado in orizzontale e le altre su livellette del 2,50 ‰.

Ogni stazione comprende: un fabbricato viaggiatori a 5 interassi, a due piani, delle dimensioni di m.  $22 \times 12,40$ , un cesso isolato, un magazzino merci con annesso piano caricatore scoperto largo m. 10,90 e di lunghezza variabile da m. 60 a m. 80. Il volume complessivo di detti fabbricati, vuoto per pieno, è di mc. 30.000.

Le parti dei marciapiedi prospicienti ai fabbricati viaggiatori sono coperte da pensiline, della superficie complessiva di mq. 3800; per le medesime sono state impiegate Tonn. 400 di ferro.

In ogni stazione è stato costruito un sottopassaggio della lunghezza di m. 3 mediante il quale i viaggiatori in partenza possono accedere ai treni senza attraversare a raso i binari. Oltre alle linee di corsa, nelle stazioni intermedie, sono impiantati due binari per le precedenzae lunghi m. 500, uno per ciascuna delle due direzioni, due altri binari passanti per la ricezione e la partenza dei treni, un binario per il carico e scarico diretto, un binario di accosto al magazzino e piano caricatore ed un altro destinato al carico di testa da detto piano.

In ogni scalo sono impiantate una gru girevole da Tonn. 6, una pesa a bilico della portata di Tonn. 40 ed una sagoma limite di carico.

#### *Riordino dei servizi ferroviari di Bologna.*

L'incremento del traffico prevedibile nella stazione di Bologna in dipendenza dell'innesto della Direttissima ha imposto la esecuzione di opere atte ad integrare e sistemare i servizi ferroviari di quello scalo, per metterlo in condizioni da potere soddisfare completamente alle nuove maggiori esigenze.

Prima della sistemazione gli impianti merci erano ubicati, rispetto alla stazione viaggiatori, dal lato opposto del distacco della nuova linea, sicchè le merci da e per Firenze (via direttissima) avrebbero dovuto transitare nella stazione Centrale provocando notevole congestionamento nel movimento generale dei treni.

Per ovviare a tali inconvenienti è stato studiato il piano regolatore per il riordino ferroviario dell'importante stazione, e sono state concretate le opere da eseguire prima della data di attivazione della nuova arteria e quelle, la cui esecuzione poteva rimandarsi ad un secondo tempo. Le opere del primo gruppo sono le seguenti:

1) la costruzione di due nuovi marciapiedi a nord del piazzale della stazione Centrale, per costituire quattro nuove fronti, mediante le quali può darsi nei due sensi la precedenza ad un treno viaggiatori della Direttissima rispetto ad un altro meno veloce. Su detti marciapiedi sono state costruite pensiline metalliche della superficie di mq. 5500 e per le quali sono occorse Tonn. 500 di ferro;

2) lo spostamento della linea per Ancona sino a circa 2 Km. dal fabbricato viaggiatori e la sistemazione di tutti gli impianti del lato Ancona della stazione Centrale, per fare luogo all'innesto della Direttissima;

3) la costruzione di un doppio binario collegante la nuova linea e la ferrovia per

Ancona con gli impianti di smistamento, e destinato al transito, nella stazione viaggiatori, dei treni merci diretti, percorrenti le due anzidette arterie;

4) la trasformazione degli attuali impianti idrodinamici di segnalamento e manovra in analoghi apparati elettrici di tipo moderno;

5) la nuova organica e razionale sistemazione degli impianti relativi alle squadre rialzo per vetture e carri;

6) la costruzione di una linea di circonvallazione destinata alle sole merci, la quale, staccandosi dalla direttissima, si svolga a nord della città di Bologna, innestandosi nella esistente stazione di smistamento e merci di Ravone, ad ovest della città;

7) il rialzamento della sede delle linee per Milano, Verona e della Porrettana in dipendenza dell'impianto della linea di circonvallazione;

8) la deviazione della linea merci per Venezia;

9) la sistemazione degli esistenti impianti di smistamento in dipendenza delle modificazioni e dei nuovi lavori innanzi indicati.

Le opere del secondo gruppo riguardano:

1) la costruzione di una nuova stazione di smistamento con rimessa locomotive e squadra rialzo per carri, con magazzino approvvigionamenti ecc., da ubicare nella zona compresa tra la ferrovia per Budrio e la strada per Quarto di Sopra;

2) la costruzione di un raccordo merci fra la linea di circonvallazione e quella per Ancona;

3) il riordino e la destinazione al servizio locale degli attuali impianti di smistamento e merci del parco di Ravone.

Con l'attuazione di tutte le anzidette opere la stazione di Bologna acquisterà una importanza eccezionale, ed i vari servizi e le linee ad essa affluenti avranno una sistemazione regolare, con considerevole vantaggio per l'esercizio ferroviario.

Diamo alcuni cenni sull'opera più importante del detto riordino.

#### *La linea di circonvallazione.*

È costruita a doppio binario, però le espropriazioni sono state predisposte per la sede a quattro binari in previsione dell'intensità del traffico cui la linea dovrà soddisfare.

Si stacca dalla direttissima in corrispondenza della progressiva 3.420 e, dopo averla seguita per breve tratto, devia a destra sovrappassando con tre distinti manufatti la strada di S. Vitale, la ferrovia privata Bologna-Portomaggiore e la linea Bologna-Ancona. Al Km. 0.360 raccoglie il servizio della litorale Adriatica mediante un opportuno raccordo a doppio binario; quindi si sviluppa a nord della città e sovrappassa la tranvia per Cento e le principali arterie stradali. Al Km. 4.500 dirama da essa un doppio binario al Mercato ortofrutticolo, per l'avviamento delle primizie italiane ai grandi mercati dell'Europa Centrale. Al Km. 5.700 attraversa il Canale Navile con un ponte di luce m. 26, quindi sovrappassa la ferrovia per Venezia, piega poi a sinistra ed al Km. 8.800 raccoglie il servizio merci della città stessa mediante un raccordo a doppio binario innestato con un terzo bivio. Sottopassa poi con cavalcavia obliquo ed in curva le linee per Verona, per Milano e per Pistoia e quindi, con un quarto bivio, raccoglie il servizio merci da Milano e da Verona; infine dopo Km. 9,900 di percorso si collega allo scalo merci e smistamento di Ravone.



Fig. 7-a. — Linea di circonvallazione di Bologna. Sottopassaggio della strada di S. Donato.

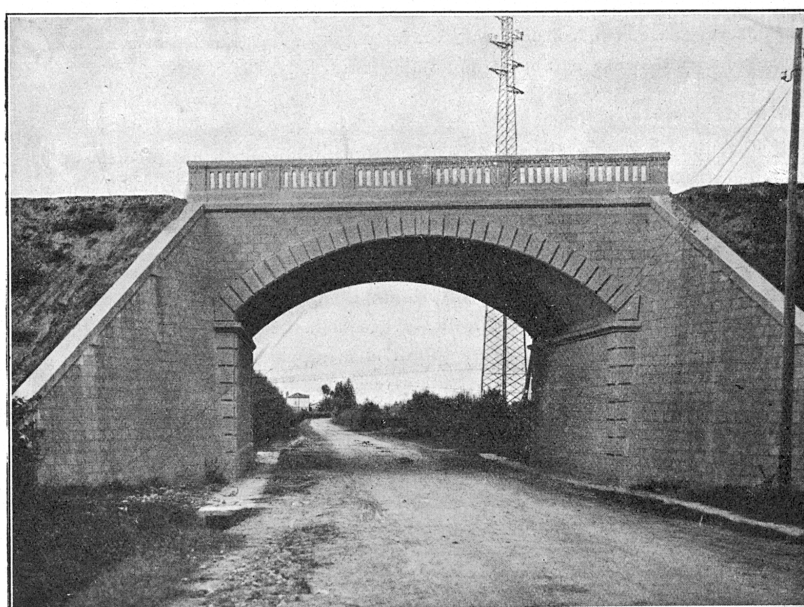


Fig. 7-b. — Linea di circonvallazione di Bologna. Sottopassaggio della strada Erbosa.



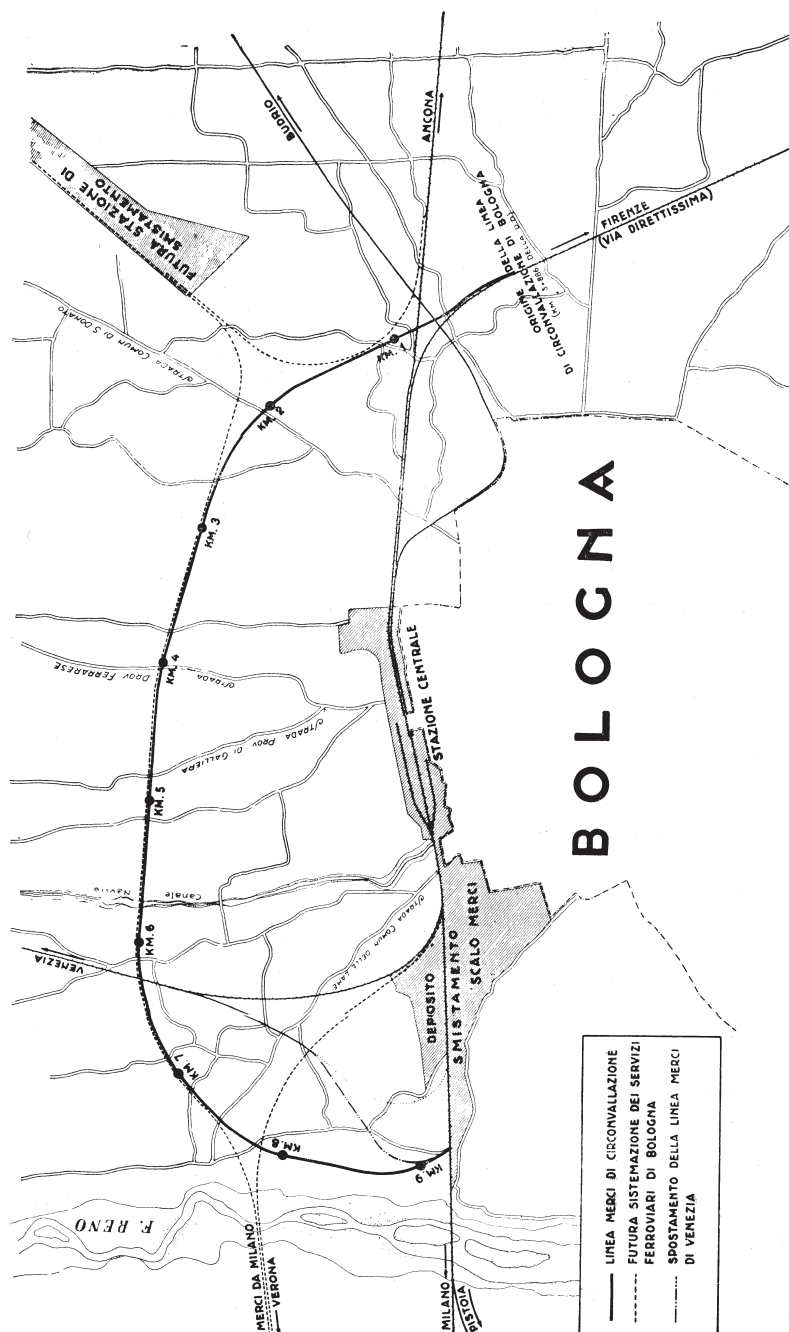


Fig. 6. — Planimetria schematica della linea di Circonvallazione di Bologna.

L'andamento planimetrico della linea di cintura è costituito da lunghi rettifili interrotti da curve di raggio non inferiore a m. 500; altimetricamente sono state adottate livellette non superiori all'11 per mille. La necessità di sovrapassare importanti arterie ferroviarie e stradali ha imposto di impiantare la sede della linea di cintura su di un altro rilevato.

Per mantenere la continuità dei corsi d'acqua e delle anzidette arterie sono stati costruiti 24 manufatti di luce inferiori a m. 12 e sette manufatti di luce maggiore; inoltre due fabbricati alloggi per 6 famiglie ciascuno sono stati ubicati lungo la linea stessa in fregio alle strade di S. Vitale e delle Lame.

La ferrovia di circonvallazione è esercitata con trazione elettrica a corrente continua con le medesime caratteristiche adottate per la direttissima; su essa è applicato il blocco sistema Cardani.

L'armamento è quello pesante del tipo F.S. P. 50,6.

#### LA NUOVA STAZIONE DI PRATO.

La Direttissima dirama dalla Ferrovia Porrettana a circa 600 metri verso Firenze dalla vecchia stazione di Prato. Per l'impossibilità di ampliare opportunamente tale scalo, ubicato tra il Bisenzio ed importanti edifici privati, è stato necessario costruire una nuova stazione in corrispondenza di detta diramazione.

L'importanza dei lavori da eseguire e la necessità di sopra elevare di m. 4,50 i binari della Porrettana senza interrompere o comunque disturbare la regolarità e continuità dell'esercizio, imposero lo studio di un particolare programma di esecuzione di lavori, comprendente varie fasi ed opportuni successivi spostamenti dei binari della Pistoia-Firenze, fino a disporli nella sede definitiva dopo avere portato il piazzale alla nuova quota.

La stazione ha inizio al Km. 80 dopo l'attraversamento della strada Comunale della Pietà e si svolge su di un rettillo di m. 1430 in discesa del 2 per mille verso Firenze, eccetto per m. 200 in corrispondenza del F. V., dove la livelletta è orizzontale.

Il piazzale esterno è di poco sopraelevato rispetto al piano di campagna ed è sottoposto a quello della ferrovia di m. 5 circa: l'accesso ai marciapiedi lungo i binari di corsa avviene mediante sottopassaggi e scale.

Importante per decoro ed ampiezza è il fabbricato viaggiatori. Esso è lungo metri 81,56, ha un corpo centrale di m. 35,76, largo m. 20,53 e due corpi laterali arretrati rispetto al centrale di m. 4,60, lunghi ciascuno m. 22,90.

L'edificio è a tre piani oltre agli scantinati. In esso, oltre tutti i servizi viaggiatori previsti con larghezza di vedute, sono ubicati 10 appartamenti di varia grandezza per il personale di stazione e per quello addetto alla trazione e sorveglianza della linea.

In fregio al piazzale esterno, della superficie di mq. 7000 circa, ai due lati del F.V. sono stati costruiti due fabbricati a due piani destinati rispettivamente, quello a sinistra (verso Prato) per uso dei servizi accessori di stazione, magazzini ed alloggi e quello di destra (verso Firenze) ad uso Uffici merci a grande e piccola velocità ed alloggio del guardiano.

Il piazzale interno di stazione in corrispondenza al Fabbricato Viaggiatori comprende tre marciapiedi, dei quali uno accosto al fabbricato, lungo m. 200 e largo m. 7,

e due intermedi lunghi m. 270 e larghi m. 8. Detti marciapiedi sono coperti da pensiline lunghe m. 200, per le quali sono occorse tonn. 490 di ferro.

Oltre ai quattro binari di corsa della linea Porrettana e della Direttissima vi sono sei binari per treni merci, e due binari per le precedenza. La larghezza del piazzale in corrispondenza dell'asse del Fabbicato Viaggiatori risulta di m. 63,10.

A destra del piazzale esterno con accesso indipendente è ubicato lo scalo merci, che comprende: per la grande velocità, un magazzino delle dimensioni di m. 71×13, con annessi un piano caricatore coperto e due piani caricatori scoperti lunghi ciascuno me-

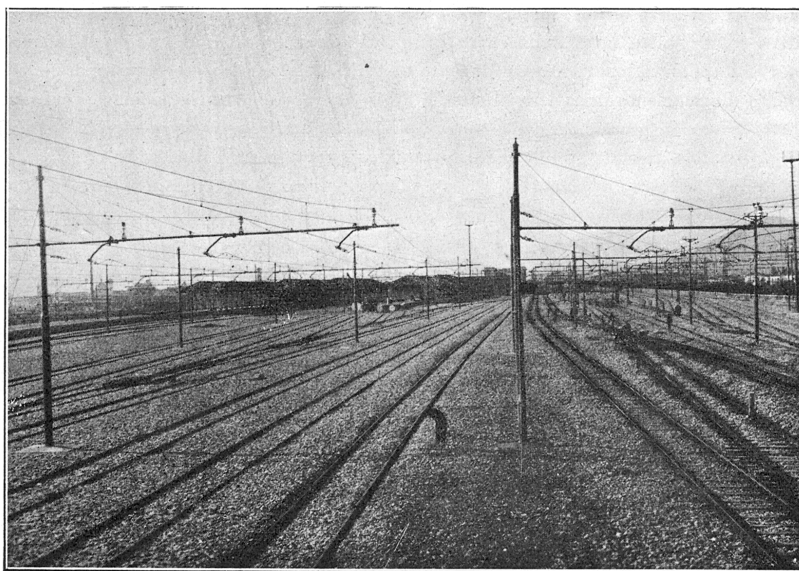


Fig. 8. — La nuova stazione di Prato. Il piazzale merci.

tri 71, muniti di binari accostati per il carico longitudinale e per il carico di testa; per la piccola velocità un analogo magazzino con annessi piani caricatori. Inoltre sono impiantate due gru girevoli rispettivamente della portata di 10 e 6 tonn. ed una pesa a bilico della portata di 40 tonn.

All'estremo del piazzale verso Firenze con accesso indipendente a mezzo di apposita rampa, è ubicato un piano caricatore bestiame lungo m. 60 con annessi impianti di servizio.

Nelle vicinanze del fabbricato viaggiatori dal lato verso città sono impiantati due serbatoi della capacità di mc. 200 ciascuno per il rifornimento idrico della stazione.

#### **La massicciata e l'armamento.**

I binari di corsa della Direttissima Bologna-Firenze posano su una massicciata, costituita da pietrisco e ciottoli di fiume spaccati, alta m. 0,65; per i binari secondari delle stazioni la massicciata è alta cm. 50.

Lo scartamento è di m. 1,435 nei tratti in rettilineo od in curve di raggio superiore a m. 50 e di m. 1,440 nei tratti in curva di raggi inferiori.

Il sopraelevamento assegnato alla rotaia esterna, in relazione al raggio minimo delle curve (m. 800 nel versante emiliano e di m. 600 nel versante toscano), è stato rispettivamente di 12 e 13 cm., essendo, come è noto, detta sopraelevazione funzione della velocità massima compatibile con il raggio minimo delle curve stesse. Si è inoltre provveduto a raccordare, mediante livellette continue ed uniformi e non superiori all'1,5 ‰ il dislivello risultante fra le due rotaie nei tratti precedenti e seguenti le singole curve.

Planimetricamente poi i rettilinei sono stati raccordati con le curve mediante archi parabolici del terzo ordine, inseriti per metà lungo il rettilineo tangente della curva primitiva e per l'altra metà sulla curva primitiva stessa, a partire dal punto di tangenza.

Per l'apportovvigianamento dell'ingente quantità di pietrisco occorrente per la massicciata d'armamento della Direttissima e della linea di circonvallazione, sono state sfruttate cave in prossimità della nuova ferrovia, ed anche, sebbene in piccola quantità, si è utilizzato materiale prelevato dai torrenti, opportunamente dimazzato.

Per l'armamento dei binari di corsa è stato adottato il tipo F.S.P. 50,6 con rotaie lunghe m. 18 su 30 traverse per campata, indirettamente attaccate al ferro; per i binari delle precedenze è stato impiegato armamento del tipo F.S.P. 46,3 con rotaie lunghe metri 18 posate su 26 traverse per ogni campata, di cui 15 attaccate indirettamente alle rotaie a mezzo di piastre speciali. I binari secondari delle stazioni sono armati con rotaie del peso di Kg. 36 per metro lineare e della lunghezza di m. 9 o 12, e rispettivamente su 11 e 15 appoggi.

In complesso per la massicciata e per l'armamento della Direttissima e della linea di cintura, e per la sistemazione della stazione di Bologna sono stati messi in opera: mc. 500.000 di pietrisco; ml. 160.000 di binari tipo F.S.F. 50,6; ml. 40.200 di binari tipo F.S.F. 46,3; ml. 40.300 di binari tipo 4 R. A. 36/S o ex AI; N. 177 deviatori del tipo F.S.F. 46,3; N. 253 deviatori del tipo R. A. 36/S.

Per la fornitura e posa in opera del pietrisco per massicciata sono state erogate lire 11.425.000, pari ad una spesa media di L. 22,85 per mc. di massicciata.

L'acquisto dei materiali occorrenti per l'armamento della Direttissima, della linea di circonvallazione e della sistemazione della stazione di Bologna ha importato una spesa di L. 52 milioni; per la posa in opera dei medesimi sono state erogate complessivamente L. 2.600.000, le quali ripartite sulla lunghezza totale del tratto Bologna-Prato della Direttissima e della linea di circonvallazione, importano la spesa di L. 28 circa per metro lineare di ferrovia, compreso anche l'onere per la posta dei binari e deviatori nelle stazioni.

Il costo dell'armamento, compreso la massicciata, riferito alla Direttissima ed alla circonvallazione, ammonta a L. 66 milioni, pari a L. 720 circa per metro lineare.

### Gli impianti di elettrificazione.

La Direttissima Bologna-Firenze è esercitata con trazione elettrica a corrente continua a 3000 volt, con fili aerei.

Per l'esercizio della Porrettana l'energia è derivata dalla sottostazione di S. Viola ubicata nei pressi della stazione di Bologna, e proviene dagli impianti idroelettrici di

S. Croce e del Liro, previa opportuna trasformazione dalle caratteristiche industriali a quelle ferroviarie. Poichè per l'esercizio di detta linea occorrono in media 35 milioni di energia annui, e per la Direttissima si prevede che ne occorrono 45 milioni, è stato necessario integrare gli anzidetti impianti esistenti mediante la centrale di Suviana, che utilizza l'energia idraulica dell'Alto Reno.

Oltre alle primarie che alimentano la Porrettana, per il maggior consumo di energia dipendente dalla Direttissima sono state costruite le seguenti cinque nuove linee:

Vergato-Grizzana (doppia terna) . . . .	a 60 KV. - Km.	7,5
Grizzana-Vaiano (semplice terna) . . . .	» 60 » - »	36
Suviana-Castiglione (semplice terna) . .	» 60 » - »	12
Vaiano-Prato (doppia terna) . . . . .	» 60 » - »	14
Bologna-Rifredi (semplice terna) . . . .	» 130 » - »	120

La primaria Bologna-Rifredi fa parte della dorsale di grande trasporto di energia a 130 kv. Nord-Sud della rete elettrica italiana, che permetterà di trasportare a notevole distanza l'energia dai centri più importanti, per i servizi di riserva.

Nei tratti Vergato-Grizzana e Vaiano-Prato, poco accidentati e non esposti a forti venti, sono stati impiegati pali a traliccio e conduttori di rame; invece nei tratti di valico Suviana-Castiglione e Grizzana-Vaiano sono state adottate campate meno lunghe e si sono impiegati pali a cavalletto con conduttori di alluminio ed acciaio disposti in un solo piano orizzontale.

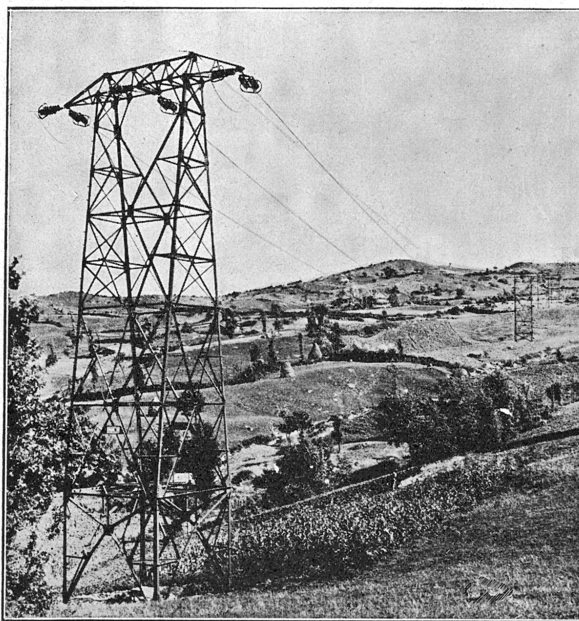


FIG. 9. — La linea primaria a 60 K. V. nel tronco Castiglione dei Pepoli-Suviana.

Tutte le palificazioni sono munite di filo di guardia in acciaio collocato in testa ai pali. Le fondazioni di questi sono in calcestruzzo di cemento pieno o cavo.

Per l'isolamento dei conduttori si sono impiegati appositi isolatori a catena del tipo cappa e perno: in particolare per i conduttori di rame si sono adottate catene semplici a 5 elementi in sospensione e sei elementi negli ammaraggi, mentre per i conduttori bimetallici sono state adottate catene doppie, per tenere conto della maggiore tensione totale che si verifica in essi.



Per assicurare la pronta manutenzione delle primarie è stata costruita una linea telefonica che su palificazione indipendente segue il tracciato delle primarie. Gli apparecchi telefonici, installati nei punti più caratteristici, sono del tipo antiinduttivo e sono protetti mediante trasformatori contro l'alta tensione.

All'alimentazione elettrica della Direttissima provvedono le cinque sottostazioni di trasformazione di Grizzana, Vaiano, Rifredi, Bologna e Vaioni, delle quali le prime tre sono nuove e le altre sono state opportunamente ampliate e sistemate.

Nella sottostazione di Vaioni sono installati due gruppi raddrizzatori a vapore di

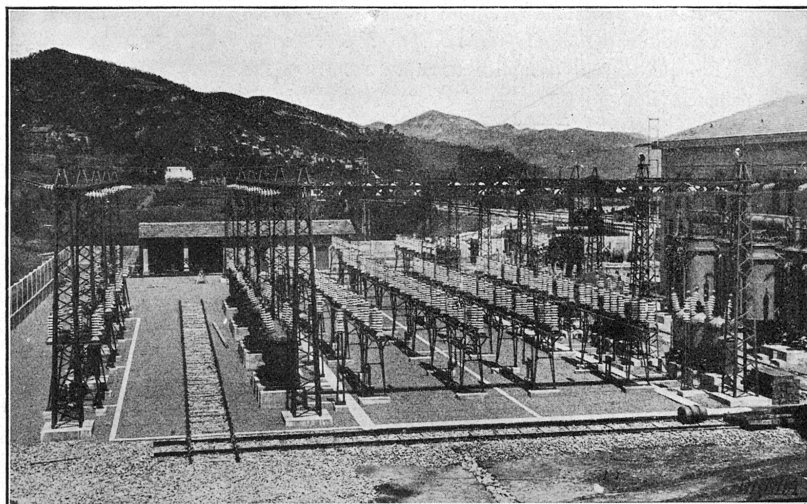


Fig. 10. — Sottostazione elettrica di Grizzana.

mercurio della potenza di 2000 kv. ciascuno, uno dei quali è di riserva; in ciascuna delle altre 4 sottostazioni i gruppi raddrizzatori installati sono tre, dei quali uno di riserva.

Nelle sottostazioni tutta la parte a corrente continua ed a bassa tensione è installata al coperto in appositi fabbricati, mentre il reparto a corrente alternata ed alta tensione è all'aperto. In ognuno dei fabbricati il quadro di manovra è collocato al primo piano, in posizione tale che il personale addetto, a colpo d'occhio, può vedere tutti gli impianti e seguirne il funzionamento.

Nelle sottostazioni di Grizzana, Vaiano e Vaioni l'alta tensione in arrivo è a 60 kv; nelle sottostazioni di Bologna e Rifredi l'energia arriva anche a 130 kv; sono previsti per ciascuna terna un gruppo di separatori a rotazione ed un gruppo di interruttori automatici unipolari in olio.

I trasformatori sono installati su basamenti, dai quali è agevole eseguire la manovra di carico e scarico dai carrelli trasbordatori per le periodiche revisioni nel fabbricato gru, mediante apposito binario collegato con quello di raccordo alla linea ferroviaria.

I detti basamenti sono sagomati a tramoggia e muniti di condotte, nelle quali può

raccogliersi l'olio di scarico, che, in caso d'incendio, viene rapidamente allontanato e convogliato in grandi serbatoi interrati ed opportunamente disposti.

Nelle sottostazioni di Grizzana, Vaiano e Vaioni i gruppi di conversione sono previsti alle frequenze di 16,7, 42 periodi, per modo che possono funzionare sia quando sulle primarie viene lanciata corrente a frequenza industriale sia quando vi viene lanciata corrente a frequenza ferroviaria. Nelle altre due sottostazioni i gruppi stessi sono previsti alle frequenze di 42 e 50 periodi, per la sola corrente industriale.

Per l'illuminazione delle sottostazioni e per tutti i servizi sussidiari sono stati eseguiti circuiti ausiliari a corrente alternata ed a corrente continua alla tensione di 125 V, mediante apposite batterie di accumulatori, che costituiscono pure una riserva, in caso di eventuali sospensioni dell'esercizio sulle linee primarie.

*La sottostazione ambulante.* — Poichè deve essere assicurato sempre l'esercizio della Direttissima a trazione elettrica, anche in caso di eventuali guasti nelle centrali,

la nuova linea è stata provvista di una sottostazione ambulante della potenza di 2000 kv, montata su apposito carro ferroviario, e con la quale è possibile trasformare la corrente trifase a 60 kv in corrente continua a 3 kv. La sottostazione comprende, oltre il trasformatore di potenza, un cilindro raddrizzatore, i circuiti ausiliari e le apparecchiature per corrente alternata e continua, nonché quelle per il funzionamento automatico.

*La linea di contatto.* — Nei tratti allo scoperto ed in galleria la linea di contatto è del tipo a sospensione longitudinale contrappesata, al fine di mantenere costante la tensione dei fili di contatto al variare della temperatura e di ottenere un contatto più rego-

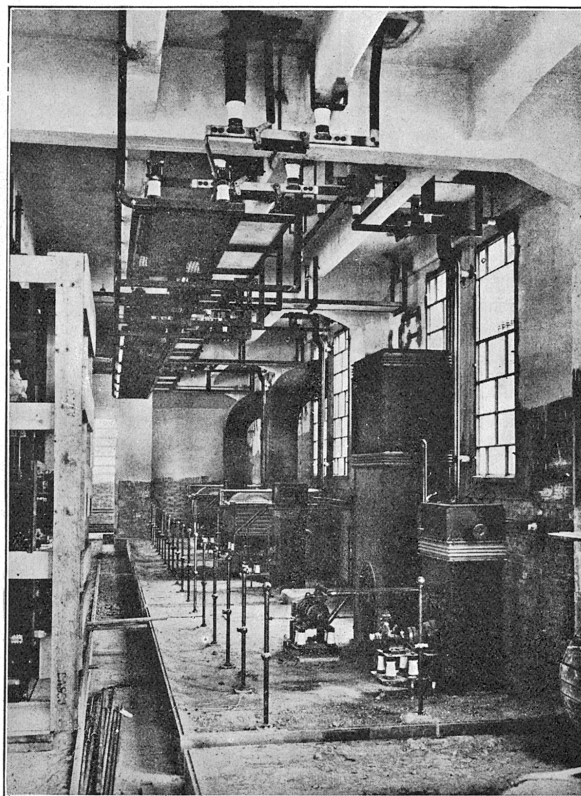


Fig. 11. — Sottostazione di trasformazione di Grizzana. Refrigeranti a ciclo chiuso per raddrizzatori.

lare tra il filo della linea ed il trolley anche per campate di notevole lunghezza.

La linea di contatto è costituita, per i binari di corsa, da due fili di rame sagomato ad otto della sezione di mmq. 100 ciascuno, sorretti da una fune portante pure di rame della sezione di mmq. 117.

I pali adottati sono in acciaio tubolare Dalmine di diverse dimensioni, a seconda dell'impiego, per rettifili, per

curve, per contrappesatura, ormeggio, ecc. Essi sono collocati alla distanza di circa m. 60 fra loro nei tratti in rettilinea, e di m. 35 ÷ 45 nelle curve.

In galleria la linea di contatto è sorretta per mezzo di grappe incastrate in calotta, da apposite apparecchiature distanti circa m. 35 fra loro.

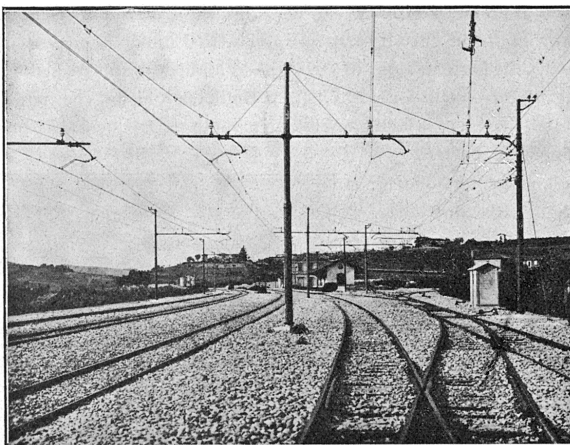


FIG. 12. — Linea di contatto. Stazione di Pianoro; ingresso lato Vado.

#### IMPORTO DEI LAVORI DI ELETTRIFICAZIONE.

La spesa complessiva sostenuta per gli impianti di elettrificazione è ascisa a L. 59 milioni, corrispondente a circa 750.000 lire per km. di ferrovia elettrificata.

Tale spesa è così ripartita:

Linea primaria a 60 kv . . . . .	L. 7.800.000
Linea primaria a 130 kv . . . . .	» 9.000.000
Linee teleferiche . . . . .	» 1.000.000
Sottostazioni . . . . .	» 26.200.000
Linea di contatto . . . . .	» 12.000.000
Impianti sussidiari, fabbricati, espropiazioni ecc. . . . .	» 3.000.000

#### Gli impianti idrici.

L'acqua che attualmente sgorga dalla grande galleria dell'Appennino ha la portata di circa 500 litri al secondo, che si può oramai ritenere di regime.

Essa è utilizzata in parte per l'alimentazione idrica dei due tronchi di ferrovia di accesso alla galleria dell'Appennino, e per la città di Prato, mentre la rimanente quantità è stata incanalata mediante un terzo acquedotto, e destinata ad integrare i bisogni idrici della città di Bologna.

Le sorgive incontrate durante la perforazione della grande galleria interessano specialmente due zone, ubicate rispettivamente fra le progr. 40 + 850 e 49 + 200 (da Bologna)

e fra le progr. 53+490 e 53+937 (da Bologna). La maggiore sorgiva si è incontrata alla prog. 53+800 e da sola ha la portata di 70 litri al secondo.

Le opere di captazione eseguite si sono fatte precedere da lavori di cementazione, per il fatto che le acque si presentavano sparse in zone molto estese della galleria ed erano richiamate nella cunetta centrale che funzionava da drenaggio. Pertanto nella prima zona le acque sono state convogliate in due appositi cunicoli filtranti costruiti parallelamente alla galleria dai due lati, a quota inferiore al piano del ferro per garantire la potabilità dell'acqua e nella seconda zona sono state raccolte in una camera ricavata lateralmente alla galleria, ed avente il fondo a quota inferiore a quella del ferro. Inoltre a 50 metri a valle della grande sorgente sono state praticate, trasversalmente alla galleria, iniezioni di cemento pozzolanico, interessanti i piedritti e l'arcorovescio fino alla profondità di m. 30, e lungo le zone iniettate è stato poi disteso con la macchina cement-gun uno strato di intonaco impermeabilizzante dello spessore di cm. 2.

In seguito a tali lavori la portata delle sorgenti si è elevata a litri 62 ed 81,5 rispettivamente nelle due zone.

Dalle analisi e dalle osservazioni eseguite, è risultato che le acque sono di buona origine, non soggette a grandi variazioni, limpide permanentemente, di composizione fisico-chimica adeguata alla generalità degli usi, con temperatura di 21° circa.

#### L'ACQUEDOTTO NEL VERSANTE TOSCANO.

Esso ha una portata iniziale di litri 110 al 1" ed è alimentato per litri 70 dalla grande sorgente e per i rimanenti dalle altre sorgive captate nella prima zona e che defluiscono a battente naturale verso l'opera di presa costruita alla progr. 53+880.

Di detta portata litri 40 al 1" sono riservati per i bisogni ferroviari nel tronco Vernio-Prato e litri 70 sono assegnati al Comune di Prato.

L'opera di presa consiste in una vasca delle dimensioni di m. 2,85 x 2,00 x 2,05, costruita sul lato sinistro della galleria nel senso Bologna-Firenze a circa 5 metri dal paramento del piedritto.

Il quantitativo di acqua destinato alla ferrovia viene distribuito come appresso: mc. 100 per gli alloggi, mc. 600 per la stazione di Vernio, mc. 180 per la stazione di Viano e mc. 2580 per quella di Prato. Inoltre nelle stazioni di Vernio e di Prato sono state impiantate rispettivamente 3 ed 8 colonne idrauliche tipo FS ed altrettante speciali colonnette di presa per la refrigerazione dei locomotori, nonché un congruo numero di idranti per il servizio incendi, inaffiamento e lavaggio.

Data la notevole pressione e la rilevante portata della condotta, questa è posata, per quanto è stato possibile, fuori dalla Direttissima, utilizzando per gran parte del percorso la sede della linea di servizio di val Bisenzio. Lungo la condotta sono state disposte colonne piezometriche e pozzetti di sfato e di scarico.

Per la condotta in parola sono stati messi in opera ml. 18500 di tubi di ghisa di diametro variabile da mm. 225 a mm. 375 e ml. 1400 di tubi in cemento armato del diametro di mm. 350: gli ultimi sono stati impiegati nei tratti nei quali la pressione della condotta è superiore a 10 atmosfere.

Il costo dell'acquedotto è risultato di circa L. 9.500.000, delle quali L. 2.300.000 sono a carico del Comune di Prato.



## L'ACQUEDOTTO DEL VERSANTE EMILIANO.

L'acquedotto nel versante emiliano, la cui portata è di 15 litri al 1'', viene alimentato dalla sorgente captata con le opere di cementazione eseguite alla progr. 49 + 200.

Siccome la zona in cui sgorga la sorgiva si trova sulla rampa della galleria in discesa verso la Toscana, per potere inviare all'imbocco Bologna il quantitativo di acqua destinato all'acquedotto in questione, è stato necessario eseguire un impianto di pompatura, che è costituito da due gruppi di elettropompe centrifughe (uno di riserva), aventi funzionamento automatico a distanza a mezzo di un galleggiante che è posto nel serbatoio di carico sito all'imbocco nord della galleria, all'estremità della condotta di mandata.

Le pompe sono direttamente accoppiate ai motori elettrici di 20 HP che sono del tipo autoventilati e protetti contro lo stillicidio. La portata di ciascuna di esse è di l. 15 al 1'', la prevalenza totale è di m. 45. Per garantirne il funzionamento automatico, le pompe sono tenute al di sotto del livello dell'acqua nella vasca.

L'energia occorrente per l'alimentazione dell'impianto viene derivata da una apposita cabina di trasformazione costruita nel piazzale esterno di Cà Landino, e dalla quale partono due cavi di 5 kv e della sezione di  $3 \times 35$ . In corrispondenza della stazione delle precedenza tale tensione viene ridotta a 260 volt per mezzo di due trasformatori trifasi della potenza di 25 kv ciascuno.

Il costo dell'acquedotto è risultato di circa L. 4.600.000.

## L'ACQUEDOTTO PER IL COMUNE DI BOLOGNA.

Oltre ai quantitativi destinati ai due acquedotti innanzi citati, rimangono disponibili 250 litri d'acqua non potabile che vengono raccolti nella cunetta centrale della galleria.

Quest'acqua viene portata all'imbocco Nord della grande galleria dell'Appennino, dove, opportunamente sterilizzata, viene convogliata a Bologna.

Poichè il prelevamento dell'acqua avviene presso la prog. 53 + 750 (da Bologna), ossia nel tratto in cui la ferrovia è in discesa verso la Toscana, è occorso un apposito impianto di pompatura per portare l'acqua all'imbocco Nord superando la quota di culmine (322,46 sul mare) della Galleria.

Tale impianto è costituito da 5 gruppi di elettropompe uguali, ciascuno della portata di 85 litri e di prevalenza totale 80 metri; nei periodi di morbida funzioneranno tre gruppi, mentre in quelli di magra ne funzioneranno solo due.

Le pompe sono accoppiate con giunto elastico ai motori elettrici, che sono del tipo autiventilatore e muniti di reostato centrifugo.

La tubazione di mandata ha lo sviluppo di m. 12.600 ed il diametro di mm. 500.

Per evitare, all'atto dell'arresto delle pompe, il verificarsi del fenomeno dei colpi di ariete, sono disposte apposite casse d'aria collegate in derivazione con la condotta. Fra questa e le casse sono poi inserite delle valvole di ritenuta atte ad evitare il fenomeno di risonanza; che invece di attutire il colpo d'ariete, lo amplificherebbe nell'interno delle tubazioni in seguito al distacco della vena d'acqua ed ai successivi violenti colpi di ritorno. Tali valvole, mentre la sciano libero l'afflusso d'acqua delle casse alla condotta,



oppongono notevole resistenza al ritorno dell'acqua e perciò smorzano gradatamente le oscillazioni nella condotta.

L'energia occorrente per l'alimentazione dell'impianto di pompatura è prelevata dalla citata cabina di trasformazione nel piazzale esterno di Cà Landino, nella quale l'energia da 60 kv. viene ridotta a 5 kv. ed alla frequenza costante di 42 periodi. Dalla cabina partono due cavi a 5 kv. che, attraverso uno dei pozzi, alimentano la cabina di trasformazione impiantata in galleria presso il locale delle pompe, e nella quale, mediante due trasformatori (ciascuno della potenza di 400 KvA, con rapporto di trasformazione 509/260 volt), l'energia viene ridotta alla tensione di esercizio. Nella medesima cabina sono impiantati pure due trasformatori con rapporto di trasformazione 5500/110 volt, derivati dalla linea di alimentazione del blocco automatico e che servono per il funzionamento dei servizi ausiliari.

Il costo delle opere innanzi accennate e relative all'acquedotto per il Comune di Bologna è risultato di circa L. 6.500.000.

### **L'impianto del blocco automatico.**

La Direttissima Bologna-Firenze è esercitata col sistema del blocco automatico detto « permissivo con accavallamento ordinario a segnali normalmente a via libera ».

All'uopo la linea è suddivisa in sezioni della lunghezza di circa 4÷5 km.; e poichè delle sette stazioni intermedie della Direttissima cinque distano fra loro circa Km. 10 e quelle di Grizzana e di S. Benedetto Sambro-Castiglione distano 5 km., è stato stabilito per le prime un posto di 6 leve a metà percorso fra una stazione e la successiva.

Ogni posto di blocco consta di un segnale di prima categoria per ciascun binario, preceduto da un segnale di avviso a distanza variabile da un minimo di 450 metri ad un massimo di 1300 metri, a seconda delle condizioni plano-altimetriche della ferrovia.

Nelle stazioni, per i treni che vi transitano senza fermate, funzionano da segnali di blocco i segnali di partenza.

I segnali in piena linea funzionano automaticamente, comandati dagli stessi treni a mezzo di opportuni sistemi di correnti elettriche; invece quelli di stazione sono comandati dalle cabine di manovra. Per i primi la posizione normale è quella di via libera, per i secondi è quella di via impedita.

Le condizioni a cui l'impianto risponde sono le seguenti:

1) Un segnale di avviso non può disporsi o mantenersi a via libera se il corrispondente segnale di 1ª categoria non è già disposto a via libera ed illuminato;

2) L'andata a via libera dei segnali d'avviso e di quelli di 1ª categoria del blocco avviene quando l'ultimo asse del treno ha oltrepassato di m. 28 circa i segnali stessi; invece l'occupazione dei segnali di partenza nelle stazioni avviene quando l'ultimo asse ha oltrepassato la traversa limite dell'ultimo deviatoio;

3) è possibile al manovratore della cabina degli apparati centrali disporre a via libera un segnale di partenza solo dopo che l'ultimo asse del treno precedentemente partito nella medesima direzione abbia oltrepassato di m. 100 il segnale di blocco di 1ª categoria del posto a valle (1) della stazione stessa, ed alla condizione che questo segnale ed

(1) Si dice posto a valle quello che non è stato ancora raggiunto dal treno in marcia.

il relativo avviso si siano regolarmente disposti a via impedita e siano regolarmente illuminati;

4) i segnali del posto di blocco compreso fra due stazioni tornano a via libera automaticamente quando l'ultimo asse del treno ha raggiunto la punta o la traversa limite del primo deviatoio incontrato del treno, ed alla condizione che il segnale di 1<sup>a</sup> categoria di protezione della Stazione (che era stato portato a via libera per permettere l'ingresso del treno) sia regolarmente ed automaticamente tornato a via impedita.

*Principali dispositivi costituenti l'impianto di blocco.*

Per il funzionamento del blocco automatico è necessario stabilire il circuito di binario, che è costituito da due tratti di rotaia appartenenti alle due file dello stesso binario,

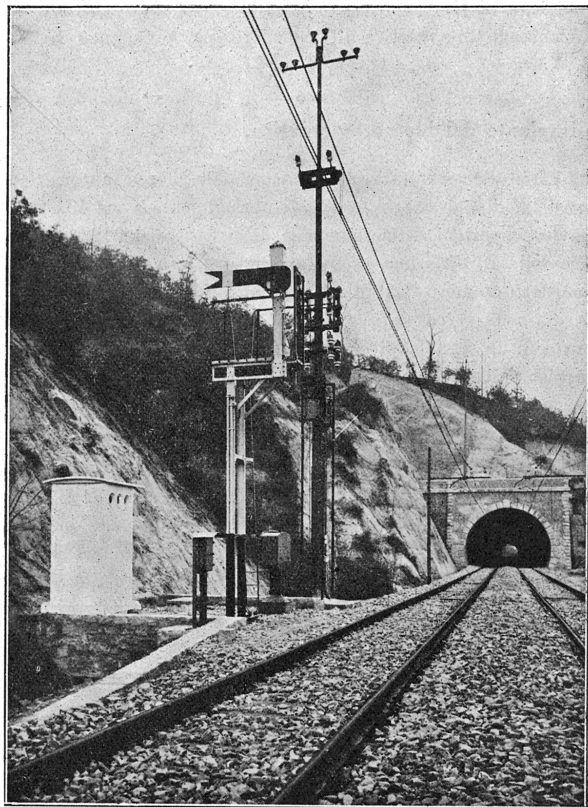


Fig. 13. — Blocco automatico. Segnale di avviso con garitta in cemento armato per telefono e posto di trasformazione.

di binario deve essere alle sue estremità isolato elettricamente dalle rotaie contigue, tale esigenza deve essere conciliata con quella di assicurare la continuità alla corrente di ritorno della trazione, il che si realizza applicando agli anzidetti estremi delle connessioni induttive.

isolati elettricamente alle estremità dalle rotaie adiacenti, e collegati ad un estremo con una sorgente esterna di energia ed all'altro con una bobina avvolta intorno ad un'anima metallica e munita di un certo numero di contatti.

La corrente circola attraverso le rotaie, percorre l'avvolgimento della bobina, e provoca la magnetizzazione dell'anima metallica, che attrae i contatti; se però sul circuito di binario trovasi l'asse di un treno, data la minima resistenza che esso offre alla corrente, questa passerà attraverso l'asse anziché attraverso la bobina, la quale perciò viene messa in corto circuito, e, diseccitandosi, abbandona i contatti.

Mentre il circuito

Poichè per l'alimentazione del blocco automatico si impiega corrente alternata, mentre per quella della trazione si adotta corrente continua, a ciascuna estremità di un circuito di binario si collegano le due file di rotaie mediante una bobina di conduttori di rame a grande sezione ed a poche spire, e col centro collegato a quello della bobina adiacente relativa all'altro circuito di binario. Tale bobina, presentando una minima resistenza ed una notevole impedenza, permetterà facilmente il passaggio della corrente continua, mentre ostacola il passaggio dell'alternata.

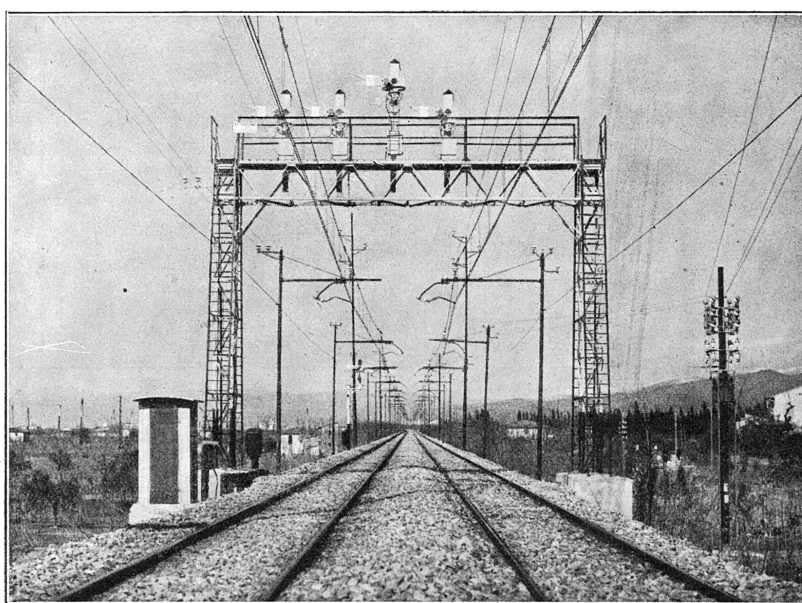


Fig. 14. — Semafori di protezione montati su portale della trazione elettrica.

Per isolare le estremità di un circuito di binario da quello contiguo si sono adottati giunti isolanti del tipo Weber, nei quali la piastra di appoggio è costituita da un angolo di acciaio su cui posa una lamina isolante in fibra; le rotaie sono strette fra blocchi di legno, mentre le chiavarde sono isolate elettricamente dalla rotaia mediante rondelle in fibra; e fra due rotaie adiacenti è interposta una sagoma pure in fibra.

Nelle altre giunzioni, in cui dev'essere assicurata la continuità elettrica delle rotaie, sono invece applicate connessioni adatte per la corrente di trazione.

#### *Principali modalità dell'impianto.*

Tanto all'aperto che in galleria i segnali di blocco sono sempre illuminati, anche di giorno, mediante lampade di 10 volt e 10 watt, alimentate da batterie di accumulatori al cadmio-nichel, le quali sono mantenute sotto carica a mezzo di raddrizzatori statici all'ossido di rame alimentati dalla linea esterna.

I conduttori sono in cavo ed isolati in gomma; i cavi sono del tipo sottopiombo armato. All'aperto essi sono posati entro canalette di legno iniettato, collocate alla pro-



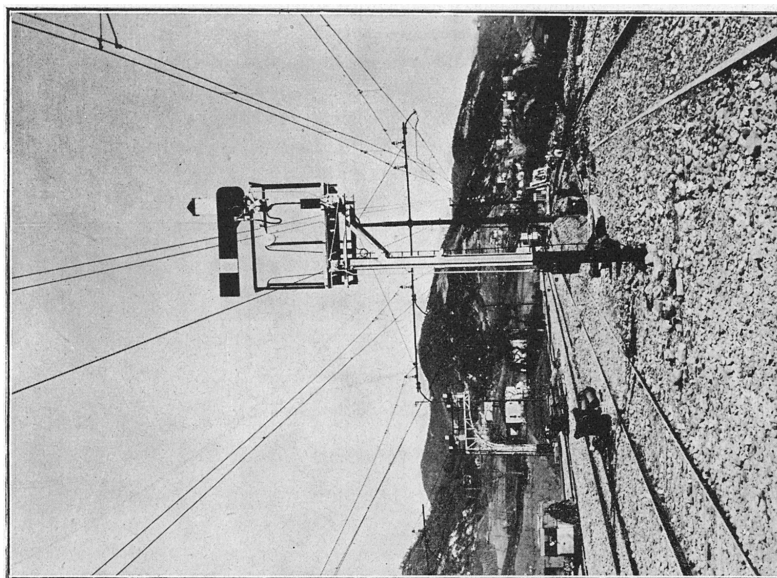


Fig. 16. — Stazione di Grizzana. Semaforo a mensola con sbalzo di m. 0,90 di partenza per Bologna collocato al km. 61,365.

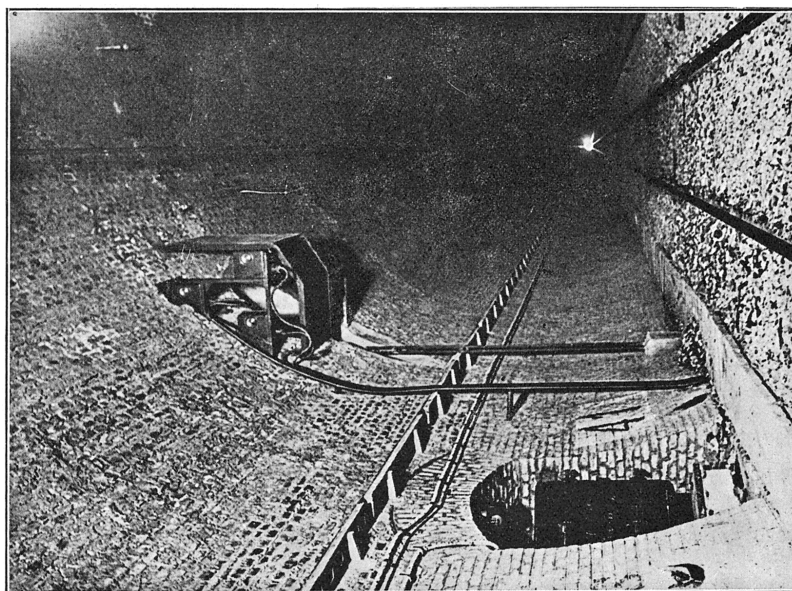


Fig. 15. — Segnale di protezione di stazione in galleria e nicchia con apparecchi del blocco.

fondità di circa m. 0,60 e protette da una fila di mattoni; in galleria sono fissati ad uno dei piedritti mediante ganci di piombo antimonioso; negli attraversamenti in galleria e sui ponti i cavi sono contenuti entro canali di ferro, riempiti di impasto isolante.

I circuiti di binari hanno lunghezza non superiore a 1400 m.

I posti di alimentazione della sorgente esterna si trovano a distanza variabile da 1000 a 1500 m. In corrispondenza di ognuno di essi sono impiantati due trasformatori monofasi, montati su palo nei tratti all'esterno, ed in una nicchia prossima al segnale nei tratti in galleria. Essi hanno il secondario a 150 volt, la loro potenza è di 2 kva. I trasformatori di ciascun posto sono derivati dalla linea esterna su fasi diverse e l'impianto di blocco può funzionare tanto con corrente monofase quanto con corrente trifase.

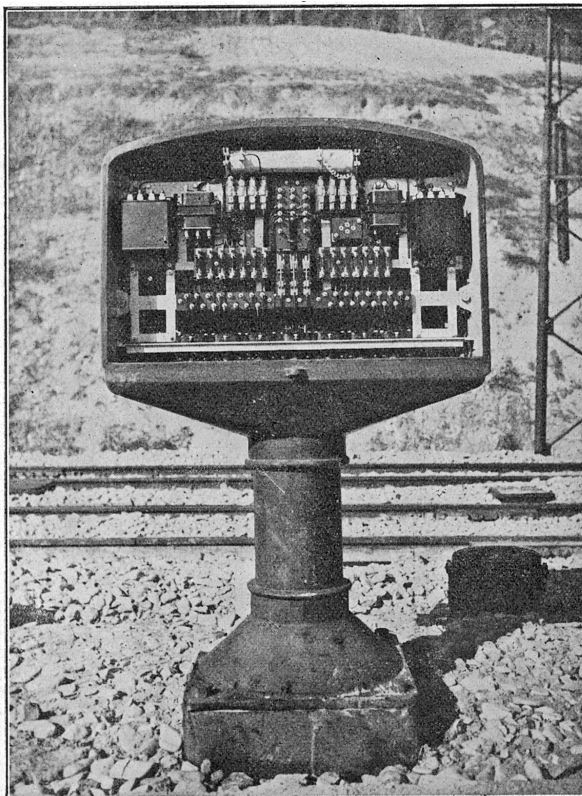


Fig. 17. — Armadio del relais del blocco all'aperto.

Con tali dispositivi, data la lunghezza assegnata alle sezioni di blocco e la possibilità di far partire un treno da una stazione solo quando quello che lo precede ha liberato la sezione di blocco a valle della stazione medesima, si ha che due treni nel medesimo senso possono susseguirsi con tutta sicurezza ad un intervallo corrispondente al tempo necessario per coprire i 5 Km. fra le sezioni di blocco e cioè a pochi minuti l'uno dall'altro.

Per l'impianto del blocco automatico lungo il tronco di nuova costruzione Bologna-Prato si è sostenuta la spesa di circa L. 2.750.000, pari a L. 34.400 per ogni Km. di doppio binario.

*La linea di alimentazione del blocco, degli apparati centrali, ecc.*

All'alimentazione degli impianti di blocco, degli apparati centrali, d'illuminazione, ecc., provvede una linea trifase che segue il tracciato della Direttissima. Detta linea è



aerea, a 11000 volt formata da 3 conduttori in corda di bronzo fosforoso della sezione di 35 mmq. e di un filo di guardia in ferro zincato del diametro di 4 mm. Essa è sistemata sui medesimi pali che portano la linea di contatto della trazione elettrica, tranne in corrispondenza delle stazioni e delle gallerie minori dove passa su palificazione indipendente. Nelle gallerie dell'Appennino, Monte Adone e Pian di Setta la linea è situata

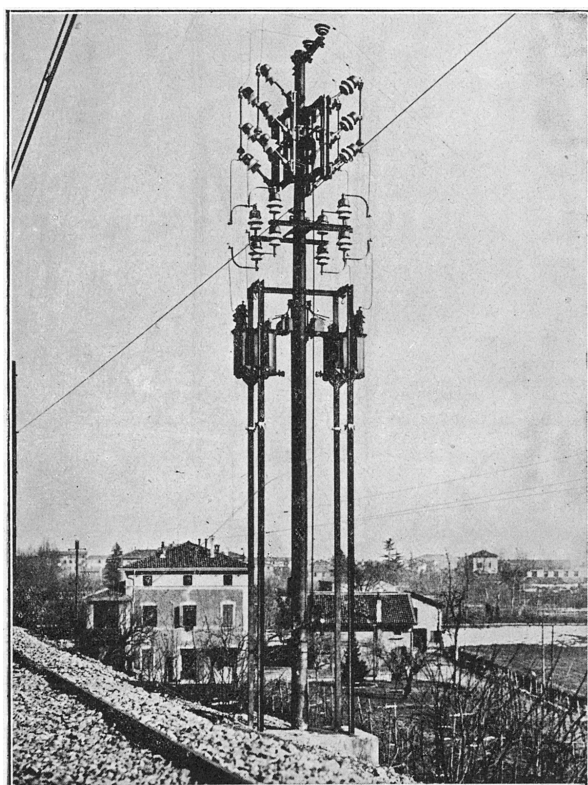


FIG. 18. — Linea di alimentazione del blocco automatico.  
Posto di trasformazione all'aperto.

Nelle stazioni di Pianoro, Monzuno-Vado, Grizzana e Vernio si hanno punti di passaggio dal cavo alla linea aerea o viceversa: in ciascuna di esse è installato un trasformatore con rapporto 11000/5500 Volt, da 180 KVA. In ogni stazione un altro trasformatore da 25 KVA serve ad abbassare a 150 volt la tensione occorrente per il funzionamento degli apparati centrali e per l'illuminazione.

A metà del tratto compreso fra due stazioni successive distanti 10 Km. circa, vi è un posto di sezionamento, montato su una coppia di pali nei tratti all'aperto e sistemato nelle camere minori nelle gallerie, e comprendente un interruttore tripolare in olio comandabile dal basso, predisposto anche per il comando elettrico a distanza, e due sepa-

in cavo, ed è costituita da tre conduttori della sezione di 35 mmq., alla tensione di 5,5 kv. Tale cavo è protetto con due tubi di piombo separati da uno strato di gomma; e dei quali quello esterno presenta delle interruzioni ad ogni 50 metri per ostacolare il passaggio delle correnti vaganti dovute alla corrente di ritorno circolante nelle rotaie. Il cavo è posato lungo uno dei piedritti a circa m. 2,60 dal piano del ferro, su di una tavola di cemento che porta pure il cavo telegrafico, e sorretta da mensole in cemento armato. In corrispondenza di ciascun posto di trasformazione sono installati due trasformatori da 2 kva col secondario a 150 v.

ratori tripolari, situati uno prima e l'altro dopo l'interruttore, in modo che questo possa venire completamente isolato per le operazioni di manutenzione.

La linea in parola è alimentata dalle sottostazioni di S. Viola, Vaiano e Rifredi.

Il costo di essa è asceso a L. 2.700.000 circa.

### Gli apparati centrali di manovra.

La manovra dei deviatori e dei segnali delle stazioni è fatta mediante apparati centrali elettrici.

Il banco delle leve è situato in apposita cabina posta dinanzi al Fabbricato Viaggiatori nelle stazioni intermedie, mentre a Prato vi sono due cabine sopraelevate di m. 7 rispetto al piano della ferrovia.

Le leve dei segnali e dei deviatori sono collegate fra loro sia elettricamente sia meccanicamente, in modo che non è possibile manovrare alcune di esse quando le altre si trovino in determinate posizioni.

Inoltre le leve dei deviatori non possono essere manovrate se determinati circuiti di binario interessanti i relativi deviatori sono occupati da veicoli; del pari quelle dei segnali non possono essere manovrate se non è stato predisposto l'istradamento, manovrando i deviatori interessati.

Nella stazione di Prato la manovra delle

leve è subordinata alla concessione di apposito « consenso » da parte del dirigente il movimento, mediante un banco di leve installato nel suo ufficio nel fabbricato viaggiatori.

In ogni cabina di manovra sopra il banco delle leve è installato un quadro riprodu-



FIG. 19. — Cabina sopraelevata per apparati centrali nella stazione di Prato.

cente il piano dello scalo con l'indicazione dei segnali, la posizione dei quali è ripetuta mediante lampadine verdi o rosse che indicano se il segnale è a via libera od impedita. Nella stazione di Prato sono ripetuti luminosamente anche i consensi del dirigente; nella stazione delle precedenza viene anche ripetuto lo stato di occupazione dei circuiti del binario, nel senso che questi sul quadro sono illuminati soltanto se liberi da veicoli. I segnali sono illuminati a mezzo di due lampadine, di cui una è di riserva, e si accende automaticamente solo in

caso di rottura dell'altra. L'illuminazione dei segnali è controllata su apposito quadro installato nella cabina di manovra; la rottura di una lampada è segnalata da un avvertimento acustico ed uno ottico.

I circuiti di comando dei deviatori e dei segnali sono alimentati da corrente continua, mentre i circuiti di binario sono alimentati da corrente alternata fornita dalla linea del blocco. In caso di mancanza di corrente, è possibile escludere l'azione dei circuiti di binario sulle leve in cabina, e manovrare ugualmente deviatori e segnali, mantenendo pure illu-

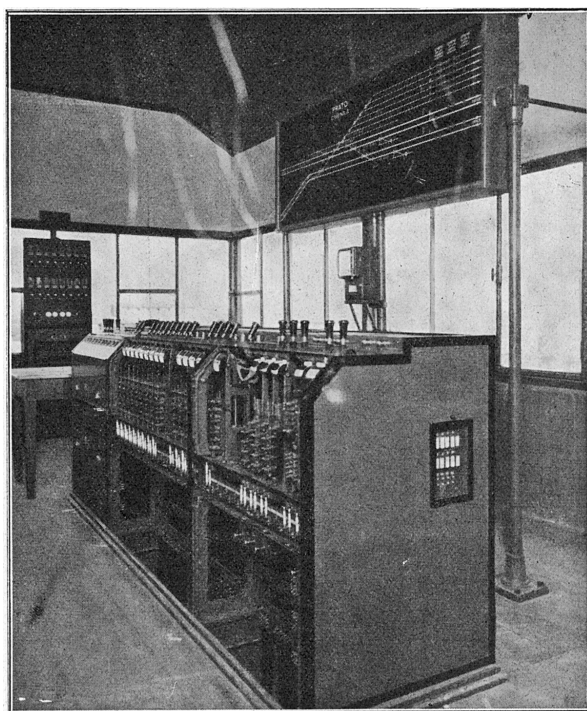


FIG. 20. — Cabina apparati centrali di Prato.

minati gli ultimi, a mezzo di corrente continua fornita da batterie di accumulatori, mantenuti carichi mediante raddrizzatori alimentati dalla linea del blocco.

Il costo completo dell'impianto degli apparati centrali elettrici in tutte le stazioni del tronco Bologna-Prato della Direttissima è risultato di circa L. 10 milioni.

### Impianti d'illuminazione.

Nelle stazioni minori la illuminazione dei piazzali è ottenuta col sistema detto « a inondazione di luce ». Questa viene prodotta da due o tre proiettori situati su pali tubolari di acciaio alti m. 20, portanti in sommità un terrazzino di m. 2x2 sul quale sono installati uno o più proiettori.

Tutti i fabbricati di stazione sono illuminati elettricamente, con quadro di comando situato nel locale del dirigente il movimento.

L'illuminazione del piazzale della stazione di Prato è eseguita mediante 8 pali portafaro recanti da 2 a 6 proiettori ciascuno. L'energia proviene dalla linea del blocco o da quella esterna della Società Valdarno.

L'illuminazione dei fabbricati, delle pensiline, dei sottopassaggi, ecc., viene effettuata in deviazione mediante un quadro di manovra ubicato nel locale del dirigente.

Nelle tre gallerie principali della linea sono illuminate le nicchie in cui si trovano installati i telefoni e le camere di rifugio e ricovero.

La stazione delle precedenza è illuminata nella zona centrale degli incroci (m. 153.96), inclusi i locali della stazione, e nei tratti di gallerie, sia principale che di ricovero, compresi fra gli scambi estremi.

La spesa per gli impianti di illuminazione è ascisa a L. 1.950.000 così ripartita:

a) per le sette stazioni minori . . . . .	L. 350.000
b) » la stazione di Prato . . . . .	» 600.000
c) » le tre gallerie maggiori . . . . .	» 1.000.000

#### Impianti telegrafonici.

Lungo la Direttissima è posato un cavo telegrafonico di 28 coppie di conduttori, costituito da un nucleo centrale di 6 bicoppie di conduttori di rame da mm. 13/10 isolati con carta ed aria secca, fasciato con nastri di carta e tela e protetto da un tubo di piombo. Questo è a sua volta fasciato e porta 16 coppie di conduttori di rame del diametro di mm. 15/10 isolati in carta. Il tutto è poi fasciato in carta e tela, impregnata in miscela isolante ed è rivestito da un secondo tubo di piombo ricoperto da strati di gomma ed infine da un terzo tubo pure di piombo spalmato di miscela isolante e rivestito con strati alternati di carta, miscela e juta. Il cavo ha il diametro esterno di mm. 57 ed il peso di circa Kg. 10 per ml.

Per preservare il cavo dalle corrosioni dovute alla corrente di ritorno della trazione, il terzo tubo di piombo presenta delle interruzioni ad ogni 50 m.

Nei tratti all'aperto il cavo è interrato lungo una delle banchine entro canalette di legno iniettato riempite di miscela isolante; nelle gallerie esso è appoggiato sulla medesima tavola in cemento armato che sostiene il cavo di alimentazione del blocco.

In corrispondenza di ogni segnale di blocco o di protezione è installato un telefono selettivo stagno, atto soltanto ad effettuare le chiamate, e contenuto in apposita garetta in cemento armato nei tratti di ferrovia allo scoperto, e in una nicchia nelle gallerie.

Il costo totale degli impianti telegrafonici è risultato di L. 8.300.000 circa.

#### Cifre riassuntive.

L'opera gigantesca, degna del genio italico e del risveglio meraviglioso di energie manifestatosi nel nostro Paese per opera del Fascismo, è ormai compiuta. Essa dimostra al mondo quanto valga, nel compiere le più ardue imprese, lo spirito di sacrificio e di abnegazione delle masse e soprattutto la concorde collaborazione fra dirigenti e maestranze, mediante la quale soltanto è possibile raggiungere i più nobili intenti.



Invero la Direttissima, per la falange dei 98 Caduti sul lavoro, per la colossale mole delle sue opere e per l'ingente onere richiesto allo Stato per la sua costruzione, costituisce un monumento imperituro che sta a testimoniare l'attività febbrile di questo radioso periodo storico.

Citiamo alcune cifre:

Per la nuova arteria e per la linea di circonvallazione di Bologna sono stati eseguiti: mc. 6.450.000 di rilevati; mc. 5 milioni di scavi, dei quali mc. 2.865.000 per gallerie; mc. 1.800.000 di murature, di cui mc. 864.000 per rivestimenti dei trentuno sotterranei; otto nuovi piazzali di Stazione della superficie complessiva di mq. 417.000. Inoltre lungo la ferrovia e nelle stazioni sono stati costruiti 9 fabbricati alloggi per 4 famiglie ciascuno, 46 case cantoniere doppie; per un volume totale, vuoto per pieno, di mc. 309 mila; nelle stazioni sono state messe in opera tonn. 1400 di ferro per pensiline.

Per l'alimentazione elettrica delle installazioni meccaniche nei vari cantieri di lavoro, e particolarmente in quelli di Lagaro (imbocco Nord), Cà Landino (pozzi inclinati abbinati) e Vernio (imbocco Sud) della grande galleria dell'Appennino, e per l'illuminazione dei cantieri stessi, la Società Elettrica del Valdarno ha fornito fino al 31 agosto del 1933 Kwh. 101.340.000 di energia.

Nei lavori della grande galleria sono stati sollevati attraverso i pozzi mc. 21.524.000 di acqua, pari a mc. 15.300 al giorno, con un consumo complessivo di Kwh. 25.509.500 di energia.

Per i lavori di armamento della linea e sue dipendenze sono state messe in opera T. 36.000 di ferro, per linee elettriche T. 1000 di rame e T. 330 di conduttori in acciaio ed alluminio.

Tanta mole di lavori eseguiti per la nuova linea ha concorso ad alleviare per oltre un ventennio considerevolmente la disoccupazione in tutta la Penisola. Ben 16.936.000 giornate operaie sono state impiegate nei lavori della Direttissima, delle quali 5.628.000 sono occorse per la costruzione della grande galleria dell'Appennino.

Di fronte a sì rilevante contingente di mano d'opera, l'onere sostenuto dallo Stato per la costruzione della nuova arteria, è asceso complessivamente a L. 1.122.000.000, pari a milioni 13,8 per chilometro di nuova ferrovia, compresa fra il distacco dalla stazione di Bologna (m. 1571,40 dall'asse del fabbricato viaggiatori) ed il raccordo con la Porrettana, dopo la nuova Stazione di Prato (lunghezza ml. 81.322,96).

Il rapporto fra l'anzidetta somma erogata e l'ammontare preventivo delle spese di costruzione della Direttissima, secondo il progetto approvato nel febbraio 1911 dall'On. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, è circa 6,5. Peraltro detto rapporto dev'essere in effetti congruamente diminuito in base alle seguenti considerazioni:

1) Il tracciato previsto dal progetto di massima ha subito nella fase esecutiva molte varianti, specialmente nel tratto compreso fra l'imbocco verso Bologna della galleria dell'Appennino e la stazione di Monzuno-Vado, là dove per evitare di impiantare la nuova linea su una zona nella quale si erano manifestati movimenti franosi nel 1911, all'atto del progetto esecutivo è stata riconosciuta la necessità di portare la linea per oltre 3 chilometri in galleria, in corrispondenza del contrafforte esistente fra il Rio Farnetola ed il Brasimone.

2) La sistemazione dei servizi ferroviari di Bologna in dipendenza dell'innesto della Direttissima non fu affatto considerata nel progetto di massima, nè tanto meno fu allora prevista la costruzione della linea di cintura a doppio binario.



3) Nei lavori relativi alla grande galleria dell'Appennino si sono presentate soggezioni rilevanti impreviste, che hanno apportato un incremento non inferiore al 10 % nella spesa preventivata.

4) La massicciata e l'armamento erano stati preventivati per Km. 79.464 di nuova linea, mentre in atto sono stati messi in opera Km. 160 di binario tipo F. S. P. 50,6, Km. 40 di binario tipo F. S. P. 46,3, Km. 40.300 di binario tipo R. A. 36/S, nonché 430 deviatoli, nelle Stazioni. Inoltre la massicciata di armamento è risultata di volume più che doppio di quello preventivato, e ciò in relazione alle nuove sagome adottate per le nuove linee ferroviarie da esercitare ad alta velocità.

5) Lungo la Direttissima era stata prevista una linea telegrafica, anziché una linea telegrafonica, costruita secondo i più moderni criteri.

6) Per gli impianti idrici in progetto erano state fatte previsioni troppo superficiali in merito alla spesa da sostenere, sia pure per eseguire soltanto impianti nelle case cantoniere e nelle stazioni. Comunque (come innanzi si è esposto) in atto sono state eseguite costose opere di captazione delle acque e, data la forte disponibilità, si è provveduto a fornirne anche i Comuni di Prato e di Bologna.

7) Nulla era stato preventivato in progetto per l'illuminazione delle stazioni, la elettrificazione, il blocco automatico, gli apparati centrali, ecc., spese queste che hanno elevato di L. 76.400.000 il costo della nuova linea.

In dipendenza della elettrificazione della Direttissima è stato poi necessario evitare assolutamente stillicidi nell'interno delle gallerie; pertanto sono state eseguite notevoli opere di impermeabilizzazione, le quali hanno apportato un non lieve aumento nelle spese sostenute per l'impianto della sede ferroviaria.

A tutte le anzidette considerazioni deve aggiungersi l'aumento verificatosi nel dopo guerra nei prezzi della mano d'opera e dei materiali, in dipendenza delle provvidenze relative all'assicurazione, ai turni di riposo, ecc., degli operai.

Per tutto quanto precede la spesa di L. 1.122.000.000 sostenuta per la costruzione della nuova arteria può ritenersi effettivamente all'incirca quintupla di quella preventivata nel 1911, e quindi, malgrado le notevoli difficoltà incontrate nella esecuzione dei lavori, il risultato economico conseguito, mercè la organizzazione tecnica dell'Ufficio preposto alla costruzione della nuova linea, è stato più che soddisfacente, dato che tale aumento corrisponde quasi al coefficiente di svalutazione della moneta relativo al periodo 1920-1928, in cui i lavori di costruzione della Direttissima hanno assunto il maggiore sviluppo.

---

#### Le leggi di similitudine.

Nello studio delle questioni tecniche ha assunto, negli ultimi tempi, un'importanza crescente l'indirizzo sperimentale. Nè mancano campi in cui si nega ogni valore pratico ad indagini puramente teoriche quando non siano sussidiate affatto dall'esperienza.

Non sempre, però, si può operare sulle dimensioni reali e diventa perciò necessario agire su modelli per ricavare deduzioni applicabili con sicurezza ai casi pratici in vera grandezza. Donde il bisogno di conoscere ed utilizzare su scala sempre più larga le leggi della similitudine.

Per queste ragioni riteniamo opportuno di segnalare il volume di circa 200 pagine di D. GERMANI: *Su la struttura delle formule e la sintesi delle leggi di similitudine in Fisica. Considerazioni su le grandezze e le loro unità*, pubblicato recentemente a Bucarest. Dopo aver richiamato le generalità sulla teoria della similitudine, l'Autore espone le applicazioni di questa teoria in idro- e aerodinamica e in resistenza dei materiali. La seconda parte dell'opera è consacrata allo studio delle grandezze e delle loro unità.