



L'evoluzione tecnologica e organizzativa della circolazione ferroviaria in Italia

Technological and organizational evolution of railway traffic in Italy

Veronica CERQUARELLI^(*)
 Valerio GIOVINE^(**)
 Alessandro VIGLIETTI^(***)

Sommario - Le crescenti esigenze di regolarità e di produttività del sistema ferroviario hanno indotto all'utilizzo di nuove tecnologie per il telecomando e l'automatismo degli impianti, ottenendo una semplificazione dell'organizzazione relativa alla regolazione e alla gestione della circolazione. Prendendo come esempio la linea Bologna-Verona si ripercorre l'evoluzione tecnico-organizzativa della circolazione analizzando i principali aspetti che hanno contribuito a determinarne l'attuale assetto. Un breve accenno è posto infine ai possibili sviluppi futuri delle stazioni nell'ambito della nuova visione di integrazione modale.

1. La linea Bologna-Verona: un po' di storia

Il progetto della linea ferroviaria Bologna-Verona, definito nel 1875 e compreso nella L.29.7.1879 (Legge Baccarini), fu elaborato per rispondere all'esigenza di un collegamento diretto tra le città di Bologna e Verona che sostituisse quello passante per Mantova e Modena (Fig. 1).

La realizzazione della linea, di 114 km di lunghezza, venne avviata nel 1887 dalla Società Italiana per le Strade Ferrate Meridionali (SFM) e completata nel 1924 dalle Ferrovie dello Stato (FS), che avevano preso la gestione dell'intera rete italiana nel 1905 [3]. Parallelamente si svilupparono dei collegamenti secondari che si diramavano dalle varie stazioni dell'asse principale e permettevano ai viaggiatori di raggiungere centri abitati minori.

Nascevano le linee [3]:

- 1877: Dossobuono-Legnago (SFM);
- 1886: Mantova-Monselice (SFM);
- 1884: Cavezzo-San Felice sul Panaro-Finale Emilia (SEFTA);

Summary - The increasing demands of regularity and productivity of the railway system have induced to the use of new technologies for the remote control and the automatism of the apparatus in the stations, obtaining a simplification of the organization related to the regulation and management of circulation. Taking the Bologna-Verona line as an example, we review the technical-organizational evolution of circulation, analyzing the main aspects that have contributed to determining its current set-up.

A brief mention is finally placed on possible future developments of the stations under the new vision of modal integration.

1. The Bologna - Verona line: a bit of history

The project of the Bologna-Verona railway line, defined in 1875 and included in L.29.7.1879 (Baccarini Law), was developed to meet the need for a direct link between the cities of Bologna and Verona that replaced the one passing through Mantua and Modena (Fig. 1).

The construction of the 114 km long line was started in 1887 by the Italian Company for the Ferrovie Meridionali (SFM) and completed in 1924 by the Ferrovie dello Stato (FS), which had taken over the management of the whole Italian network in 1905 [3]. At the same time secondary connections developed from the various stations on the main axis and allowed travelers to reach smaller towns.

These lines were built [3]:

- 1877: Dossobuono-Legnago (SFM);
- 1886: Mantua-Monselice (SFM);
- 1884: Cavezzo-San Felice sul Panaro-Finale Emilia (SEFTA);

^(*) Direzione Circolazione RFI S.p.A.

^(**) Direttore Produzione RFI S.p.A.

^(***) Dirigente RFI S.p.A. a.r.

^(*) Traffic Directorate RFI S.p.A.

^(**) Production Director RFI S.p.A.

^(***) Manager RFI S.p.A. a.r.



Tratta Line	km	Inaugurazione Inauguration
Verona P.N. – Bivio Santa Lucia	3,49	08/04/1851
Bivio Santa Lucia – Isola della Scala	17,28	01/01/1924
Isola della Scala – Nogara	11,13	31/05/1914
Nogara – Ostiglia	12,55	01/10/1912
Ostiglia – Revere	2,30	26/11/1911
Revere – Poggio Rusco	13,26	23/07/1909
Poggio Rusco – San Felice sul Panaro	16,93	20/01/1902
San Felice sul Panaro – Crevalcore	12,92	20/10/1889
Crevalcore – S. Giovanni in Persiceto	8,95	09/06/1888
S. Giovanni in Persiceto – Bologna	20,63	07/04/1887

Fig. 1 - La realizzazione della linea Bologna-Verona.

Fig. 1 - The construction of the Bologna-Verona line.

- 1888: Suzzara-Ferrara (FSF);
- 1911: San Giovanni in Persiceto-Ferrara (SEFTA);
- 1916: Modena-Decima (SEFTA).

Lo sviluppo di tale rete, oltre a costituire il tratto di unione per il neo Regno d'Italia, permetteva spostamenti locali attraverso i collegamenti capillari tra centri abitati. Tutte le stazioni dell'asse principale diventarono nel tempo località di attestazione e origine di treni da e per le linee secondarie. L'unica stazione priva di linee diramate era Mirandola, che peraltro distava 8 km dal centro abitato (Figg. 2 e 3).

Questa configurazione della rete, per le tecnologie esistenti a quell'epoca, richiedeva un certo tipo di struttura delle stazioni. L'assenza di sistemi tecnologici per l'accertamento automatico della completezza dei treni e la presenza di piazzali di stazione con un numero considerevole di binari non centralizzati, quindi privi di collegamenti di sicurezza con gli apparati di stazione del tempo, comportavano la necessità di avere degli operatori preposti al controllo della situazione di piazzale, i quali, tra le varie attività, dovevano anche accertare la coda dei treni. Per rendere più veloci tali controlli si realizzarono le cabine, strutture sopraelevate con ampie vetrate, da cui agenti preposti tenevano sotto controllo il piazzale e accertavano la completezza dei treni. Le cabine si crearono infatti nelle stazioni sede di attestazione di treni provenienti dalle linee afferenti alla linea Bologna-Verona, con l'eccezione quindi della stazione di Mirandola.

Un discreto numero di collegamenti secondari apparteneva a ferrovie private: la ferrovia Suzzara-Ferrara (FSF), ora in concessione a Ferrovie Emilia Romagna

- 1888: Suzzara-Ferrara (FSF);
- 1911: San Giovanni in Persiceto-Ferrara (SEFTA);
- 1916: Modena-Decima (SEFTA).

The development of this network, as well as constituting the tract of union for the new Kingdom of Italy, allowed local movements through the capillary connections between inhabited centers. All the stations on the main axis became places of origin and destination of trains to and from the secondary lines. The only station without branches was Mirandola, which, however, was 8 km from the town (Figs. 2 and 3).

This network configuration, for existing technologies at that time, required a certain type of station structure. The absence of technological systems for the automatic assessment of the completeness of the trains and the presence of station squares with a considerable number of non-centralized tracks, therefore without security connections with the station equipment of that epoch, meant the need to have operators in charge of controlling the apron situation, which, among the various activities, also had to ascertain the tail of the train.

To make these checks faster, the boxes were built, overhead structures with large windows, from which agents could keep the apron under control and they could ascertain the completeness of the trains. The boxes were created in fact in the stations center of destination of trains coming from the lines related to the way Bologna-Verona, with the exception therefore of the station of Mirandola.

A fair number of secondary connections belonged to private railways: the Suzzara-Ferrara (FSF) railway, now under concession to Ferrovie Emilia Romagna (FER), as well



Fig. 2 - La tratta Nogara-Bologna, 1912.
Fig. 2 - The Nogara-Bologna line, 1912.

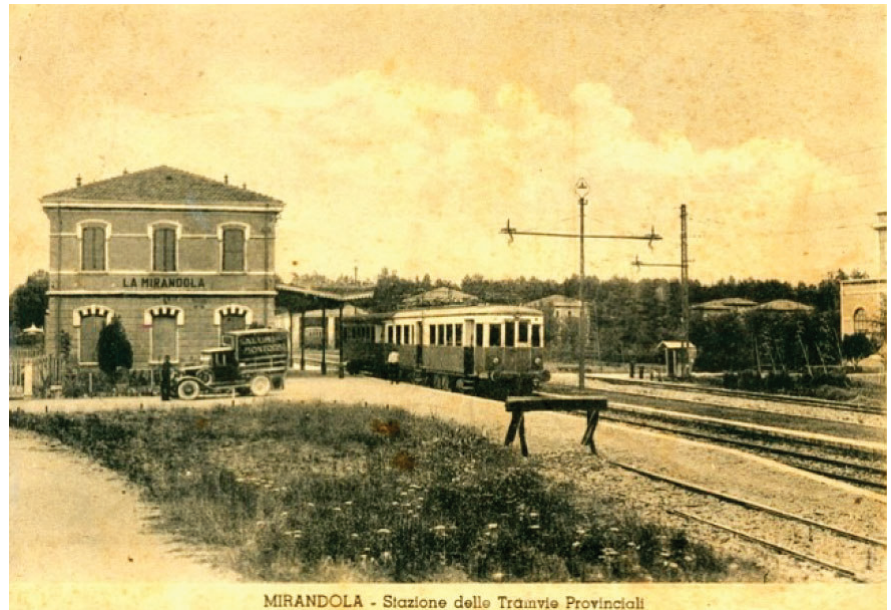


Fig. 3 - La stazione della Mirandola, 1934.
Fig.3 - The Mirandola station, 1934.

(FER), nonché le linee di proprietà della Società Emilia-
na Ferrovie Tranvie Automobili (SEFTA) [9].

È importante sottolineare che già in quell'epoca, at-
tato nelle stazioni delle linee delle Ferrovie dello Stato,
ma soprattutto in quelle delle linee private, era presente
un servizio integrato di trasporto che ben si sposa con l'o-
dierna visione di intermodalità del Gruppo FS. La Società SEFTA infatti
integrava il servizio ferroviario con quello tramviario e automobilistico
(Fig. 4).

A partire dal 1970, con il boom
automobilistico, le ferrovie private
cessarono il loro esercizio.

Agli inizi degli anni '80 anche nel-
le Ferrovie dello Stato veniva rilevata
la bassa economicità delle linee se-
condarie, definite per tale ragione
"rami secchi" [1], e si avviarono piani
di chiusura e dismissione, in partico-
lare sulle tratte dove erano necessari
grandi interventi di manutenzione
straordinaria, determinata ad esem-
pio da dissesti idrogeologici o dete-
rioramento di opere d'arte. Tuttavia il
mantenimento di una parte di queste
linee è stato possibile con la riduzio-
ne del personale connessa allo svilu-
po della tecnologia, mediante l'ado-
zione nelle stazioni di apparati cen-
trali elettrici ad itinerari di tipo 0-19

as the lines owned by the Società Emiliana Ferrovie Tran-
vie Automobili (SEFTA) [9].

It is important to stress that already at that time, locat-
ed in the stations of the Ferrovie dello Stato lines, but espe-
cially in those of the private lines, there was an integrated
transport service that fits well with today's vision of inter-

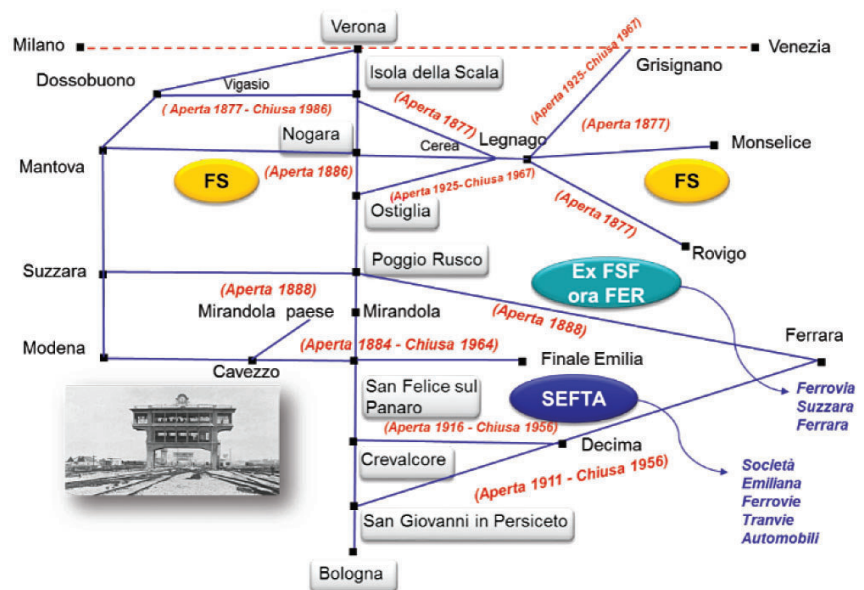


Fig. 4 - La linea Bologna-Verona e le linee afferenti (fine Ottocento - inizi
Novecento).

Fig. 4 - The Bologna-Verona line and the afferent lines (late nineteenth century -
early twentieth century).

(ACEI semplificati) e del blocco elettrico conta-assi (Bca) e l'attivazione del sistema di Controllo del Traffico Centralizzato (CTC). Inoltre, per ottimizzare i processi industriali del trasporto, veniva impostato su queste linee il cosiddetto orario cadenzato [2]. Attualmente molte linee secondarie non sono più utilizzate per il servizio commerciale, tuttavia è in corso il loro recupero e la loro valorizzazione attraverso la circolazione dei treni storici curata dalla Fondazione FS.

2. La stazione ieri

La sintesi storica appena illustrata permette di comprendere la complessa organizzazione delle stazioni del Novecento, che richiedeva diverse figure con ruoli distinti per la gestione della circolazione dei treni e delle manovre e delle attività di piazzale a esse connesse. In una stazione operavano i seguenti agenti:

- il Capostazione, più propriamente Dirigente Movimento (DM) e ora Regolatore della Circolazione (RdC), responsabile della stazione con il compito di dirigere la circolazione dei treni e delle manovre nell'impianto;
- il Deviatore, in cabina o a terra a seconda se le operazioni venivano effettuate in cabina o sul piazzale per la presenza di scambi a mano, che su ordine del Capostazione predisponesse gli itinerari e gli istradamenti;
- l'Ausiliario di stazione, coadiutore del Capostazione per le attività di piazzale, che eseguiva i necessari accertamenti sul piazzale, quali la verifica della coda dei treni, del controllo di eventuali passaggi a livello di stazione o delle passerelle a raso;
- la squadra di manovra composta da un Carrellista, ossia il conduttore del mezzo di trazione, e da uno o più Manovratori per le attività di aggancio e sgancio dei veicoli ferroviari (Figg. 5 e 6).

Tale organizzazione era tipica delle medie e grandi stazioni, nelle piccole stazioni per garantire il movimento dei treni era previsto solo il Capostazione, coadiuvato da Deviatori incaricati della manovra degli scambi sulla base delle sue indicazioni e sotto la sua responsabilità.

Oltre la funzione di movimento la stazione aveva anche una funzione "commerciale" di vendita dei biglietti e spedizione delle merci. Oggi, a seguito della separazione tra il gestore dell'infrastruttura (Rete Ferroviaria Italiana in Italia) e l'impresa ferroviaria (Trenitalia, Italo - Nuovo Trasporto Viaggiatori, Tper, ecc.), tale funzione è svolta da ogni singola impresa ferroviaria che utilizza la rete. Per tali attività esisteva la figura del Capo Gestione, che poteva coincidere con il Capostazione se la complessità della stazione non era tale da giustificare la presenza di due figure distinte. Il Capo Gestione coordinava le attività dei seguenti agenti presenti in stazione:

- il Bigliettaio, che si occupava della vendita dei biglietti ai viaggiatori;

modality of the FS Group. The SEFTA company in fact integrated the railway service with the tramway and car service (Fig. 4).

Starting in 1970, with the automotive boom, the private railways stopped their exercise.

At the beginning of the 80s also in the Ferrovie dello Stato the low profitability of the secondary lines was detected and they were defined for this reason "dry branches" [1]. Plans of closing and decommissioning started, in particular on the sections where great maintenance interventions were needed, due for instance to hydrogeological instability or deterioration of works of art.

However, the maintenance of a part of these lines was possible with the decreasing of human resources linked to the development of the technology, through the adoption in the stations of electrical centralized systems for routes of type 0-19 (simplified ACEI) and of the electric axle-block (BCA) and the activation of the Centralized Traffic Control (CTC).

Moreover, to optimize the industrial processes of transport, the so-called basic interval timetable [2] was set on these lines. Currently a lot of secondary lines are not used for the commercial service anymore, nevertheless their recovery and their exploitation it is in progress with the circulation of the historic trains taken care of by the Foundation FS.

2. The station yesterday

The historical synthesis just illustrated makes it possible to understand the complex organization of the twentieth century stations, which required different figures with distinct roles for the management of the movement of trains and the shunting and the activities of the apron connected to them. The following agents operated in a single station:

- *the station master, more properly Station Train Dispatcher and now Regulators of the Circulation (RdC), responsible for the station with the task of directing the circulation of trains and the shunting operations in the plant;*
- *the Switchmen, in the box or on the ground depending on whether the operations were carried out in the cabin or on the station square due to the presence of manual switches, which arranged the routings on the order of the station master;*
- *the Station Auxiliary, assistant of the station master for the yard activities, who carried out the necessary checks on the apron, such as the verification of the completeness of the trains, the control of any station level passages or the level crossings;*
- *the shunting crew composed of an Engineer, in charge of moving the locomotive, and one or more Shunters for hooking and unhooking the railway vehicles (Figs. 5 and 6).*



Fig. 5 - Totò nel ruolo di capostazione in "Destinazione Piovarelo" (1955).

Fig. 5 - Totò in the role of station-master in "Destination Piovarelo" (1955).

- l'Assistente alle spedizioni piccole partite, per la spedizione di bagagli, colli celeri (animali e materiale deperibile) e resa accelerata;
- il Veicolista, detto anche "guardamerci", ossia l'Assistente che controllava la composizione dei treni, spuntando i carri e eseguendone la tassazione (Figg. 7 e 8).

Inoltre i numerosi passaggi a livello (PL) lungo le linee rendevano necessaria la figura del Guardiano che

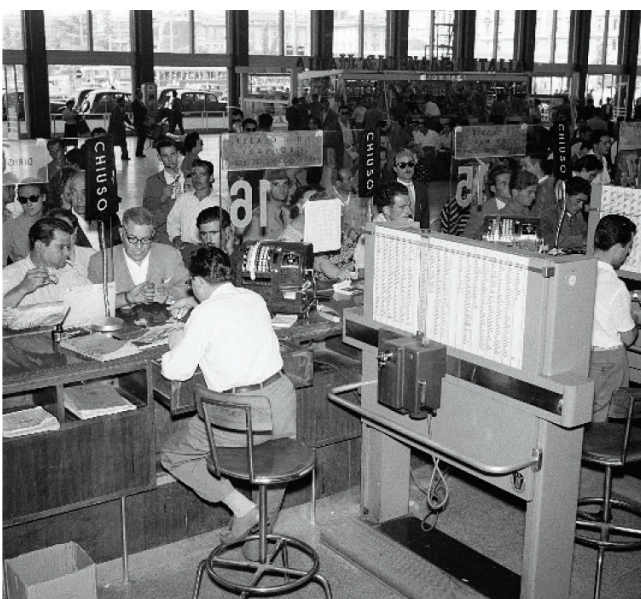


Fig. 7 - Biglietteria Roma Termini, anni '70.
Fig. 7 - Train Ticket Office Rome Termini, years '70.



Fig. 6 - Deviatore su scambio a mano.
Fig. 6 - The Switchmen on manual switches.

This organization was typical of medium and large stations, in small stations to ensure the movement of trains only the station master was provided, assisted by switchmen in charge to operate on the switches under his responsibility.

Beyond the movement function, the station also had a "commercial" function of ticket sales and shipping of goods. Today, after the separation between the infrastructure manager (Italian Railway Network in Italy) and the railway company (Trenitalia, Italo - Nuovo Trasporto Viaggiatori, Tper, etc.), this function is performed by every single railway company that uses the net. For these activities there was the figure of the Station Superintendent, which could coincide with the station master if the complexity of the station was not such as to justify the presence of two distinct figures.



Fig. 8 - Guardiano di PL.
Fig. 8 - Level Crossing Guardian.

aveva il compito di chiudere i cancelli o le barriere al passaggio del treno sulla base all'orario (chiusura ad orario) o in base allo scambio di fonogrammi o consensi elettrici con le stazioni limitrofe (chiusura sull'effettiva marcia del treno)⁽¹⁾.

Per rendere appieno l'idea dell'allora complessa organizzazione delle stazioni e delle linee ad esse afferenti si riporta il confronto tra passato e presente, in termini di risorse impiegate, relativa alla linea Bologna-Verona. Nel 1997 su tale linea operavano circa 720 persone nelle 17 stazioni esistenti. Considerando che fino alla seconda metà degli anni '80 erano ancora presenti circa 15 posti di guardia dei passaggi a livello di linea, a queste andavano aggiunte altre 80 persone circa per un totale di circa 800 agenti. Andando ancora indietro nel tempo, all'inizio degli anni '80, erano presenti anche 5 stazioni atte solamente agli incroci dei treni e non al servizio viaggiatori, gli attuali Posti di Movimento, familiarmente chiamate "raddoppi" (San Giacomo del Martignone, Amola, Tramuschio, Tartaro, Caselle) e un posto di passaggio dal doppio al semplice binario alle porte di Verona (Golosine) che richiedevano l'impegno di ulteriori 30 persone circa. Complessivamente fino agli anni '70 operavano quindi lungo la linea e nelle stazioni quasi un migliaio di persone (Fig. 9).

L'evoluzione tecnologica ha consentito di snellire nel tempo l'operatività per la gestione della circolazione, limitando sempre di più gli interventi degli operatori fino ai soli casi di degrado dei sistemi di supporto. La sostituzione delle azioni svolte dagli operatori con degli automatismi dei sistemi ha reso la regolazione della circolazione meno dipendente dall'intervento umano e quindi ha ridotto anche le probabilità di inconvenienti di esercizio legati al fattore umano. Ad esempio, il distanziamento dei treni regolato da sistemi di blocco automatico non richiede più l'accertamento visivo della completezza dei treni e inoltre, riducendo i tempi dell'operazione, consente di aumentare la potenzialità della linea e di diminuire i possibili errori umani.

Oggi tutti gli apparati delle stazioni e i sistemi di distanziamento in linea sono gestiti a distanza dai posti centrali di Bologna e Verona. L'unica stazione della linea rimasta presenziata con DM è Poggio Rusco, con 3 persone in turno rotativo non continuativo, che operano solo in particolari momenti della giornata per consentire l'ingresso verso gli impianti raccordati.

L'evoluzione tecnologica che ha permesso tali cambiamenti organizzativi ha interessato i regimi di circolazione, ossia le tecniche di distanziamento dei treni, gli apparati di stazione per il comando degli enti di piazzale, i sistemi di esercizio, ossia le modalità di gestione della cir-

The Station Superintendent coordinated the activities of the following operators present at the station:

- *the Ticket Officer, which dealt with the sale of tickets to travelers;*
- *the Assistant for small consignments, for the shipment of baggage, fast parcels (animals and perishable material) and fast goods service;*
- *the Guard, also called "guardamerci", the Assistant who controlled the composition of the trains, check off the list of the wagons and performing the taxation (Figs. 7 and 8).*

Moreover, the numerous level crossings (PL) along the lines made it necessary the figure of the Guardian who had the task of closing the gates or barriers to the passage of the train on the basis of the time (closing time) or based on the exchange of phonograms or electrical approval with the neighboring stations (closing on the actual train running)⁽¹⁾.

To fully illustrate the idea of the complex organization of the stations and the lines related to them, we display the comparison between past and present, in terms of resources used, relates to the Bologna - Verona line presented in the previous paragraph.

In 1997, about 720 people worked on this line in the 17 existing stations. Considering that until the second half of the 80s there were still around 15 guardians at the level crossings, about 80 people were added for a total of about 800 agents.

Going back in time, at the beginning of the 80s, there were also 5 stations designed for the precedences of trains and not for the passenger service, the current "Passing Point", called "doubles" (San Giacomo del Martignone, Amola, Tramuschio), Tartaro, Caselle) and a place of passage from the double to the simple track at the gates of Verona (Golosine) that required the commitment of an additional 30 people. Altogether nearly a thousand people were operating along the line and in the stations till the 70s (Fig. 9).

Technological evolution has made it possible to streamline operations for traffic management over time, increasingly limiting operators' interventions to the only cases of deterioration of support systems.

The substitution of the actions carried out by the operators with the automation of the systems has made the regulation of the circulation less dependent on human intervention and therefore has also reduced the probability of operating disadvantages related to the human error.

For example, the spacing of the trains regulated by automatic blocking systems no longer requires the visual verification of the completeness of the trains and moreover, re-

⁽¹⁾ Il Guardiano era un ruolo della Struttura di manutenzione del binario (Servizio Lavori e Costruzioni) fino al 1981.

⁽¹⁾ The Guardian was a role belonged to the Maintenance process (Maintenance and Costructions Service) till 1981.

TRAZIONE ELETTRICA A CORRENTE CONTINUA
VERONA-POGGIO RUSCO (BOLOGNA) (Esercizio con Dirigente Centrale Bologna)

TRAZIONE ELETTRICA A CORRENTE CONTINUA
(VERONA) POGGIO RUSCO-BOLOGNA (Esercizio con Dirigente Centrale)

Fig. 9 - Fascicolo Orario linea Bologna-Verona, 1942 [4].
Fig. 9 - Timetable for Bologna-Verona, 1942 [4].

colazione, con lo sviluppo dei più moderni sistemi di telecomando. Vediamo nel dettaglio i diversi ambiti indicati.

3. L'evoluzione dei regimi di circolazione

Agli albori delle ferrovie, data la scarsità di convogli e le basse velocità di marcia, non esistevano dei veri e propri sistemi di distanziamento e i treni marciavano "a vista". Con l'aumento del traffico e delle velocità, nacque l'esigenza di regolare la circolazione in linea e nelle stazioni e si svilupparono pertanto i distanziamenti "a tempo": il treno successivo veniva fatto partire solo dopo un certo intervallo di tempo rispetto alla partenza del treno precedente. Ciò tuttavia non garantiva elevati livelli di sicurezza della circolazione ferroviaria. Se un treno si fermava accidentalmente in linea, il frenatore del veicolo di coda andava a esporre un segnale di arresto a una distanza convenuta, ma non si aveva comunque la certezza che tale operazione venisse effettuata nel tempo di distanziamento e quindi prima del sopraggiungere del treno successivo. Pertanto il distanziamento "a tempo" fu sostituito con il distanziamento "a spazio": la linea ferroviaria veniva suddivisa in tratte o sezioni di blocco, delimitate

ducing the times of the operation, allows to increase the potentiality of the line and to reduce possible human errors.

Today, all station equipment and spacing systems are remotely managed by the Central Centers of Bologna and Verona. The only station of the line left with DM is Poggio Rusco, with 3 people in non-continuous shifts, who operate only at particular times of the day to allow the entry toward the private sidings.

The technological evolution that allowed these organizational changes involved the circulation regimes, that is the techniques of spacing of the trains, the station apparatus for the control of the apron entities, the systems of exercise, that is the modalities of circulation management, with the development of the most modern remote control systems. We show in detail the different areas.

3. The evolution of circulation regimes

Since the very beginning of the railways era, given the scarcity of trains and the low driving speeds, there were no real systems of spacing and the trains runned "on sight". With the increase in traffic and speed, it was necessary to

da stazioni o da posti presenziati (Posti di Blocco Intermedi), in cui poteva essere presente un solo treno alla volta. Prima di inviare un treno nella tratta occorreva accertarne la libertà.

La prima tecnica adottata per il distanziamento a spazio è stata il regime del bastone pilota, in Italia adottato solo su alcune linee locali e non più utilizzato da tempo. Un bastone opportunamente marcato rappresentava la via libera per la tratta da impegnare e il possesso⁽²⁾ di tale oggetto autorizzava il macchinista a partire. Giunto nella stazione sede di incrocio, il macchinista consegnava al collega del treno incrociante il bastone autorizzandolo a partire. Il regime veniva utilizzato normalmente nelle linee a semplice binario, con traffico scarso e alternato nelle due direzioni.

Successivamente si iniziò a utilizzare un regime di circolazione basato su dispacci di movimento, comunicazioni registrate con cui i Capostazione forniscono e ricevono informazioni, per confermare la libertà della tratta prima dell'invio di un treno. I dispacci venivano trasmessi tramite il telegrafo, sostituito negli anni '30 del Novecento dal telefono. Il regime del blocco telefonico è tuttora utilizzato nelle linee a dirigenza locale gestite con il blocco elettrico, in caso di guasto del sistema⁽³⁾. Sulle linee a semplice binario dove occorreva gestire in sicurezza anche l'incrocio dei treni, vennero adottate semplici procedure basate sulla determinazione a priori delle stazioni sedi di incrocio e sul coinvolgimento del personale dei treni nel controllo degli incroci [11].

Con l'intensificarsi della circolazione i sistemi descritti, basati esclusivamente sull'intervento dell'uomo coadiuvato da supporti elementari, si rivelavano spesso inadeguati. Nacque quindi l'esigenza di fornire al personale di stazione strumenti più avanzati che consentissero di ridurre sia il tempo necessario per la trasmissione e l'esecuzione degli ordini del Capostazione che le operazioni di sicurezza affidate all'uomo.

Nacquero i primi sistemi di distanziamento collegati ai segnali nel 1888 a titolo sperimentale sul tratto Genova Piazza Principe-Genova Brignole e gradualmente dal 1893 vennero introdotti i primi impianti di blocco elettrico, costituiti da apparecchiature di sicurezza che realizzano collegamenti elettromeccanici tra le stazioni e riportano sui segnali estremi della tratta le condizioni di libertà o di occupazione delle sezioni di linea [11]. I dispacci necessari alla regolazione della circolazione veni-

regulate the circulation on the line and in stations and therefore developed the "timed" spacing: the next train started only after a certain time interval with respect to the departure of the previous train.

However, this did not guaranteed high levels of rail traffic safety. If a train accidentally stopped in line, the brakeman of the last vehicle exposed a stop signal at an agreed distance, but there was no certainty that this operation was carried out in the time and therefore before the arrival of the later train.

Consequently the "timed" spacing was replaced by the "space" spacing: the railway line was divided into sections or block sections, bounded by stations or staffed stations (Intermediate Block Posts), in which only one train could be present at a time. Before sending a train on the way it was necessary to ascertain the clearance of the line.

The first methodology adopted was the pilot stick regime. In Italy this method is not used any more. An appropriately marked stick represented the go-ahead for the section to be engaged and the possession⁽²⁾ of this object authorized the train driver to leave.

When the driver arrived at the intersection station, the engineer delivered the stick to the colleague of the other train authorizing him to depart. The regime was normally used in single-track lines, with low and alternating traffic in both directions.

The next movement regime is based on dispatches of movement, recorded communications with which the station managers provide and receive information, to confirm the freedom of the section before sending a train. The dispatches were transmitted via the telegraph, replaced in the 1930s by the telephone. The telephone block scheme is used today in the local management lines controlled with the automatic block signaling, in case of system failure⁽³⁾.

On simple-track lines where it was necessary to safely manage the crossing of trains, simple procedures were adopted based on the a priori determination of the crossing stations and on the involvement of train personnel in the control of crossings [11].

With the intensification of the circulation the systems described, based exclusively on the intervention of the man assisted by elementary supports, proved to be often inadequate. The need therefore arose to provide station staff with more advanced techniques to reduce both the time required for the transmission and execution of station master orders and the security operations entrusted to man.

⁽²⁾ Nel caso di un treno a seguito di un altro nella stessa direzione, il bastone veniva solo mostrato al macchinista.

⁽³⁾ In questo caso i treni sono distanziati solo tra stazioni abilitate in quanto i dispacci sono scambiati esclusivamente tra agenti con funzioni di Dirigente Movimento e pertanto la tratta diventa un'unica sezione in cui può circolare un solo treno. Ciò comporta inevitabilmente una riduzione della potenzialità della linea.

⁽²⁾ In the case of two following trains running in the same direction, the pilot stick was simply displayed to the train driver.

⁽³⁾ In this case the train circulation is permitted only between attended stations, because the spacing with dispatches of movement by telephone can be provided only by Station Train Dispatcher and therefore the train running is established on a single block section for a unique train. This system led to a reduction of the potentiality of the line.

vano così sostituiti con messaggi di tipo elettromeccanico tra Capostazione che operavano non più tramite telefono, ma attraverso strumenti di blocco con i quali si scambiavano consensi elettrici indispensabili per la disposizione a via libera dei segnali. Si tratta del cosiddetto blocco elettrico manuale (BEM) che trova tuttora un residuo impiego in alcune linee. L'introduzione dei sistemi di blocco elettrico per la circolazione in linea, oltre a un aumento della sicurezza, ha reso possibile anche un incremento della potenzialità della linea attraverso il possibile inserimento di posti di blocco intermedi, abilitati da Guardablocco, con il conseguente aumento delle sezioni di blocco e quindi della potenzialità della linea.

Il vero salto di qualità si ebbe con la nascita del blocco elettrico automatico (BA) che rappresenta una delle prime applicazioni di automazione nell'esercizio ferroviario. Mentre con il blocco elettrico manuale la marcia dei treni in linea è condizionata dalla successione delle operazioni svolte dal DM o dal Guardablocco, con il BA tutte le operazioni necessarie alla circolazione dei convogli sono realizzate in automatico senza alcun intervento umano, ivi compresa la verifica della completezza del treno e la conseguente liberazione della sezione di blocco. Inoltre, diversamente dai precedenti regimi di circolazione in cui la sezione di blocco è considerata occupata fino alla conferma di liberazione necessaria per poter inviare un treno (criterio del consenso), con il regime del BA la sezione di blocco è considerata libera e viene occupata dal treno stesso, che con i suoi assi cortocircuita un circuito elettrico formato utilizzando le stesse rotaie (circuito di binario) o aziona un sistema di pedali, determinando in automatico la disposizione a via impedita del segnale posto a protezione della sezione occupata (criterio del giunto).

Ancora oggi il blocco elettrico automatico è il regime di circolazione più usato nelle linee ferroviarie e non richiedendo che la sezione di blocco sia legata a stazioni o posti presenziati rende possibile ridurne l'estesa con aumento della potenzialità della linea.

Nelle ferrovie italiane si sono sviluppati tre tipi di blocco automatico:

- a correnti fisse;
- a correnti codificate;
- conta assi⁽⁴⁾.

Le prime applicazioni di blocco elettrico automatico a correnti fisse (BAcf) sulla rete FS risalgono intorno al 1927 sull'allora nuova "direttissima" Roma-Napoli via Formia, sulla Venezia Mestre-Portogruaro, sulla cintura di Milano. Nel 1934 con l'adozione anche sulla "Direttissima" Bologna-Firenze, il BA raggiungeva un'estensione di circa 400 km, mentre il BEM risultava diffuso su circa

The first signaling systems were born and, in 1888 on the Genoa Piazza Principe-Genova Brignole section, and gradually since 1893, the first electric block systems were introduced, consisting of safety devices that make electro-mechanical connections between the stations and report on extreme trafficking signals the conditions of clearance or occupation of the line sections [11].

The dispatches necessary for the regulation of the circulation were replaced with electromechanical messages between station managers who no longer operated by telephone, but through blocking instruments with which they exchanged electrical consents essential for the go-ahead signals. This is the so-called manual electric block (BEM) which still finds a residual use in some lines.

The introduction of the electrical block systems for the circulation, in addition to an increase in safety, also made possible an increase in the potential of the line through the possibility of insertion of intermediate checkpoints, enabled by Guardablocco, with the consequent increase of the block sections and therefore of the potential of the line.

The real leap in quality was with the birth of the Automatic Electric Block (BA), which is one of the first automation applications in the railway operation. While with the manual electric block the trains in line are conditioned by the succession of the operations carried out by the Station Train Dispatcher or the Block Post Keeper, with the BA all the operations necessary for the circulation of the trainsets are realized in automatic without any human intervention, including the verification of the completeness of the train and the consequent clearance of the block section.

Moreover, unlike previous circulation regimes in which the block section is considered to be occupied until the release confirmation necessary to send a train (consensus criterion), the block section is considered clear with the BA regime and it is occupied by the train itself, that with its axes occupies an electric circuit formed by using the same rails (track circuit) or activates a system of pedals, determining in automatic the signal at danger to protect the section occupied (joint criterion).

Even today the automatic electric block is the circulation regime most used in railway lines. This system does not require a block section linked to stations or places attended, therefore it is possible reduce his extension by increasing the potential of the line.

In Italian railways, three types of automatic block have been developed:

- with fixed currents system;
- with coded currents system;
- axle counter system⁽⁴⁾.

⁽⁴⁾ Nella regolamentazione FS il primo tipo di blocco conta-assi era distinto dal blocco automatico.

⁽⁴⁾ In the FS regulation the first type of axle counter block was different to the one of the automatic block.

3000 km [22]. Nel periodo seguente molte linee vennero gravemente danneggiate a causa del conflitto mondiale e il dopoguerra ereditò una rete in cui il BEM era presente per non più di 1500 km e il BAcf quasi completamente distrutto.

Con la ricostruzione viene introdotto sulle linee Bologna-Prato e Roma-Napoli il nuovo blocco automatico a correnti codificate (BAcc) [11]. Nei regimi di blocco elettrico i circuiti di binario (cdb) sono alimentati in corrente alternata in senso opposto alla direzione dei treni. Nel BAcf la corrente viene fatta circolare nel cdb senza interruzione, mentre nel BAcc viene interrotta più volte al minuto in base ad un codice connesso allo stato di occupazione e alle informazioni da trasmettere. La codifica dei cdb consente di fornire al macchinista una indicazione anticipata dell'aspetto dei segnali, attraverso la ripetizione dei segnali in macchina. Il blocco automatico a correnti codificate nelle sue successive evoluzioni (4 codici, 9 codici) ha offerto la possibilità di un aumento della velocità dei treni e ha trovato grande diffusione sulla quasi totalità delle linee a doppio binario della rete italiana.

Nel 1976 fu attivato a livello sperimentale sulla linea a semplice binario Ravenna-Rimini il blocco elettrico conta-assi (Bca) [11]. Nel Bca, impiegato prevalentemente nelle linee a semplice binario, la rilevazione della presenza del treno viene effettuata mediante dispositivi di conteggio degli assi dei veicoli che compongono il convoglio (pedali meccanici ed elettromagnetici) posti all'inizio e alla fine della sezione di blocco: se il numero degli assi contati in uscita è uguale a quello degli assi contati in ingresso, la sezione è libera, altrimenti deve ritenersi occupata. Il Bca pur presentando vantaggi di semplicità di funzionamento e non essere influenzato da correnti di trazione di ritorno sulla rotaia, rende onerosa la realizzazione di un numero elevato di sezioni di blocco e difficile la ripetizione dei segnali in macchina.

Per superare queste limitazioni è stato recentemente sviluppato il blocco conta assi multisezione (BcaM), che consente di aumentare la densità di traffico sulla linea introducendo le seguenti novità rispetto al Bca tradizionale:

- sezioni di limitata lunghezza (in ogni caso non inferiore a 500 m);
- segnalamento concatenato a 3 aspetti.

In sostanza esistono più posti di blocco intermedi tra le stazioni, le sezioni di blocco sono di lunghezza ridotta e sono protette da un segnale di prima categoria con accoppiato l'avviso del successivo segnale [20]. La prima applicazione di questo regime di circolazione è avvenuta nel 2014 tra Roma Ostiense e Fiumicino Aeroporto.

Il più moderno regime di circolazione in uso sull'infrastruttura ferroviaria nazionale è il blocco radio, installato sulle nuove linee ad alta velocità e alta capacità (AV/AC). È basato su uno standard "interoperabile" europeo, denominato ETCS (European Traffic Control Sys-

The first applications of automatic electric block with fixed currents (BACF) on the FS network date back to 1927 on the new (for that time) "Direttissima" Rome-Naples via Formia, on the Venezia Mestre-Portogruaro, on the node of Milan. In 1934 with the adoption also on the "Direttissima" Bologna-Florence, the BA reached an extension of about 400 km, while the BEM was diffused on about 3000 km [22]. In the following period many lines were severely damaged because of World War II and the post-war era inherited a network in which the BEM was present for no more than 1500 km and the BACF almost completely destroyed.

With the reconstruction is introduced on the lines Bologna-Prato and Rome-Naples the new automatic block with coded currents (BACC) [11]. In the electric block systems, the track circuits (CDB) are powered by alternating current in the opposite direction of the trains.

In the BACF the current is distributed in the CDB without interruption, while the BACC is interrupted several times per minute according to a code connected to the state of employment and the information to be transmitted. The coding of the CDB allows to supply to the machinist an early information on the signals aspect, through the repetition of the signals in the machine. The automatic block with current encoded in its successive evolutions (4 codes, 9 codes) offered the possibility of an increase in the speed of the trains and found great diffusion on almost all the double-track lines of the Italian network.

In 1976 it was activated on an experimental level on the Ravenna-Rimini line, the electrical count-axes (BCA) block [11]. In the BCA, used mainly in the simple track lines, the detection of the presence of the train is carried out by means of the axis counting devices of the vehicles that make up the trainset (mechanical and electromagnetic pedals) placed at the beginning and at the end of the block section: if the number of axes counted in the output is equal to that of the input counted axes, the section is free, otherwise it must be considered occupied.

The BCA, while presenting the advantages of simplicity of operation and not being influenced by currents of traction of return on the rail, makes it expensive to realize a large number of block sections and makes it difficult the repetition of the signals in the machine.

To increase the number of block sections the multi-section axes block (BCAM) has been recently developed; it allows to increase the traffic density on the line by introducing several differences compared to the traditional BCA:

- sections of limited length (in any case not less than 500 m);
- chain three-aspect signalling system.

Essentially there are more intermediate blocks between the stations, the block sections are of reduced length and are protected by a first-class signal with coupled the warning of the next signal [20]. The first application of this circulation regime took place in 2014 between Rome Ostiense and Fiumicino Airport.

stem), che integra le funzioni di segnalamento, controllo e protezione della marcia dei treni. Il sistema, costituito in ambito ERTMS (European Rail Traffic Management System) per sostituire i sistemi storici presenti in Europa agevolando l'interoperabilità ferroviaria, è composto da due sottosistemi, uno di terra (SST) e uno di bordo (SSB). Il primo è costituito da componenti di linea, disposti lungo i binari, e da unità centrali con sistemi elettromeccanici di controllo, telecomandi e centrali operative. Il secondo è invece collocato a bordo treno e ha il compito captare ed elaborare i segnali emessi dal SST e di trasferirli ai sistemi di interfaccia con il treno e il macchinista [21]. Le prime due linee AV/AC attrezzate con ETCS sono state la Roma-Napoli nel 2005 e la Torino-Novara nel 2006. Attualmente sono esercitate con blocco radio le linee Torino-Milano, Milano-Bologna, Bologna-Firenze e Roma-Napoli-Salerno.

Il blocco radio presente in Italia (ETCS livello 2) è caratterizzato dall'assenza di segnali fissi luminosi al lato del binario (segnalamento laterale) e la via libera a ciascun treno, definita "movement authority" (MA), viene progressivamente data via radio da un elaboratore centrale, il "radio block center" (RBC), sulla base delle informazioni ricevute dagli apparati centrali computerizzati dei posti di servizio e dalle sezioni di blocco sulla effettiva posizione dei treni (Fig. 10).

4. L'evoluzione degli apparati di stazione

Parallelamente all'evoluzione dei regimi di circolazione si sono sviluppati apparati di stazione sempre più sofisticati, al fine di soddisfare le crescenti esigenze di traffico con un progressivo passaggio da sistemi manuali a sistemi automatizzati.

Soprattutto negli impianti più grandi, con l'esercizio svolto in base ad accordi telefonici tra i vari posti di piazzale, la gestione della circolazione era piuttosto laboriosa. L'aumento del traffico imponeva tra l'altro la necessità di maggiori garanzie riguardo ai movimenti contemporanei dei convogli. Vennero quindi creati collegamenti di sicurezza tra segnali e scambi per evitare movi-

The most modern circulation regime in use on the national railway infrastructure is the radio block, installed on the new high-speed and high-capacity (AV/AC) lines. It is based on an "interoperable" European standard, called ETCS (European Traffic Control System), which integrates the signalling, control and protection functions of the train running. The system, set up in the ERTMS (European Rail Traffic Management System) to replace the historical systems in Europe by facilitating railway interoperability, consists of two subsystems, one of Earth (SST) and one on board (SSB).

The first is made up of line components, arranged along the rails, and by central units with electromechanical control systems, remotes and operating stations. The second is placed on board the train and has the task to capture and process the signals emitted by the SST and to transfer them to the interface systems with the train and the Machinist [21]. The first two AV/AC lines equipped with ETCS have been the Roma-Napoli in 2005 and the Torino-Novara in 2006. Currently, the Lines Torino-Milano, Milano-Bologna, Bologna-Firenze and Roma-Napoli-Salerno are carried out with a radio block.

The radio block present in Italy (ETCs level 2) is characterized by the absence of fixed light signals to the side of the track (lateral signalling) and the route to each train, called the "Movement Authority" (MA), is progressively given by radio from a Mainframe, the "Radio Block Center" (RBC), on the basis of the information received from the central computerized equipment of the service posts and the block sections on the actual position of the trains (Fig. 10).

4. The evolution of station apparatus

In parallel with the evolution of the circulation regimes, more and more sophisticated station equipment has developed progressively, in order to meet the increasing demands of traffic with a gradual shift from manual systems to automated systems.

Especially in the larger plants, with the exercise carried out on the basis of telephone agreements between the vari-

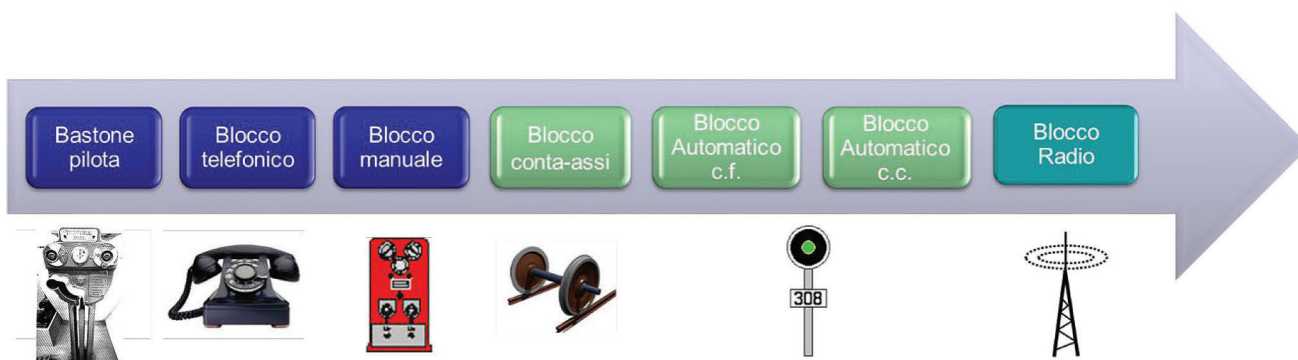


Fig. 10 - L'evoluzione dei regimi di circolazione.
Fig. 10 - The evolution of circulation regimes.

menti incompatibili che avrebbero potuto compromettere la sicurezza dell'esercizio. Tali collegamenti erano inizialmente di tipo meccanico, l'estrazione di una chiave dai fermascambi dei deviatori e la successiva introduzione in una serratura in corrispondenza delle leve di manovra dei segnali rappresentava il collegamento di sicurezza. Nascevano così i primi apparati per deviatori manuali (ADM), con i quali l'itinerario veniva predisposto manovrando manualmente i deviatori, effettuando un giro di chiavi e introducendo la chiave di risulta, estratta dal fermascambio, nell'apposita serratura. Ciò comportava il dispendio di notevoli energie umane e tempi lunghi per la formazione degli itinerari, non adatti a impianti con intenso traffico. Gli ultimi impianti su rete RFI dotati di questi apparati sono stati Civitavecchia, con due cabine, e Valenza Po.

Successivamente si utilizzò un collegamento di tipo elettromeccanico, basato su consensi elettrici scambiati tramite apposite apparecchiature a relè tra i Posti di Movimento. Verso la fine dell'Ottocento nacquero i primi apparati centrali (AC), tali cioè da consentire la manovra a distanza degli scambi e dei segnali da un unico posto centrale, la cabina del Dirigente Movimento, in cui era inserita la cosiddetta "serratura centrale". Ciò permise di ridurre considerevolmente il tempo necessario per la formazione degli itinerari e degli istradamenti, nonché le operazioni di incrocio sulle linee a semplice binario. I primi apparati centrali furono di tipo meccanico: la manovra e il controllo degli enti di stazione avveniva a distanza mediante cavi metallici.

Nel 1886 nella stazione di Abbiategrasso venne realizzato su brevetto dell'ing. Riccardo BIANCHI, futuro primo direttore generale delle Ferrovie dello Stato, il primo apparato centrale idrodinamico (ACI), nel quale la trasmissione dei comandi avveniva mediante variazioni di pressione di un fluido (acqua con glicerina come anticongelante) in pressione [11]. Alla vigilia degli anni '90 a Nizza Monferrato, Novi San Bovo (con due cabine) e Roma San Pietro erano ancora presenti ACI. Tale tipologia di apparato oggi non è più in uso negli impianti RFI.

Nelle stazioni con una grande quantità di enti da comandare, in particolare di deviatori, il mantenimento del livello di pressione del fluido richiedeva complicati dispositivi [22], per cui nella metà degli anni '20 del Novecento si iniziarono a realizzare i primi apparati centrali elettrici (ACE), attualmente rimasti in uso in pochissimi impianti della rete di RFI. Il primo ACE unificato FS viene realizzato il 23 marzo 1936 nella stazione di Monterotondo, sulla linea Roma-Orte [21]. Tali apparati sono caratterizzati da leve poste su un banco di manovra, il cui azionamento, oltre a manovrare elettricamente ciascun ente di stazione, posiziona le sbarre di una serratura meccanica che stabilisce dei collegamenti di sicurezza. In tal modo vengono impediti le manovre di altri enti non compatibili con l'itinerario o l'istradamento predisposto per il movimento del treno o della manovra. Pur essendo più pratici degli apparati idrodinamici, gli ACE hanno notevoli di-

ous stations of the apron, the management of the circulation was rather laborious. The increase in traffic required, among other things, more guarantees regarding the simultaneous movements of trainsets.

Security links were then created between signals and switches to avoid incompatible movements that could compromise the safety of the exercise. These connections were initially of mechanical type, the extraction of a key from the locks of the switches and the subsequent introduction in a lock at the levers of the signals represented the safety connection.

The first systems for manual switching machines were born (ADM), with which the itinerary was arranged by manually moving the switch, making a turn of keys and introducing the key, extracted from the switch lock, in the special keyhole. This was a time-consuming and cost-intensive process and the long time required for the formation of routes was not suitable for stations with intense traffic. The last plants on the RFI network equipped with these apparatus were Civitavecchia, with two boxes, and Valenza Po.

Subsequently, an electromechanical connection was used, based on electrical consents shared between the places of movement through special relay equipments. Towards the end of the nineteenth century were born the first central apparatus (AC), that is to allow the remote control of switches and signals from a single central place, the box of the station master, in which was inserted the so-called "central lock". This allowed to considerably reduce the time required for the formation of routes or paths, as well as the crossing operations on the simple track lines. The first central apparatus was of mechanical type: the movement and the control of the station bodies were at a distance by means of metallic cables.

In 1886 the Abbiategrasso station was built on the patent of ing. Riccardo BIANCHI, future first general Manager of the Ferrovie dello Stato, the first hydrodynamic central apparatus (ACI), in which the transmission of the commands occurred through variations of pressure of a fluid (water with glycerine as antifreeze) in pressure [11]. On the eve of the years '90 in Nizza Monferrato, Novi San Bovo (with two boxes) and Roma San Pietro were still present ACI systems. This type of apparatus is no longer in use in RFI stations.

In the stations with a large quantity of entities to be controlled, in particular of switches, the maintenance of the pressure level of the fluid required complicated devices [22], whereby in the mid '20s of the twentieth century began to realize the first Electrical power Plants (ACE), currently in use in very few installations of the RFI network.

The first unified FS ACE was installed on 23 March 1936 at the Monterotondo station, on the Roma-Orte line [21]. These devices are characterised by levers placed on a control panel, whose drive, in addition to electrically moving each station entity, positions the bars of a mechanical lock which establishes safety connections. This prevents the displacement of other entities not compatible with the itin-

mensioni e negli impianti medi e grandi richiedono anch'essi più di un addetto per la loro manovra.

La prima evoluzione degli ACE è costituita dagli apparati centrali elettrici a leve di itinerario (ACELI). Uno dei primi apparati di tipo ACELI in Italia venne attivato nel 1941 nell'impianto di Como Nord sulla rete delle Ferrovie Nord Milano. Tali apparati non hanno avuto una grande diffusione in quanto, già alla fine degli anni '50, gli orientamenti progettuali erano per la realizzazione degli apparati centrali elettrici a itinerari (ACEI) che avevano dato positivi risultati nelle sperimentazioni, ma tra le principali stazioni con apparati di tipo ACELI si ricordano Roma Casilina, Bologna Centrale (con 2 Cabine), Premosello, Arona, Pisa Centrale (1955), Bologna S. Ruffillo e altri 6 impianti della linea Bologna-Prato. Con l'attivazione nel 1960 dell'ACELI di Reggio Emilia si concludono infatti le installazioni di tali apparati⁽⁵⁾ [11]. Rispetto agli ACE, gli ACELI hanno dimensioni leggermente più ridotte e, anziché avere leve distinte per la manovra di ogni singolo ente di stazione, hanno semplicemente delle leve da itinerario e leve libere singole per deviatore. Con queste tipologie di apparati viene applicato il concetto di distruzione semirigida⁽⁶⁾, precursore della successiva distruzione elastica dell'itinerario, per cui la liberazione del percorso progredisce con l'avanzare del treno, rendendo immediatamente disponibili i singoli enti per successivi comandi di itinerario. Ciò consente una velocizzazione delle operazioni, compatibile con maggiori intensità di traffico.

Nel periodo della ricostruzione dopo la seconda guerra mondiale si ripristinarono le condizioni infrastrutturali esistenti nell'anteguerra. Nonostante il notevole sviluppo del trasporto su gomma legato al boom economico, la domanda del trasporto ferroviario aumentò in modo significativo, in particolare intorno alle grandi aree urbane del nord Italia, con l'incremento costante del pendolarismo.

In tale contesto di maggiore stress delle infrastrutture e degli impianti si iniziarono a utilizzare nuove tecnologie che permettono una sempre più spinta automazione e centralizzazione delle attività svolte tradizionalmente in modo manuale dagli operatori. Nell'esercizio delle stazioni si introdussero i nuovi apparati centrali elettrici ad itinerari (ACEI) [11]. Il primo ACEI risale al 1955 ed è stato installato nell'impianto di Pontelagoscuro [21]. Si citano inoltre gli impianti di Lavino (1956), Napoli C.le (1957) e Genova P.P. (1959). Con tali apparati ancora basati sulla tecnologia del relè, uno o pochi operatori riescono a gestire stazioni anche molto estese: per comandare un itinerario, per quanto complesso, basta infatti premere solo

erary or the route arranged for the movement of the train. Although they are more practical than hydrodynamic devices, ACEs have large dimensions and in medium and large plants they also require more than one attendant for their management.

The first evolution of ACEs is constituted by the Electric Central Devices with Route Levers (Aceli). One of the first Aceli-type apparatus in Italy was activated in 1941 in the Como Nord plant on the Nord Milano Railways network. These equipments did not have a great diffusion because, already at the end of the years' 50, the guidelines were for the realization of the electrical central apparatus with itineraries (ACEI) which had given positive results in the testing phase, but among the main stations equipped with the Aceli type have been Rome Casilina, Bologna Centrale (with 2 boxes), Premosello, Arona, Pisa Centrale (1955), Bologna S. Ruffillo and 6 Other plants of the Bologna-Prato line. With the activation in 1960 of the Reggio Emilia Aceli, the installations of these apparatuses⁽⁵⁾ [11] are concluded. Compared to Aces, the ACELI are slightly smaller and, instead of having separate levers for the control of every single station body, they simply have a route lever and single free levers for switches.

With these types of apparatus is applied the concept of semi rigid release of the itinerary⁽⁶⁾, precursor of the sectional route release of the itinerary, so the liberation of the route progresses with the advance of the train, making immediately the individual bodies available for subsequent route commands. This allows a speeding up of operations, compatible with more traffic intensity.

During the period of the reconstruction after the Second World War the existing infrastructural conditions in the pre-war were restored. Despite the considerable development of road transport linked to the economic boom, the demand for rail transport increased significantly, particularly around the large urban areas of northern Italy, with the constant increase in commuting.

In this context of greater stress on infrastructures and plants, new technologies began to be used that allow for an increasingly boosted automation and centralization of the activities traditionally carried out manually by the operators. In the stations, the new electric power lockings with routes (ACEI) were introduced [11]. The first ACEI dates back to 1955 and was installed in the Pontelagoscuro plant [21]. The plants of Lavino (1956), Naples Central (1957) and Genova Porta Principe (1959).

With such equipment still based on the technology of the relay, one or a few operators are able to manage even very extensive stations: to control a route, however com-

⁽⁵⁾ Negli anni successivi furono realizzati degli adeguamenti agli ACELI delle stazioni del nodo di Bologna per permetterne il successivo telecomando.

⁽⁶⁾ Il frazionamento degli itinerari era stato applicato anche in alcuni ACE di grandi impianti.

⁽⁵⁾ In the following years some adjustment were realized to the ACELI of the stations of the node of Bologna to allow to modify it with remote control system.

⁽⁶⁾ The splitting up of the itineraries had also been applied in some ACE of great fittings.

il pulsante relativo al punto iniziale e finale dell'itinerario desiderato. Tuttavia in ACEI di medie e grandi dimensioni, a causa del grande numero di itinerari previsti, la manovra poteva risultare complessa e le dimensioni dei banchi di manovra potevano essere incompatibili con gli spazi a disposizione. Pertanto sono stati introdotti gli ACEIT, in pratica degli ACEI muniti di tabulatore, ossia di una tastiera dove l'operatore può formare l'itinerario inserendo il numero del punto iniziale e il numero del punto finale dell'itinerario.

Gli ACEI e ACEIT, tuttora diffusi sulla rete di RFI, sono stati gradualmente affiancati da apparati centrali basati su logica elettronica, cioè programmata via software, inizialmente definiti apparati centrali statici (ACS). Il termine, introdotto dagli anglosassoni in quanto i dispositivi elettromeccanici in movimento (relè) sono sostituiti da componenti elettronici (statici), è stato in seguito sostituito da apparato centrale computerizzato (ACC). I primi studi in Italia risalgono alla fine degli anni '70 e hanno portato alle realizzazioni di Riva Trigoso, Genova Bolzaneto e Porretta Terme nel 1983. La realizzazione più importante rimane quella di Roma Termini, alla fine del 1999, che ha sostituito lo storico ACE costituito da ben 730 leve [6]. I vantaggi dell'utilizzo degli ACC sono indiscutibili, in termini di costi e spazi di installazione, in quanto viene eliminata la sala relè. Inoltre offrono facilità di riconfigurazione, potendo riaggiornare il software, e nuove capacità operative, come le funzioni di soccorso mirate per i singoli enti di piazzale guasti e l'esclusione stabilizzata degli enti per interventi manutentivi. Le funzioni di soccorso mirate, a uso del Dirigente Movimento, rendono sempre possibile il bloccamento del punto origine di itinerario o di istradamento garantendo un elevato livello di sicurezza. L'esecuzione dei lavori di manutenzione è semplificata ed effettuata con la massima sicurezza mediante funzioni specifiche ad uso dell'Agente della Manutenzione e del Dirigente Movimento (funzione di esclusione stabilizzata), che sostituiscono la compilazione di moduli e lo scambio di fonogrammi tra gli operatori.

L'ACC si differenzia inoltre dagli impianti tradizionali per la peculiarità di interfacciarsi con sistemi informativi applicati alla circolazione, come il riconoscimento del treno e della sua posizione attraverso la gestione del numero treno. Ciò consente l'adeguamento automatico del programma delle operazioni per lo svolgimento della circolazione in relazione all'effettiva marcia dei treni, nonché di programmare l'uso dei binari e degli enti potendo predisporre direttamente le alternative derivanti dalla gestione reale rispetto al programma di circolazione teorico [6]. Con tale apparato quindi è possibile offrire un servizio di migliore qualità, utilizzando più proficuamente i binari e soprattutto razionalizzandone la programmazione. Altro elemento funzionale importante è la possibilità di alimentare in tempo reale tutti i sistemi di diffusione sonora e di avvisi al pubblico verso l'esterno.

La modularità degli ACC ha permesso infine di aggregare più posti di servizio, estendendo il comando e con-

plex, it is sufficient to press only the button relative to the start and the end point of the desired itinerary. However, in medium and large ACEI, due to the large number of planned itineraries, the operation could be complex and the dimensions of the control panel could be incompatible with the available spaces.

Therefore ACEITs have been introduced, which is the ACEI system equipped with a tabulator, ie a keyboard where the operator can establish the route by entering the number of the starting point and the number of the final point of the itinerary.

The ACEI and ACEIT, still widespread on the RFI network, were gradually supported by central systems based on electronic logic, that is programmed via software, initially defined as static central units (ACS). The term, introduced by the Anglo-Saxons because the moving electro-mechanical devices (relays) are replaced by electronic components (static), was later replaced by Centralized Computerized systems (ACC).

The first studies in Italy date back to the late '70s and led to the works of Riva Trigoso, Genova Bolzaneto and Porretta Terme in 1983. The most important realization remains that of Roma Termini, at the end of 1999, which replaced the historical ACE with 730 levers [6]. The advantages of using ACCs are indisputable, in terms of costs and installation spaces, as the relay room is eliminated.

In addition, they offer ease of reconfiguration, being able to update the software, and new operational capabilities, such as the rescue functions targeted for the individual entity of the station and the stabilized exclusion of entities for maintenance operations. The targeted rescue functions, for use by the Station Train Dispatcher, always make it possible to block the route origin point ensuring a high level of safety. The execution of maintenance work is simplified and carried out with the utmost safety by means of specific functions for use by the Maintenance Worker and the Station Train Dispatcher (stabilized exclusion function), which replace the completion of modules and the exchange of phonograms between operators.

The ACC system also differs from traditional systems for the peculiarity of interface with information systems applied to the circulation, such as the recognition of the train and its position through the management of the train number. This allows the automatic adaptation of the programme of operations for the movement of the circulation in relation to the actual train running, as well as the programming of the use of the tracks and the bodies, being able to prepare directly the alternatives deriving from real management in relation to the theoretical circulation programme [6].

With this apparatus it is therefore possible to offer a better quality service, using more profitably the rails and, above all, rationalizing the programming. Another important functional element is the possibility to feed in real time all the systems of sound diffusion and notices to the public outwards.

trollo in sicurezza anche ai tratti di linea tra di essi [8]. Sono nati così gli ACCM, apparati che di norma gestiscono una linea o un nodo ferroviario impartendo comandi a distanza e ricevendo controlli sicuri nel Posto Centrale. Tali apparati meritano un approfondimento a parte perché rappresentano, insieme ai sistemi di telecomando, la tendenza della circolazione verso una gestione sempre più centralizzata, che sta notevolmente innovando l'organizzazione relativa alla regolazione della circolazione (Fig. 11).

5. L'evoluzione dei sistemi di esercizio

L'evoluzione tecnologica dei sistemi di distanziamento e degli apparati di stazione ha portato progressivamente a modifiche sostanziali alle modalità di regolazione della circolazione. Si è assistito infatti al passaggio da una gestione locale con agenti preposti nelle stazioni a una gestione sempre più centralizzata con il telecomando o comando remoto effettuato all'interno di posti centrali.

Un tempo tutte le stazioni erano presenziate da un Dirigente Movimento che gestiva la circolazione intervenendo sulla regolarità e sicurezza dell'esercizio. Era il sistema a Dirigenza Locale (DL) necessario perché non esistevano apparati di stazione e sistemi di blocco che consen-

The modularity of the ACC has allowed to aggregate more service posts, extending the command and control in safety also to the lines between them [8]. Then the ACCM system was born, an apparatus which normally manages a line or a railway node by imparting remote controls and receiving safe controls in the central place. These equipments deserve a separate study because they represent, together with the remote control systems, the tendency of the movement towards an increasingly centralised management, which is considerably innovating the organization concerning the regulation of circulation (Fig. 11).

5. The evolution of the operating systems

The technological evolution of the spacing systems and the station apparatus has progressively led to substantial changes in the mode of regulation of the circulation. In fact, there has been a great transition from a local management with the agents in the stations to an increasingly centralized management with the remote control or remote management carried out in Control Rooms.

Once every stations were attended by a Station Train Dispatcher who managed the circulation by intervening on the regularity and safety of the circulation. It was the local

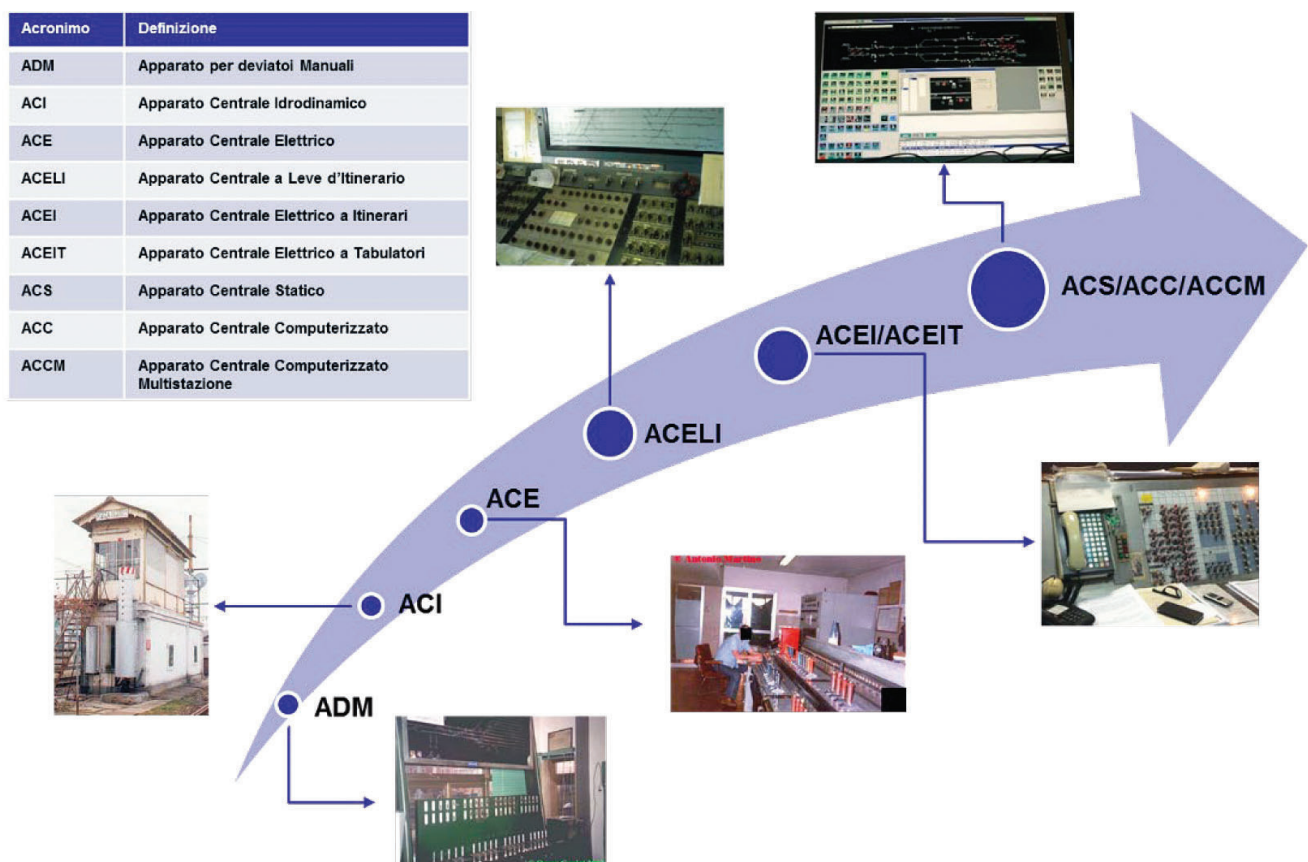


Fig. 11 - L'evoluzione degli apparati di stazione.
Fig. 11 - The evolution of station apparatus.

tissero la meccanizzazione dell'esercizio. Verso la fine dell'Ottocento, cominciarono a svilupparsi i primi apparati centrali e i primi impianti di blocco elettrico. Nel 1920 il blocco manuale era installato su 1500 km di rete e le leve di apparato erano 11000, di cui 8000 di apparati idrodinamici [22].

Con l'aumento della rete nel primo Novecento, il personale di stazione aveva raggiunto un terzo del personale totale, per cui si iniziò a semplificare le procedure per rendere economicamente più efficiente l'esercizio. La principale innovazione fu l'introduzione del Dirigente Unico (DU) sulle linee a scarso traffico, figura che gestiva il movimento dei convogli mantenendosi in contatto con i capitrete. Nelle stazioni scompare la figura del Dirigente Movimento, sostituita da una di più basso profilo, definita Assuntore, che eseguiva solo compiti operativi, come la manovra degli scambi, in base agli ordini del Dirigente Unico o dal capotrete, quando il treno giungeva in stazione. La prima linea a DU fu la Fabriano-Urbino, nel 1926. Successivamente tale sistema di esercizio venne esteso ad altre linee secondarie e nel 1935 oltre un quarto della rete (5100 km) era gestito con DU, con una significativa riduzione del numero di agenti di stazione in rapporto ai km di linea [11]. Oggi rimangono solo tre linee formalmente esercite a Dirigenza Unica: Sulmona-Carpinone (attualmente sospesa), Barletta-Spinazzola e Rocchetta S.A.-Gioia del Colle (attualmente unificate e in fase di diversa organizzazione).

Per far fronte all'imponente crescita del traffico, nel 1927 sulla linea Bologna-Pistoia si adottò un nuovo sistema di esercizio, la Dirigenza Centrale (DC). Il Dirigente Centrale, tuttora presente su diverse linee, segue e coordina l'andamento dei treni su un'intera tratta, assumendo una funzione di coordinamento dell'operato dei DM delle singole stazioni al fine di assicurare la regolarità della circolazione, senza avere tuttavia nessun compito di sicurezza in merito al movimento dei treni, che rimane di competenza dei DM locali.

Nel periodo successivo lo sviluppo dell'organizzazione si concentra sulla figura del Dirigente Movimento. Negli anni '60, nelle stazioni non ancora coperte da apparato centrale, viene inoltre introdotta la figura dell'Apposito Incaricato, un deviatore cui sono attribuite responsabilità dirette nella formazione degli itinerari di arrivo e partenza dei treni. La manovra dei segnali invece resta di competenza del DM, il quale può comunque servirsi dell'Apposito Incaricato attraverso specifico ordine o segnale di consenso elettrico. La figura dell'Apposito Incaricato viene utilizzata principalmente nelle grandi stazioni, come Bologna Centrale, dove il Dirigente Movimento non riesce a gestire tutti i movimenti o non dispone ancora di apparati centrali idonei a comandare tutto l'impianto. L'Apposito Incaricato aveva sede in una cabina, spesso distinta da quella del DM, e aveva giurisdizione su aree significative di piazzale [11].

Con il passare degli anni si diffuse la necessità di una centralizzazione della gestione di linea, sia per le linee a

management system (DL) needed because there were no station equipment and blocking systems that would allow the mechanization of the line. Towards the end of the nineteenth century, the first central apparatus and the first electric block plants began to develop. In 1920 the manual block was installed on 1500 km of net and the apparatus levers were 11000, of which 8000 of hydrodynamic apparatus [22].

With the increase of the network in the early twentieth century, the station staff had reached one third of the total staff, so they began to simplify the procedures to make the circulation more cost-effective. The main innovation was the introduction of the single-track line traffic Controller (DU) on low-traffic lines, a figure that managed the movement of trains, keeping in touch with the chef of the trains. In stations the figure of the Station Train Dispatcher disappears, replaced by a lower profile, called Assumptor, who performed only operational tasks, such as the movement of the switches, according to the orders of the Single Manager or the conductor, when the train arrived at the station.

The first DU line was the Fabriano-Urbino, in 1926. Later this operating system was extended to other secondary lines and in 1935 over a quarter of the network (5100 km) was operated with DU, with a significant reduction in the number of agents of station in relation to the km of line [11]. Today there are only three lines formally exercised in Single Management: Sulmona - Carpinone (currently suspended), Barletta-Spinazzola and Rocchetta S.A.-Gioia del Colle (currently unified and under different organization).

To cope with the imposing traffic growth, in 1927 on the Bologna-Pistoia line a new operating system was adopted, the Traffic Central Control (DC). The traffic controller, still present on several lines, follows and coordinates the train performance on an entire route, assuming a function of coordinating the work of the DMs of the individual stations in order to ensure the regularity of the circulation, without having, however, any security task regarding the movement of trains, which remains the responsibility of local DMs.

During the following period the development of the organization is centered on the figure of the Station Train Dispatcher. In the '60s, in stations not yet covered by the central apparatus, the figure of the "Apposito Incaricato" was also introduced, a switchman who is given direct responsibility for the formation of the routes for the train arrival or departure. On the other hand, the DM remains in charge of the management of the signals. He can in any case instruct the Apposito Incaricato through a specific order or signal of electrical consent. The figure of the Apposito Incaricato is mainly used in large stations, such as Bologna C.le, where the Station Train Dispatcher can not manage all movements or does not yet have interlockings able to control the whole plant. The Apposito Incaricato was located in a box, often distinct from the DM, and had jurisdiction over significant areas of the apron [11].

scarso traffico, in base a ragioni economiche, sia per le linee principali a traffico intenso, dove risultava determinante la visione unitaria, il coordinamento del traffico e la rapidità delle decisioni e delle operazioni di movimento. L'evoluzione tecnologica del secondo dopoguerra ha reso possibile lo sviluppo di impianti di controllo centralizzato del traffico (CTC) che consentono di accentrare la gestione della circolazione nella nuova figura del Dirigente Centrale Operativo (DCO), che da un unico posto centrale telecomanda gli apparati centrali delle stazioni di un'intera linea o di un esteso nodo ferroviario. Dalla prima realizzazione nel Nodo di Bologna nel 1957, il CTC si è poi esteso ad altre realtà della rete italiana ed è stato affiancato o sostituito in seguito, soprattutto su linee molto estese o nei grandi nodi, dal più recente Sistema Comando e Controllo (SCC) [10] e per ultimo dagli Apparati Centrali Computerizzati Multistazione (ACCM).

Sulle linee rimaste a Dirigenza Locale sono stati adottati dei sistemi di telecomando punto - punto, con cui è possibile telecomandare una o più stazioni adiacenti da un'altra, che assume le funzioni di posto di comando di uno o più impianti "satellite". In questo caso l'operatore di circolazione è denominato Dirigente Posto Comando (DPC).

Oggi le pochissime linee gestite in DL o in DU sono in via di trasformazione con altri sistemi di esercizio, le poche linee rimaste in DC sono concentrate per la maggioranza nel nord Italia, mentre i sistemi di telecomando, anche di diversa tipologia, sono i più diffusi e stanno sostituendo gli altri sistemi di esercizio nella logica di accentramento progressivo di tutta la gestione e la regolazione della circolazione all'interno di posti centrali. Pertanto le stazioni si sono via via "asciugate" in termini di funzioni e conseguentemente di personale operativo.

6. I sistemi di telecomando e gli Apparati Centrali Computerizzati Multistazione

Anche i sistemi di telecomando hanno subito una loro evoluzione nel tempo: dai primi CTC con tastiera, che richiedevano parecchi interventi manuali da parte degli operatori, ai CTC evoluti, che automatizzano la maggior parte dei processi, agli SCC di più moderna concezione che inglobano al loro interno le funzioni di "Circolazione", "Diagnostica e Manutenzione", "Informazioni al Pubblico" e "Teleriservizio e Sicurezza", per arrivare infine alla remotizzazione di comandi e controlli di interi tratti di linea e stazioni presenziate a distanza attraverso gli ACCM.

I primi CTC furono realizzati prevalentemente su linee a bassa densità di traffico, in genere a semplice binario. Successivamente, con l'avanzare della tecnologia, cominciarono a svilupparsi CTC con caratteristiche più evolute, adottati sulle linee o sui nodi più importanti, quali la linea direttissima Roma-Firenze e il nodo di Genova [10]. I CTC evoluti realizzano anche funzioni di automatismo che riguardano le previsioni di marcia, il supporto

Over the years, the need for centralized line management became widespread, both for low-traffic lines, based on economic reasons, and for the main lines with heavy traffic, where it resulted conclusive the unitary vision, the coordination of the traffic and the speed of decisions and movement.

The technological evolution of the second post-war period made it possible to develop centralized traffic control systems (CTC) that allow to concentrate the circulation management in the new figure of the Control Room Train Dispatcher. He is able to command and control from a single central place the entities of the stations along the line or even control an extensive railway junction. Since the first realization in the Bologna Node in 1957, the CTC has then extended to other realities of the Italian network and has been joined or replaced later, especially on very large lines or in large nodes, by the most recent Command and Control System (SCC) [10] and lastly by the Multistation Centralized Computerized systems (ACCM).

On the lines left to Local Management, point - to - point remote control systems have been adopted, with which it is possible to remotely control one or more adjacent station from another, which assumes the control position of one or more "satellite" fittings. In this case, the traffic operator is called the Command Position Officer (DPC).

Today the very few lines managed in DL or DU are being transformed with other operating systems, the few lines left in DC are concentrated for the majority in northern Italy, while remote control systems, even of different types, are the most widespread and they are replacing the other operating systems in the logic of progressive centralization of all management and the regulation of circulation within central stations. Therefore the stations have gradually "dried out" in terms of functions and consequently of operating personnel.

6. Remote control systems and Multistation Computerized Central Units

Remote control systems have also evolved over time: from the first CTCs with keyboards, which required several manual interventions by operators, to advanced CTCs, which automate most of the processes, to the more modern SCCs that include within them the functions of "Circulation", "Diagnostics and Maintenance", "Information to the Public" and "Remote and Security", to finally get to the remote control of commands and controls of entire line sections and remote stations through the ACCM.

The first CTCs were mainly carried out on low traffic density lines, generally with a simple track. Subsequently, as the technology advances, CTCs began to develop with more evolved characteristics. They were adopted on the most important lines or nodes, such as the direct line Rome - Florence and the Genoa node [10]. The advanced CTCs also carry out the functions of automatism that concern the train running forecasts, the support to the deci-

alle decisioni dell'operatore e la programmazione di comandi opportuni senza l'intervento del DCO, quali la formazione automatica degli itinerari dei treni. Tali funzioni agevolano notevolmente il lavoro dei DCO che possono comunque intervenire per modificare la gerarchia temporale nella gestione delle priorità.

Nel caso di linee molto estese o di grandi nodi, il CTC è stato implementato con funzioni di supporto trasformandosi nel più recente SCC, attivato inizialmente sulle direttrici Tirrenica e Adriatica. Come i CTC, gli SCC sono organizzati in un posto centrale e in posti periferici. Il comando e il controllo della posizione degli enti di stazione si realizzano attraverso l'invio di opportuni impulsi codificati dal posto centrale ai posti periferici, e viceversa. Tuttavia il comando a distanza degli enti non avviene direttamente, ma è sempre interpretato e verificato dall'apparato centrale di stazione, alla cui logica di sicurezza resta affidato il movimento dei treni. Pertanto nei casi di anomalie o guasti, che prevedono l'esclusione delle condizioni di sicurezza dell'apparato locale, le operazioni devono essere gestite da un operatore, presenziando l'impianto, oppure tramite idonee procedure in cui interviene l'agente di condotta. In molti casi al treno devono essere prescritte particolari precauzioni o soggezioni di marcia. Rispetto al CTC il nuovo SCC ha introdotto comandi "protetti"⁽⁷⁾ e in una fase successiva alcuni comandi e controlli "sicuri"⁽⁸⁾. Ciò consente di snellire le procedure e ridurre i tempi di gestione delle anomalie o dei guasti, *bypassando* le normali condizioni di sicurezza dell'apparato attraverso funzioni di "soccorso" e concedendo autorizzazioni al movimento dei treni direttamente dal posto remoto. Altra importante innovazione riguarda il sottosistema di *informazioni al pubblico*, basato sull'acquisizione automatica delle informazioni sulla circolazione, che opportunamente rielaborate vengono trasmesse tramite periferiche audio e video in stazione. Infine gli impianti di telesorveglianza completano le funzioni operative del SCC assicurando il controllo delle stazioni impresenziate e consentendo di gestire eventuali eventi di rischio, quali incendi, intrusioni non autorizzate, ecc. Nello stesso posto centrale operano inoltre i responsabili della diagnostica e della manutenzione che coordinano l'intervento delle squadre sul campo [11].

La più recente evoluzione nella gestione della circolazione rispetto ai sistemi di telecomando è rappresentata

sions of the operator and the programming of opportune commands without the intervention of the DCO, such as the formation and the automatic routing of the trains. These functions greatly facilitate the work of the DCOs who can still intervene to change the hierarchy in the management of priorities.

In the case of very large lines or large nodes, the CTC has been implemented with support functions becoming the most recent SCC, initially activated on the Tyrrhenian and Adriatic routes. Like the CTCs, the SCCs are organized in a Control Room and in Peripheral Centers. The command and control of the position of the station bodies are carried out by sending appropriate coded pulses from the central place to the peripheral stations, and vice versa.

However, the remote control of the entities does not take place directly, but is always interpreted and verified by the central station apparatus, whose safety logic is entrusted to the movement of the trains. Therefore, in the event of system problems or failures, which provide for the exclusion of the security conditions of the local apparatus, the operations must be managed by an operator from the plant extraordinary attended or by suitable procedures in which the driver is involved. In many cases, special precautions or travel precautions must be prescribed for the train.

Compared to the CTC the new SCC introduced "protected"⁽⁷⁾ commands and, at a later stage, some controls and "safe"⁽⁸⁾ commands. This allows to simplify the procedures and reduce the time taken to manage the system failures or faults, bypassing the normal safety conditions of the apparatus through "rescue" functions and granting authorizations for the movement of trains directly from the remote place.

Another important innovation concerns the information system to the public, based on the automatic acquisition of information on the circulation, which are appropriately reprocessed and transmitted via audio and video peripherals at the station. Lastly, remote surveillance systems complete the operational functions of the SCC, ensuring the control of the unattended stations and allowing them to manage any risk events, such as fires, unauthorized intrusions, etc. In the same Control Room also operate the diagnostics and maintenance managers who coordinate the intervention of the teams of workers [11].

The most recent evolution in the management of the circulation with respect to the remote control systems is repre-

⁽⁷⁾ Per comandi "protetti" si intendono comandi dotati di elevata protezione tecnologica e operativa per i quali il sistema attua automaticamente procedure volte a garantire, dopo la conferma dell'operatore, la corretta esecuzione della funzione sull'ente effettivamente richiesto.

⁽⁸⁾ Per comandi e controlli "sicuri" si intendono alcune tipologie di comandi protetti e controlli per i quali è prevista una codifica crittografata nello scambio di messaggi fra posto centrale e posti periferici tali da garantire un elevato livello di integrità di sicurezza (SIL4)

⁽⁷⁾ The "protected" commands are commands with an elevated technological and operational protection for which the system automatically effects procedures directed to guarantee, after the confirmations of the operator, the correct execution of the function on the requested station entity.

⁽⁸⁾ The "safe" commands and controls are some kinds of protected commands for which a coding is demanded in the exchange messages between the Control Room and the Peripheral Centers to guarantee an elevated level of safety integrity (SIL4).

dagli apparati centrali computerizzati multistazione (ACCM) che integrano le funzioni d'apparato e quelle di sistema di distanziamento. Il sistema ACCM, la cui prima applicazione è la linea AV/AC Milano-Bologna, è oggi attivo su oltre 780 km di linea.

I sistemi CTC e SCC consentono il telecomando e telecontrollo degli enti delle stazioni, ma la sicurezza è affidata agli apparati locali (SCC consente anche alcuni comandi e controlli "sicuri"), mentre con l'ACCM tutto viene gestito secondo le logiche di sicurezza da un apparato che è collocato all'interno di un posto centrale. L'operatore preposto al loro utilizzo è nei tre casi sempre un DCO, in quanto gestisce la circolazione nelle stazioni e sui tratti di linea tra di esse. Tuttavia nel caso dell'ACCM, il DCO, che agisce sugli enti di una stazione, è a tutti gli effetti un DM. Egli infatti attua comandi e riceve controlli "sicuri", come un DM che opera attraverso il suo apparato di stazione, con l'unica differenza che l'ACCM è remotizzato nel posto centrale.

Per comprendere meglio questi concetti si riporta una sintetica descrizione dell'operato del DCO con un CTC, un SCC e un ACCM.

- CTC: il DCO invia dei telecomandi all'apparato di stazione, da cui si attuano i comandi degli enti di piazzale; all'apparato locale tornano i controlli degli enti in sicurezza, mentre il DCO riceve telecontrolli "non sicuri" (freccia tratteggiata Fig. 12);
- SCC: la sequenza delle operazioni è la medesima di quella di un CTC, con l'unica differenza che alcuni controlli che tornano dall'apparato di stazione al DCO sono "sicuri" (freccia continua Fig. 12);
- ACCM: il DCO controlla la circolazione e interviene direttamente nella formazione degli itinerari nelle stazioni governate da ACCM, comanda quindi direttamente gli enti delle stazioni e riceve controlli "sicuri".

I sistemi sopra illustrati, seppure possano sembrare simili tra loro, in realtà presentano differenze sia in termini d'interfaccia grafica sia in termini di funzionalità per le attività degli operatori. Oltre a diversità legate all'evoluzione tecnologica di tali sistemi, infatti, esistono differenze dovute al fatto di avere diversi fornitori anche per uno stesso sistema di telecomando: si pensi ad esempio agli ACCM della linea AV Milano-Firenze che è divisa nelle tratte Milano-Bologna gestita con un ACCM Ansaldo e Bologna-Firenze gestita con un ACCM Alstom.

Lo sviluppo di tali sistemi, come si può intuire, ha portato nel tempo

sented by the multistation Centralized Computerized systems (ACCM) which integrate the functions of the apparatus and those of the spacing system. The ACCM system, whose first application is the Milan-Bologna AV / AC line, is now active on over 780 km of lines.

The CTC and SCC systems allow the remote command and remote control of the stations' bodies, but the security is entrusted to the local equipment (SCC also allows some "safe" commands and controls), while with the ACCM everything is managed according to the safety logics an apparatus that is placed in a central place. The operator in charge of their use is always a DCO in the three cases, as it manages the circulation in the stations and on the line stretches between them.

However, in the case of the ACCM, the DCO, which acts on the entities of a station, is in effect a DM. In fact, he implements commands and receives "safe" controls, like a DM operating through his station apparatus, with the only difference that the ACCM is remotized to the Control Room.

To better understand these concepts, a brief description of the work of the DCO is given with a CTC, an SCC and an ACCM.

- CTC: the DCO sends the remote controls to the station apparatus, from which the commands of the apron authorities are implemented; to the local apparatus, the controls of the institutions return in safety, while the DCO receives "unsafe" telecontrol (dashed arrow Fig. 12);
- SCC: the sequence of operations is the same as that of a CTC, with the only difference that some controls that return from the station to the DCO are "safe" (continuous arrow Fig. 12);

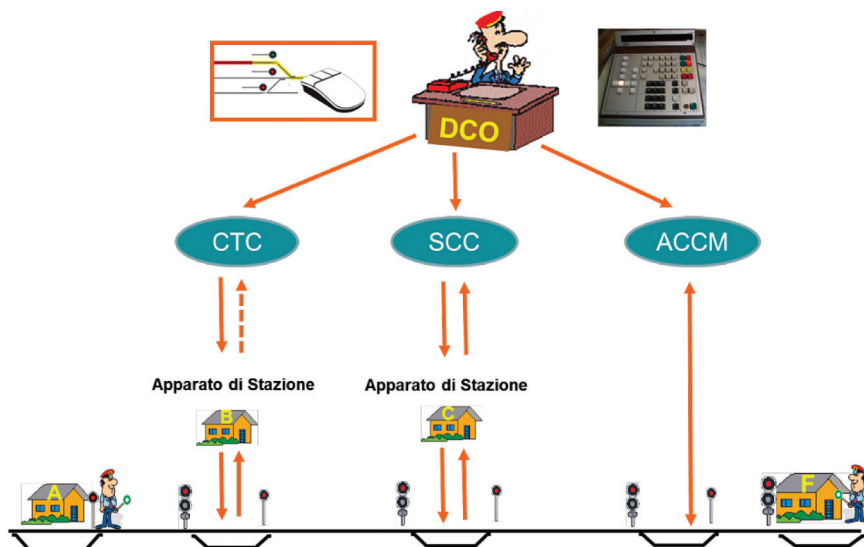


Fig. 12 - I sistemi di telecomando e l'ACCM.
Fig. 12 - Remote control systems and ACCM.

al progressivo impresenziamento delle stazioni, telecomandabili o gestite da remoto all'interno di posti centrali. Alcune delle principali stazioni di nodo, quali Bologna C.le, Venezia Mestre, Roma Termini, Roma Tiburtina, Palermo C.le, Pisa C.le hanno l'apparato centrale direttamente all'interno del posto centrale, dove sono presenziate con Dirigenti Movimento Operatori (DMO). A regime tutte le grandi stazioni di nodo saranno gestite nei posti centrali e non più localmente, come già effettuato con l'ACCM nel nodo di Milano.

7. L'evoluzione della linea Bologna-Verona

Tra le principali tappe dell'evoluzione della linea Bologna-Verona vi è sicuramente il raddoppio della stessa che ha contribuito a modificare l'assetto tecnico-organizzativo delle località di servizio lungo la linea.

La ferrovia Bologna-Verona era stata costruita a semplice binario nonostante fosse stata concepita in origine come una linea a doppio binario. In una prima fase di realizzazione solo il tratto tra Tavernelle d'Emilia e Bologna fu effettivamente costruito con due binari. Infatti, le difficoltà relative alla costruzione del rilevato nei pressi di San Felice sul Panaro e la presenza di numerose falde acquifere lungo il percorso che rendevano instabili i terreni sopra i quali doveva passare la linea, spinsero a proseguire con un singolo binario [14].

Il completamento del raddoppio incontrò negli anni diversi ostacoli, per lo più di natura economica, che ne rallentarono la realizzazione fino ai primi anni 2000. A seguito dell'incidente ferroviario avvenuto nei pressi della stazione di Bolognina il 7 gennaio 2005, la realizzazione dei lavori subì un'accelerazione⁽⁹⁾. Tra il 2005 e il 2006 vennero raddoppiati i tratti Tavernelle d'Emilia-San Giovanni in Persiceto (2005), San Giovanni in Persiceto-Crevalcore (2006). Il resto del tracciato fu completato tra il 2007 e il 2008. San Felice sul Panaro fu raggiunta dal doppio binario nel marzo del 2007, mentre la tratta Poggio Rusco-San Felice fu aperta nell'ottobre del 2008 e il nuovo tracciato tra Nogara e Poggio Rusco nel dicembre dello stesso anno. Il completamento del raddoppio fu inaugurato nel 2009 al termine dell'ultima tratta Poggio Rusco-Posto di Comunicazione Ostiglia Nord, comprendente il nuovo ponte sul Po [14] (Fig. 13).

La linea è stata raddoppiata in gran parte in affiancamento al binario preesistente, senza interruzioni dell'esercizio, con solamente alcune lievi varianti rispetto al tracciato originario che in alcuni casi hanno portato alla soppressione di stazioni e alla costruzione di nuovi impianti o alla ristrutturazione di altri preesistenti. La vecchia stazione di Ostiglia, ad esempio, con la deviazione

- *ACCM: the DCO controls the circulation and intervenes directly in the formation of the itineraries in the stations governed by ACCM, then directly controls the stations' bodies and receives "safe" controls.*

The systems illustrated above, although they may seem similar to each other, actually present differences both in terms of graphic interface and in terms of functionality for the operators' activities. In addition to differences related to the technological evolution of such systems, in fact, there are differences due to the fact of having several suppliers even for the same remote control system: think for example of the ACCM of the Milan-Florence high-speed line which is divided into the Milan-Bologna section managed with an ACCM Ansaldo and Bologna-Florence section managed with an Alstom ACCM.

The development of such systems, as we can guess, has led over time to leave unattended the stations, which can be remotely controlled or managed within the central stations. Some of the main junction stations, such as Bologna Central, Venice Mestre, Rome Termini, Rome Tiburtina, Palermo Central, Pisa Central have the central apparatus directly in the Control Room, where they are present with Operational Control Room Train Dispatcher (DMO). When fully operational, all the large junction stations will be managed in the Central Offices and not locally, as already done with the ACCM in the Milan Node.

7. The evolution of the Bologna-Verona line

Among the main stages of the evolution of the Bologna-Verona line, there is certainly the doubling of the same line which has contributed to change the technical-organizational structure of the service areas along the line.

The Bologna-Verona railway had been built on a simple track although it was originally conceived as a double track line. In a first phase of construction only the stretch between Tavernelle d'Emilia and Bologna was actually built with two tracks. In fact, the difficulties related to the construction of the embankment near San Felice sul Panaro and the presence of numerous aquifers along the route that made unstable the land above which the line had to go, led to continue with a single track [14].

The completion of the doubling over the years encountered several obstacles, essentially for economic reason, which slowed down its construction until the early 2000s. Following the train crash occurred near the Bolognina station on January 7, 2005, the works for the constr⁽⁹⁾. Between 2005 and 2006 the Tavernelle d'Emilia traits were doubled - San Giovanni in Persiceto (2005), San Giovanni in Persiceto-Crevalcore (2006).

The rest of the track was completed between 2007 and 2008. San Felice sul Panaro was reached by the double track

⁽⁹⁾ L'incidente portò in evidenza la lentezza della realizzazione dell'opera.

⁽⁹⁾ The incident highlighted the slowness of the work realization.

LE TAPPE DEL RADDOPPIO
THE STAGES OF THE DOUBLING

ottobre 1978	Verona Porta Nuova - Verona Ca' di David	7,56 km
28.06.2001	Verona Ca' di David - Buttapietra	4,31 km
06.11.2001	Buttapietra - Isola della Scala	7,99 km
30.05.2002	Isola della Scala – Nogara	11,13 km
07.10.2005	San Giovanni in Persiceto - Tavernelle d'Emilia	8,68 km
31.07.2006	Crevalcore - San Giovanni in Persiceto	8,95 km
31.03.2007	San Felice sul Panaro – Crevalcore	12,92 km
26.10.2008	Poggio Rusco - San Felice sul Panaro	16,93 km
14.12.2008	Nogara - PC Ostiglia Nord	10,94 km
05.07.2009	PC Ostiglia Nord - Poggio Rusco	12,67 km



Fig. 13 - Il raddoppio della linea Bologna-Verona.

Fig. 13 - The doubling of the Bologna-Verona line.

del nuovo tracciato è stata sostituita da una nuova fermata, mentre più a nord nasceva il nuovo posto di comunicazione Ostiglia Nord. La vecchia fermata di Verona Cà di David all'apertura del raddoppio non era più attiva per il servizio viaggiatori e venne tramutata in posto di comunicazione. Anche la stazione di San Giovanni in Persiceto, da cui si diramava fino alla seconda guerra mondiale un raccordo della Modena-Ferrara diretto a Decima, dopo l'apertura del raddoppio è stata tramutata in fermata, mentre più a nord è stato aperto un posto di comunicazione denominato PC Persiceto Nord, con compiti analoghi a quelli di Verona Ca' di David e di Ostiglia Nord. In sintesi, le stazioni della linea diventavano 6: Crevalcore, San Felice sul Panaro, Poggio Rusco, Nogara, Isola della Scala e Buttapietra; altre 6 località venivano trasformate in fermate e lungo la linea tutti i passaggi a livello venivano soppressi mediante la costruzione di sottopassi o cavalcavia, con relativa modifica della viabilità di accesso. Negli ultimi anni inoltre alcuni impianti, come i bivi di S. Viola e Tavernelle, venivano trasformati in Posti di Movimento [14].

Tutti gli impianti erano dotati prima di apparati ACE, poi sostituiti da apparati ACEI tuttora presenti ad eccezione dei Bivi di Tavernelle e di S. Lucia e dell'impianto di Bologna C.le dove il 24 maggio del 2009 il vecchio apparato a leve di itinerario (ACELI) degli anni '50 veniva sostituito con un apparato centrale computerizzato (ACC) [12]. Parallelamente venivano attivati i primi tratti di linea in telecomando: nasceva così nel giugno del 2009 il SCC della tratta Bivio/PC S. Lucia-Nogara. La stazione di Isola della Scala veniva conseguentemente telecomandata da un DCO con sede a Verona, dopo una prima fase di telecomando punto – punto della stazione di Buttapietra da Isola della Scala [13]. Nel giugno del 2010, con l'at-

in March 2007, while the route Poggio Rusco-San Felice was opened in October 2008 and the new route between Nogara and Poggio Rusco in December of the same year. The completion of the doubling was inaugurated in 2009 at the end of the last Poggio Rusco-Ostiglia Nord communication point, including the new bridge over the Po [14] (Fig. 13).

The line has been doubled in large part alongside the existing track, without interruption of the trains running, with only a few slight variations compared to the original layout that in some cases led to the suppression of stations and the construction of new plants or the restructuring of other pre-existing. The old station of Ostiglia, for example, with the diversion of the new route was replaced by a new stop, while further north was born the new Ostiglia Nord place of communication.

The old stop of Verona Cà di David at the opening of the doubling was no longer active for passenger service and was turned into a place of communication.

Also the station of San Giovanni in Persiceto, from which a Modena-Ferrara link to Decima branched off from the Second World War years, was turned into a stop after the opening of the doubling, while further north was opened a communication called PC Persiceto Nord, with similar tasks to those of Verona Ca 'di David and Ostiglia Nord.

In summary, the stations of the line became 6: Crevalcore, San Felice sul Panaro, Poggio Rusco, Nogara, Isola della Scala and Buttapietra; 6 other localities were turned into stops and along the line all the level crossings were suppressed by the construction of underpasses or overpasses, with relative modification of the access roads. In recent years, some facilities, such as the crossroads of S. Viola and Tavernelle, were transformed into Places of Movement [14].

tivazione del CTC nella tratta Poggio Rusco-Crevalcore, veniva soppresso il regime di esercizio a DL/DC e le stazioni di Crevalcore, S. Felice sul Panaro e Poggio Rusco divenivano anch'esse telecomandate, ma da un DCO con sede a Bologna [15]. La gestione della circolazione in sostanza veniva progressivamente accentrata nei due posti centrali di Bologna e Verona con una ripartizione delle giurisdizioni, spostando il confine dalla ex stazione di Ostiglia, tramutata in fermata in seguito al raddoppio della linea, alla stazione di Poggio Rusco, che funge tutt'oggi da spartiacque tra le competenze territoriali di Bologna e Verona.

Nel dicembre del 2012 anche le linee Mantova-Monselice e Isola della Scala-Rovigo, afferenti alla linea Bologna-Verona, passavano sotto il comando del posto centrale di Verona con il trasferimento della sede CTC da Legnago a Verona [19].

Nel 2010 fu avviato il potenziamento del nodo di Bologna con l'attivazione dell'ACCM [17] e due anni dopo della stazione di Bologna C.le sotterranea e del relativo passante AV [18]. Nell'aprile del 2012 Bivio Tavernelle, da cui parte la diramazione verso la linea cintura di Bologna, veniva comandato direttamente dal nuovo ACCM con conseguente integrazione dell'ACC locale. Nel dicembre del 2016 è stato soppresso anche l'apparato ACEI di PM Tavernelle, comandato in remoto attraverso l'ACCM dal DCO di Bologna.

Oltre alle rilevanti modifiche relative agli apparati e al sistema di esercizio, è cambiato nel tempo anche il regime di circolazione della linea, oggi attrezzata con il blocco automatico banalizzato ad eccezione dell'unica tratta tra Nogara e S. Felice sul Panaro dove il distanziamento avviene con il blocco conta-assi banalizzato [5]. La banalizzazione di tutta la linea ha aumentato tra l'altro la flessibilità nella gestione della circolazione e nel settembre 2010 è stata inoltre autorizzata la marcia parallela da Verona a Poggio Rusco [16].

Con il passare degli anni si è assistito a un progressivo sviluppo di sistemi tecnologici che hanno sostituito nel tempo l'intervento manuale degli operatori e di conseguenza hanno reso non più necessaria l'organizzazione precedente. Oggi la linea Bologna-Verona è gestita in telecomando dai Dirigenti Centrali Operativi (DCO) ubicati a Bologna e Verona. Le stazioni lungo linea sono tutte impresenziate ad eccezione della stazione di Verona Porta Nuova con circa 30 persone impiegate, per la quale è prevista comunque la futura attivazione di una postazione remotizzata di ACC, della stazione di Bologna C.le presenziata da un Dirigente Movimento Operatore (DMO) già operativo all'interno del posto centrale di Bologna e della stazione di Poggio Rusco presenziata solo in particolari momenti della giornata per consentire l'accesso negli impianti raccordati, impiegando complessivamente 3 persone.

Tale organizzazione subirà a breve un'ulteriore evoluzione: è stato già avviato un progetto che prevede la futura attivazione di ACCM per l'intera linea, collocati a Bolo-

All the plants were equipped with ACE devices, then replaced by ACEI apparatus still present, with the exception of the Bivi di Tavernelle and S. Lucia and the Bologna C.le station, where on May 24th, 2009 the old apparatus with levers of itinerary (ACELI) of the 1950s was replaced with a Centralized Computerized systems (ACC) [12].

At the same time, the first sections of the remote control line were activated: in June 2009 the SCC of the Bivio / PC S. Lucia-Nogara line was created. The Isola della Scala station was subsequently remotely controlled by a DCO based in Verona, after an initial phase of point - to - point remote control of the Buttapietra station from Isola della Scala [13].

In June 2010, with the activation of the CTC in the Poggio Rusco-Crevalcore section, the operating regime at DL / DC was canceled and the Crevalcore, S. Felice sul Panaro and Poggio Rusco stations also became remote-controlled, but from a DCO located in Bologna [15].

Essentially the circulation management was progressively centralized in the two Central Offices of Bologna and Verona with a division of jurisdictions, moving the border from the former station of Ostiglia, turned into a stop after the doubling of the line, to the Poggio Rusco station, which serves today as the boundary between the territorial competences of Bologna and Verona.

In December 2012 also the Mantova-Monselice and Isola della Scala-Rovigo lines, belonging to the Bologna-Verona line, passed under the command of the Control Room in Verona with the transfer of the CTC headquarters from Legnago to Verona [19].

In 2010 the expansion of the Bologna node was started with the activation of the ACCM [17] and two years later of the underground Bologna Central station and the relative AV pass-through [18]. In April 2012 crossroad Tavernelle, from where the branch to the Bologna hinterland line started, was directly controlled by the new ACCM with consequent integration of the local ACC. In December 2016 the ACEI apparatus of PM Tavernelle was also closed, remotely controlled through the ACCM by the Bologna DCO.

In addition to the significant changes related to the equipment and the operating system, the circulation regime of the line has also changed over time, now equipped with the automatic contraflow block with the exception of the only route between Nogara and S. Felice sul Panaro where the spacing system works with the contraflow axle counter block [5]. The either-direction working of the entire line has increased, among other things, the flexibility in traffic management and in September 2010 the parallel march from Verona to Poggio Rusco was also authorized [16].

Over the years, there has been a progressive development of technological systems that have over time replaced the manual intervention of the operators and consequently made the previous organization no longer necessary. Today the Bologna-Verona line is managed remotely by the Control Room Train Dispatcher (DCO) located in Bologna and Verona.

gna e Verona per le tratte di rispettiva competenza. La prima fase sarà realizzata nella tratta Poggio Rusco - S. Felice sul Panaro trasformando il Bca in BA e attivando il primo ACCM nel posto centrale di Bologna [7].

8. La stazione oggi

L'exkursus storico aiuta a comprendere l'organizzazione della stazione oggi. I ruoli principali presenti in una stazione sono quelli di:

- Regolatore della Circolazione (RdC) che conserva la sua funzione di gestione della circolazione nell'impianto di giurisdizione curandone gli aspetti di sicurezza e regolarità propri del DM.
- RdC degli istradamenti (Deviatore) che supporta il RdC ove necessario, per esempio nelle stazioni ancora munite di scambi a mano, oppure laddove la complessità del banco suddiviso in banco itinerari e banco istradamenti, comporta la necessità di un secondo agente di cabina.

La crescente attenzione verso l'informazione al viaggiatore ha introdotto, soprattutto nelle principali stazioni, addetti all'informazione al pubblico (IaP). Inizialmente l'informazione al pubblico era considerata un processo operativo secondario rispetto a quello della circolazione e ne rappresentava di fatto un sottoprocesso. Tale attività veniva svolta un tempo dal Capostazione che effettuava annunci estemporanei servendosi degli altoparlanti, gli strumenti a disposizione in quell'epoca. Le comunicazioni sono state successivamente standardizzate attraverso la creazione di un manuale annunci sonori (MAS) che ha introdotto formule specifiche in funzione dell'informazione da trasmettere. Sono nati nello stesso tempo e si stanno ulteriormente sviluppando dei sistemi tecnologici per automatizzare il processo di informazione al pubblico soprattutto nelle piccole-medie stazioni (InfoStazioni, PIC-IeC). La trasformazione delle Ferrovie dello Stato da azienda pubblica a società per azioni ha imposto una crescente attenzione al cliente e si è impostata l'informazione al pubblico come un processo autonomo e sinergico rispetto alla gestione della circolazione che oggi lo vede arricchito della funzione di comunicazione, intesa come mitigazione del disagio che i clienti possono subire durante il viaggio.

Nonostante sia stata introdotta la nuova figura dell'Addetto alle informazioni al pubblico, i ruoli operativi legati al processo circolazione nel complesso hanno subito una significativa contrazione. Il fattore umano, un tempo essenziale per far circolare i treni, viene oggi fortemente supportato e spesso sostituito dalle tecnologie innovative.

La presenza di una quantità sempre più rilevante di zone di piazzale centralizzate con i più moderni apparati centrali, nonché lo sviluppo di sistemi di distanziamento che effettuano in automatico l'accertamento della completezza dei treni hanno ridotto la necessità di operatori

All the stations along the line are unattended with the exception of the Verona Porta Nuova station with about 30 people employed, for which is expected the future activation of a remote ACC station, in the Bologna Central station, attended by an Operational Movement Manager (DMO) already operating inside the Control Room in Bologna and the Poggio Rusco station. This is attended only during particular times of the day to allow access to the connected plants, the operators are in total three.

This organization will soon undergo another evolution: a project has already been launched that includes the future activation of ACCM for the entire line, located in Bologna and Verona for routes of respective competence. The first phase will be carried out in the Poggio Rusco-S. Felice sul Panaro section, transforming the Bca into BA and activating the first ACCM at the Bologna Control Room [7].

8. The station today

The historical excursus helps to understand the organization of the station today. The main roles in a station are those of:

- *Circulation Regulator (RdC) that maintains its function of managing the circulation in the jurisdictional system, taking care of the security and regularity aspects of the DM.*
- *RdC of the routing (Deviator) that supports the RdC where necessary, for example in stations still equipped with manual switches, or where the complexity of the keyboard divided into itineraries and routes, involves the need for a second box agent.*

The growing attention to information to the traveler has introduced, especially in the main stations, public information workers (IaP). Initially, information to the public was considered a secondary operational process compared to that of circulation and in fact represented a sub-process. This activity was carried out once by the station master who made extemporaneous announcements using the loudspeakers, the tools available at that time.

Communications were subsequently standardized through the creation of a sound announcements manual (MAS) which introduced specific formulas according to the information to be transmitted. Technological systems to automate the process of informing the public, especially in small-medium sized stations (InfoStazioni, PIC-IeC), are under implementation.

The transformation of the Ferrovie dello Stato from a public company to a joint-stock company has imposed a growing attention on the customer and has set information to the public as an autonomous and synergistic process with respect to the management of circulation, which today enriches it with the communication function, intended as mitigation of the inconvenience that customers may suffer during the trip.

Despite the introduction of the new figure of the Information Officer to the public, the operational roles related to the circulation process as a whole suffered a significant

preposti al controllo del piazzale, così come di strutture sopraelevate, ossia delle cabine da cui effettuare i vari accertamenti.

Le attività di manovra inoltre sono svolte per la maggior parte dalle imprese ferroviarie che operano in auto-produzione, oppure si avvalgono di un Gestore Unico che programma le attività di manovra compatibilizzando le esigenze delle singole imprese ferroviarie nella logica di efficientamento della capacità produttiva dell'impianto.

Le attività svolte lungo linea dai Guardiani dei PL a seguito dell'automazione della manovra dei PL non sono più necessarie. La chiusura delle sbarre avviene automaticamente mediante il comando da parte di un pedale azionato dal treno oppure, nel caso dei PL ubicati in stazione o da queste controllate, direttamente attraverso l'apparato di stazione. Laddove possibile, soprattutto sulle linee di una certa importanza, i passaggi a livello sono stati soppressi con la costruzione di opere sostitutive, cavalcavia o sottovia, per garantire gli attraversamenti in piena sicurezza.

Pertanto la funzione di movimento svolta in stazione si è ridimensionata in termini di attività e conseguentemente di ruoli operativi. Si lascia al sistema tecnologico la gestione, mantenendo e focalizzando il ruolo dell'operatore nelle attività di controllo e di intervento nelle emergenze.

Anche la funzione commerciale è andata scomparendo nel tempo: la vendita dei biglietti e il controllo della composizione dei carri, attività un tempo svolte rispettivamente dal Bigliettaio e dal Veicolista, sono ora a cura delle imprese ferroviarie. Per la vendita dei biglietti si sono sviluppati nuovi canali: il cliente può acquistare il biglietto anche per via telematica o tramite le macchine automatiche di distribuzione dei biglietti presenti in alcune stazioni. La ferrovia ha abbandonato le piccole spedizioni concentrando l'attenzione su trasporti di maggiore rilevanza, quali treni di auto, casse mobili, ecc. a servizio di grandi spedizionieri. Il lavoro di acquisizione del traffico viene in larga parte svolto dalla figura dell'Operatore di Trasporto Multimodale (MTO), ossia il soggetto che prende in carico una determinata merce impegnandosi nei confronti del committente a organizzare, coordinare ed eseguire la spedizione da origine a destino assumendosi la responsabilità dell'intero trasporto, rendendo più snello l'intero processo. Come conseguenza si è assistito allo sviluppo dei cosiddetti treni completi con i quali trasportare le merci direttamente al cliente da origine a destino, senza consegne intermedie che comportino scomposizioni e composizioni di carri. Ciò ha determinato un ridimensionamento della funzione del Veicolista e condotto alla scomparsa dell'Assistente alle spedizioni piccole partite.

Con lo sviluppo di sistemi di telecomando per la gestione centralizzata della circolazione e il conseguente impresenziamento di molte stazioni, la figura carismatica del Capostazione sta progressivamente evolvendo verso la figura del Dirigente Centrale Operatore che, intervenendo da postazioni remote, ha a disposizione strumentazioni e informazioni automatizzate per la supervisione e gestione

contraction. The human factor, once essential for the circulation of trains, is now strongly supported and often replaced by innovative technologies.

The presence of an ever greater quantity of centralized areas of the square with the most modern central equipment, as well as the development of distance systems that automatically check the completeness of the trains have reduced the need for operators in charge of controlling the apron, as well as elevated structures, i.e. the boxes from which to carry out the various checks.

The shunting activities are also carried out for the most part by the railway companies that operate in self-production, or they use a Single Operator that schedules the shunting activities, making the needs of the individual railway companies compatible with the logic of increasing the production capacity of the plant.

The activities carried out along the lines by the Guardians of the PL following the automation of the PL management are no longer necessary. The closing of the bars automatically happens through the command from a pedal operated by the train or, in the case of the PLs located at the station or controlled by them, directly through the station apparatus. Where possible, especially on the lines of a certain importance, level crossings have been suppressed with the construction of substitute works, overpasses or underpasses, to ensure safe crossings.

Therefore the function of movement performed at the station has been reduced in terms of activities and consequently of operational roles. Management is left to the technological system, maintaining and focusing the role of the operator in the activities of control and intervention in emergencies.

Even the commercial function has been disappearing over time: the sale of tickets and the control of the composition of the wagons, activities once carried out by the Ticket Office and the Checker respectively, are now organized by the railway companies.

For the sale of the tickets new channels have been developed: the customer can buy the ticket also via computer or through the automatic ticket distribution machines present in some stations. The railroad has abandoned small shipments, focusing attention on transport of greater importance, such as car trains, swap bodies, etc. at the service of important freight forwarders.

The work of traffic acquisition is largely carried out by the figure of the Multimodal Transport Operator (MTO), which is the person who takes charge of a given merchandise by committing himself to the customer to organize, coordinate and execute the shipment from origin to destination taking responsibility for the whole transport, making the whole process leaner.

As a consequence, we have witnessed the development of the so-called complete trains with which the goods can be transported directly to the customer from origin to destination, without intermediate deliveries that involve wagon

della circolazione che consentono di ampliare la giurisdizione su più linee e impianti. Dal 1982 sono state progressivamente attrezzate con sistemi di telecomando (CTC) oltre 7500 km di linee complementari. I sistemi di telecomando, supportati da automatismi sempre più avanzati, sono stati poi utilizzati per la gestione della circolazione delle linee fondamentali e di intere direttrici [8]. Oggi circa i tre quarti della rete ferroviaria italiana sono gestiti in telecomando da 15 posti centrali, denominati Sale Circolazione (SC), ubicati sul territorio, dove sono presenti anche figure operative delle imprese ferroviarie. Uno degli scopi delle Sale Circolazione è quello di avere un unico contesto per tutti gli operatori, facilitando la condivisione delle informazioni ed evitando la possibilità di equivoci che si possono generare nei flussi di comunicazione incrociati. Ciò costituisce un elemento determinante nella riprogrammazione della circolazione in caso di anomalie, vengono di fatto eliminate le distanze fisiche tra gli operatori che hanno la possibilità di comunicare senza l'utilizzo di telefoni, e-mail o fax, rendendo più immediata la comunicazione e di conseguenza più rapida e operativa la scelta dei provvedimenti da adottare. Inoltre questa impostazione logistica permette agli operatori di coadiuvarsi in situazioni di emergenza avendo una visione più ampia della circolazione sulle diverse linee (Fig. 14).

9. La stazione domani

La gestione centralizzata degli impianti è stata introdotta per efficientare economicamente il processo della circolazione attraverso la minore necessità di risorse di personale, ma la sua diffusione ha evidenziato un altro punto di forza nella possibilità di coordinare il processo in maniera immediata per tutta la tratta.

Questa possibilità diventava ancora più significativa quando si ubicavano più CTC in un unico posto centrale. Negli ultimi anni del Novecento si è progettato pertanto di realizzare per la rete ferroviaria italiana 5 grandi centri di comando e controllo: Milano, Bologna, Pisa, Roma e Bari. Da questi centri doveva essere regolato tutto il traffico, riunificando i posti centrali di telecomando presenti sulla rete, secondo una suddivisione per Direttrici. Le stazioni ancora presenziate, in attesa di un loro futuro telecomando, rimanevano operative alla stregua di impianti decentrati.

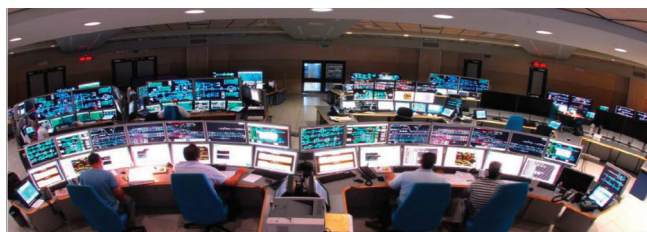


Fig. 14 - La Sala Circolazione di Bologna.
Fig. 14 - The Bologna Circulation Room.

decompositions and compositions. This led to a downsizing of the Checker function and led to the disappearance of the Assistant to small consignments.

With the development of remote control systems for the centralized circulation management and the consequent closure of many stations left unattended, the charismatic figure of the station master is progressively evolving towards the figure of the Control Room Train Dispatcher who, by intervening from remote locations, has at his disposal tools and automated information for the supervision and management of the circulation that allow him to extend the jurisdiction over several lines and plants.

Since 1982, over 7,500 km of complementary lines have been progressively equipped with Centralized Traffic Control systems (CTC). The Centralized Traffic Control systems, supported by increasingly advanced automatisms, were then used to manage the circulation of fundamental lines and entire lines [8].

Today, about three-quarters of the Italian railway network are remotely operated by 14 Control Rooms, called Circulation Rooms (SC), located in the Territorial Operating Rooms, where there are also operational figures of the railway companies. One of the purposes of the Operative Rooms is to have a single context for all operators, facilitating the sharing of information and avoiding the possibility of misunderstandings that can be generated in the crossed communication flows.

This constitutes a decisive element in the reprogramming of circulation in the case of system failure. In fact, the physical distances between operators who are able to communicate without the use of telephones, e-mails or faxes are eliminated, thus making communication more immediate and quicker and more operative the choice over the measures to be taken. Furthermore, this logistic approach allows operators to assist in emergency situations by having a wider view of the circulation on the different lines (Fig. 14).

9. The station tomorrow

The centralized management of the plants was introduced to economically improve the circulation process through the reduced need for staff resources, but its diffusion has highlighted another strong point in the possibility of coordinating the process in an immediate way for the whole section.

This possibility became even more significant when multiple CTCs were located in one central location. In the last years of the twentieth century, it was therefore planned to build 5 major command and control centers of the Italian railway network: Milan, Bologna, Pisa, Rome and Bari. All the traffic had to be regulated from these centers, by reunifying the central remote control stations located on the network, according to a subdivision by directives. The stations still present, waiting for their future remote control, remained operating as decentralized systems.

Questa logica era già stata attuata in alcune realtà estere dove esisteva un unico punto di regia della rete, come il posto centrale di Omaha (Nebraska) della Union Pacific, ma in tali realtà tutti gli impianti erano telecomandati e non vi erano operatori della circolazione nelle stazioni. Erano presenti solo addetti della manutenzione, che intervenivano in caso di guasto, oltre che per le attività di routine.

In Europa, dove la gestione della circolazione era generalmente ubicata nelle stazioni, si preferiva adottare sistemi di telecomando punto-punto di stazioni satelliti.

Il progetto di fine anni '90 dei 5 grandi centri di comando e controllo, denominato CTC grande rete, non si è compiutamente realizzato. Ciò poiché la separazione organizzativa tra impianti presenziati e impianti in telecomando, privilegiando l'attività di coordinamento rispetto all'attività di regolazione della circolazione ha reso paradossalmente più difficile la gestione operativa. Infatti con la più avanzata tecnologia dell'epoca, gli SCC, in caso di guasto si deve comunque operare nell'impianto e quindi "delegare" attività sul territorio. Ciò significa che il DM e l'addetto alla manutenzione devono essere presenti sull'impianto e le interazioni "a distanza" con il posto centrale si sono dimostrate spesso un punto debole del processo. Quindi negli ultimi anni si sono ridisegnati i punti di governo del processo circolazione secondo ambiti più legati a bacini e riportando all'interno della stessa organizzazione posti centrali e stazioni e oggi sulla rete RFI esistono 15 Sale Circolazione.

La regolazione della circolazione è oggi supportata da sistemi informatici che forniscono all'operatore indicazioni o soluzioni definite in base ad algoritmi che applicano i criteri di regolazione prescelti. Tali sistemi sono sempre più automatizzati e costituiscono un elemento inseribile nelle logiche degli apparati di telecomando, permettendo una riprogrammazione on-time. L'ACCM offre la possibilità di far recepire all'apparato non solo il programma di esercizio statico, ma anche la sua riprogrammazione ottimizzata in relazione alla situazione in atto.

Con la diffusione degli ACCM prevista nell'immediato futuro, si potrà forse avere presto un unico grande posto centrale per tutta la rete di RFI. La stazione, di conseguenza, non sarà più un luogo fisico in cui viene gestita la circolazione e sarà sempre impresenziata e impresenziabile. Tutto ciò non comporterà solo l'assenza di personale di circolazione dalle stazioni, ma anche la completa differenziazione tra il punto di accesso al treno da parte dei viaggiatori (e delle merci) e il punto operativo dove si possono svolgere le attività di circolazione (incroci, precedenza, attestamenti, composizioni, ecc.).

Il poter scindere l'accesso al treno dai punti di circolazione ha da tempo generato la creazione di nuovi luoghi di fermata dei treni, le "fermate" appunto, dove non si hanno attività di circolazione. Per rimanere all'esempio della linea Bologna-Verona, Osteria Nuova è una recente fermata della linea. Ma ciò ha anche accelerato il proces-

This logic had already been implemented in some foreign realities where there was a single coordination point of the network, like the central location in Omaha (Nebraska) of the Union Pacific, but in such reality all the plants were remote controlled and there were no traffic operators in the stations. Only maintenance personnel were present, who intervened in case of failure, as well as for routine activities.

In Europe, where traffic management was generally located in stations, it was preferable to adopt point-to-point remote systems of satellite stations.

The project of the late '90s of the 5 large command and control centers, called CTC Large Network, has not been fully achieved. This is because the organizational separation between systems installed and remote control systems, to give priority to the coordination activity rather than the regulation of circulation, has made paradoxically more difficult the operational management.

In fact, with the most advanced technology of the time, the SCC, in case of failure, however, must operate at the plant and then "delegate" activities on the territory. This means that the DM and the maintenance staff must be present on the plant and the "remote" interactions with the Control Room, have often proved to be a weak point in the process.

Therefore, in recent years, the points of governance of the circulation process have been redesigned according to areas more connected to basins and reporting to the same organization Central Centers and stations and today there are 15 territorial Operating Rooms on the RFI network.

Circulation regulation is now supported by IT systems that provide the operator with indications or solutions defined on the basis of algorithms that apply the chosen regulation criteria. These systems are increasingly automated and constitute an element that can be inserted into the logic of the remote control devices, allowing on-time reprogramming. The ACCM offers the possibility of not only receiving the static exercise program, but also its reprogramming optimized in relation to the current situation.

With the deployment of the ACCMs expected in the near future, perhaps there will be a single large central location for the entire RFI network. Consequently, the station will no longer be a physical place where traffic is managed and it will be permanently unattended. This will not only entail the absence of traffic personnel from the stations, but also the complete differentiation between the point of access to the train by travelers (and the goods) and the operating point where traffic activities can be carried out (crossings, precedences, origins, compositions, etc.).

The possibility to separate the access to the train from the points of circulation has produced for a long time the creation of new places to stop trains, the "stops" in fact, where there are no traffic activities. For example, in the Bologna-Verona line the Osteria Nuova station is a recent stop. But this has also accelerated the process of transforming stations into stops, where the urban context motivates

so di trasformazione di stazioni in fermate, lì dove il contesto urbano motiva un punto di accesso al servizio ferroviario e le tecnologie non richiedono più un punto di attività di circolazione. È il caso di S. Giovanni in Persiceto e di Mirandola. Così come viceversa, dove la circolazione richieda un impianto per svolgere le attività specifiche, ma non c'è bisogno di accesso al treno da parte del viaggiatore, si sono realizzati PM e PC, come Ostiglia Nord, o trasformate stazioni come Verona Ca' di David. Ciò significa che le stazioni, quali punti di accesso al treno, rimangono solo in quanto *hub* del trasporto per scambi intermodali e centri di servizio per l'ambito territoriale in cui si trovano.

Fino a non molti anni fa le stazioni erano concepite, nel comune modo di pensare, come punti di comando dei treni e luoghi di transito da cui allontanarsi dopo essere arrivati. Si potevano vedere viaggiatori prendere "al volo" un treno, ma era poco usuale per i viaggiatori o per i loro accompagnatori recarsi in stazione con largo anticipo per usufruire di servizi, se non per "prendere un caffè". Nel mutato contesto organizzativo la stazione si trasforma in un luogo "da vivere".

Già da tempo le stazioni sono diventate punti d'incontro, nonché luoghi polifunzionali radicati nel tessuto urbano circostante ospitando al loro interno un sempre maggior numero di servizi complementari per i clienti. Con questa connotazione le stazioni stanno assumendo inoltre la funzione di integrazione modale con altri mezzi di trasporto, con l'obiettivo di divenire dei veri e propri *hub* intermodali. Progetti di intermodalità del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, come il FrecciaLink per i collegamenti AV, e servizi di *carsharing*, *bikesharing*, *kiss&ride*, ecc. per connettere la stazione con le aree urbane circostanti, trasformerà la stazione in un moderno nodo dedicato allo scambio con altre modalità di trasporto per accompagnare il cliente fino alla "porta di casa". Quindi il viaggiatore potrà pianificare e riprogrammare all'occorrenza il suo viaggio in treno dalla stazione di partenza a quella di arrivo e in più scegliere la modalità di trasporto più appropriata per raggiungere dalla stazione la propria destinazione finale.

Come visto con l'esempio storico della società SEFTA per i collegamenti secondari della linea Bologna-Verona, la logica dell'integrazione modale esisteva già in tempi passati, ovviamente strutturata con le risorse dell'epoca. Questa logica si è mantenuta anche in periodi successivi, si pensi al collegamento ferroviario tra Roma e Fiumicino, potenziato con l'apertura dell'aeroporto nel 1961 e rimodulato specificamente in funzione del servizio per il traffico aereo nel 1990.

Nel prossimo futuro l'intermodalità è inquadrata in forma organica e le stazioni strutturate e dimensionate per rispondere sempre più alle esigenze di mobilità e di connessione con il tessuto urbano circostante, garantendo facilità di accesso e una ampia gamma di servizi. La nuova stazione di Bologna C.le AV, attivata il 9 giugno 2013, nasce già nell'ottica di favorire una vera e propria

a point of access to the railway service and the technologies no longer require a point of circulation activity. This is the case of S. Giovanni in Persiceto and Mirandola.

Just as vice versa, where the circulation requires a system to carry out specific activities, but there is no need for the traveler to access the train, PM and PC have been created, such as Ostiglia Nord, or has been modified like Verona Ca 'di David station. This means that the stations, such as points of access to the train, remain only as hubs of transport for intermodal exchanges and service centers in the area in which they are located.

Until not many years ago the stations were conceived, in the common way of thinking, as control points of trains and places of transit from which to leave immediately after arriving. You could see travelers catching the train "at the last minute", but it was unusual for travelers or their companions to go to the station well in advance to use services, if not for just "have a coffee". In the changed organizational context and above all in the vision of the Industrial Plan of the Ferrovie dello Stato Italiane Group, the station is transformed into a "place to enjoy".

The stations have become meeting points long time ago, as well as multi-purpose places rooted in the surrounding urban fabric, hosting an ever-increasing number of complementary services for customers.

With this connotation, the stations are also assuming the function of modal integration with other means of transport, with the aim of becoming real intermodal hubs. Intermodality projects of the Ferrovie dello Stato Italiane Group, such as the FrecciaLink for AV connections, and services for carpooling, bikesharing, kiss & ride, etc. to connect the station with the surrounding urban areas, it will transform the station into a modern node dedicated to the exchange with other modes of transport to accompany the customer up to the "door of the house".

So the traveler will be able to plan and re-program his train journey from the departure station to the arrival station if necessary and to choose the most appropriate transport mode to reach his final destination from the station.

As seen with the historical example of the SEFTA company for the secondary connections of the Bologna - Verona line, the logic of modal integration already existed in the past, obviously structured with the resources of the time. This logic was the same also in subsequent periods, e.g. the railway connection between Rome and Fiumicino, strengthened with the opening of the airport in 1961 and specifically reorganized according to the air traffic service in 1990.

In the near future, intermodality is framed in an unique form and the stations are structured and sized to respond more and more to the needs of mobility and connection with the surrounding urban fabric, ensuring ease of access and a wide range of services.

The new station of Bologna Central AV, activated on 9 June 2013, was built already with a view to promote a real

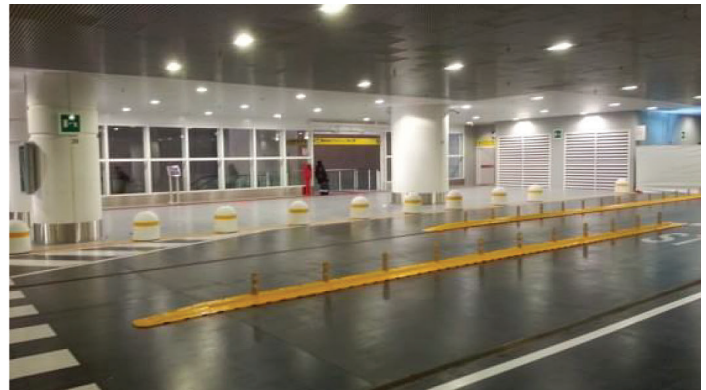


Fig. 15 - La nuova stazione sotterranea di Bologna C.le/AV.
 Fig. 15 - The new underground station of Bologna C. Le/AV.

integrazione modale e di servizi. Infatti, si sviluppa su tre livelli interrati: il piano AV, sede dei 4 binari dedicati all'Alta Velocità, il piano intermedio hall AV destinato ai servizi ferroviari e commerciali per i viaggiatori, il piano *kiss&ride*, utilizzato come sosta breve per taxi, auto private, mezzi di servizio e di soccorso. Come Bologna C.le AV, anche le altre grandi stazioni servite dai treni ad alta velocità, sono concepite per svolgere, a seconda dei contesti in cui sono inserite, oltre alla funzione di grandi hub trasportistici, funzioni commerciali, culturali, di riqualificazione urbanistica e territoriale.

Ma se cerchi il Capostazione, ... non è più lì! (Figg. 15 e 16).

modal integration and related services. In fact, it is developed on three underground levels: the AV floor, seat of the 4 tracks dedicated to high-speed; the intermediate level AV, hosting offices for railway services and commercial services for travelers; the *kiss & ride* plan, used as a shortstop for taxis, cars, service and rescue vehicles. Like Bologna Central AV, also the other large stations served by high-speed trains are designed to perform, depending on the contexts in which they are located, in addition to the function of large transport hubs, commercial and cultural functions, urban and territorial redevelopment.

But if you're looking for the station master ... he's not there anymore! (Figs. 15 and 16).



Fig. 16 - L'intermodalità nella stazione di Napoli C.le.
 Fig. 16 - The Intermodality in the Naples Central station.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Notizie flash – *I Treni* – Anno VI – n. 47, febbraio 1985.
- [2] Notizie flash – *I Treni* – Anno VII – n. 63, settembre 1986.
- [3] Ufficio Centrale di Statistica delle Ferrovie dello Stato, 1927 - Roma – “Sviluppo delle ferrovie italiane dal 1839 al 31 dicembre 1926”.
- [4] Compartimento di Bologna – “Fiancate dell’orario generale di servizio”, edizione 1942 – XX.
- [5] Fascicolo Linea 88 – Edizione dicembre 2003 – CT 3/2017;
Fascicolo Linea 43 – Edizione dicembre 2003 – CT 2/2017.
- [6] MARTORELLA G., CIRELLI G., “Gli aspetti operativi di Roma Termini”, Ingegneria Ferroviaria, dicembre 2003.
- [7] Documento RFI-DPR-DITVA0011\P2017\0000988: “Realizzazione ACCM sulla linea Bologna-Verona”.
- [8] GIOVINE V., VEZZANI V., “L’evoluzione della gestione della circolazione”, Ingegneria Ferroviaria, dicembre 2003.
- [9] http://www.ferrovieabbandonate.it/linea_dismissa.
- [10] BOCCASSI G., “Dal CTC al SCC”, Argomenti n. 10, dicembre 2006.
- [11] CIFI, “Storia e Tecnica ferroviaria, 100 anni di Ferrovie dello Stato”, Edizione CIFI giugno 2007.
- [12] Impianti FS, Attivazioni – *I Treni* – Anno XXX – n. 316, giugno 2009.
- [13] Impianti FS, Attivazioni, Soppressioni – *I Treni* – Anno XXX – n. 317, luglio/agosto 2009.
- [14] CATINI M., ROSENBERGER H., “Bologna-Verona: finalmente doppio binario”, *I Treni* – Anno XXX – n. 320, novembre 2009.
- [15] Impianti FS, Attivazioni, Soppressioni – *I Treni* – Anno XXXI – n. 328, luglio/agosto 2010.
- [16] Impianti FS, Attivazioni – *I Treni* – Anno XXXI – n. 330, ottobre 2010.
- [17] Impianti FS, Attivazioni – *I Treni* – Anno XXXI – n. 332, dicembre 2010.
- [18] Impianti FS, Attivazioni – *I Treni* – Anno XXXIII – n. 349, giugno 2012, n. 350 luglio-agosto 2012.
- [19] Impianti FS, Trasformazioni – *I Treni* – Anno XXXIV – n. 355, gennaio 2013
- [20] RESTANTE M., “Blocco Conta Assi Multisezione “BcaM”, Aspetti Normativi del sistema innovativo realizzato sulla linea Roma Ostiense-Fiumicino Aeroporto per aumentare la capacità del sistema ferroviario” - La Tecnica Professionale, n.7-8, luglio-agosto 2016.
- [21] *Pillole di Ferro...via* – *I Treni* – Anno XXXVIII – n. 407, ottobre 2017.
- [22] TOLOTTI F., “Impianti di segnalamento e sicurezza”, Ingegneria Ferroviaria, luglio-agosto 1961.