



La pianificazione dell'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria

The planning of the operation of the railway infrastructure

Valerio GIOVINE^(*)

1. Il concetto di pianificazione

Per inquadrare adeguatamente l'argomento è opportuno soffermarsi sul titolo, partendo dalla prima parola che è "pianificazione".

Se si esamina il suo significato, la pianificazione è definita come la scelta di investimenti finalizzati a raggiungere uno scopo in un determinato ambito, tenendo conto dei vincoli esistenti. In altri termini, pianificare corrisponde a decidere al meglio per la collettività e per i soggetti che vi operano. Costituisce quindi l'indicazione per programmare la sequenza di attività riportata in un piano operativo ovvero di una serie di piani che costituiscono un "filo conduttore" nella gestione delle attività da svolgere.

L'opportunità, se non la necessità, di pianificare è determinata dalla scarsità di almeno una delle risorse in gioco. Non si pianifica se si hanno tempo, fattori produttivi, risorse umane ed economiche sovrabbondanti o illimitate, normalmente si avvia il processo di pianificazione quando occorre stabilire come utilizzare le risorse disponibili più scarse, cioè quelle che vincolano il sistema.

Da questi presupposti nascono le economie pianificate, le pianificazioni familiari, le pianificazioni organizzative o aziendali. La pianificazione nell'ambito dei trasporti si è sviluppata nel secondo dopoguerra, con impostazione tendenzialmente americana, inizialmente finalizzata alla costruzione di nuove strade e all'adeguamento delle strade esistenti, in particolare nelle aree in via di sviluppo.

Le tecniche utilizzate per determinare la pianificazione si basano su modelli matematici o euristici (cioè per tentativi) che sono impostati in modo da poter riprodurre la situazione effettiva, utilizzando come variabili i fattori che concorrono a costituire il sistema. I modelli vanno quindi ideati, calibrati, resi applicabili in modo da poter rappresentare scenari presumibili al variare dei valori dei fattori [1].

Determinate le risorse vincolanti, cioè quelle scarse o quelle di cui comunque si desidera minimizzare l'uso, si vanno a individuare le soluzioni possibili per governare il sistema. La soluzione da adottare dipenderà unicamente

1. The concept of planning

To properly frame the topic, it is appropriate to focus on the title, starting with the first word which is "planning".

Examining its meaning, planning is defined as the choice of investments aimed at achieving a goal in a given area, taking into account existing constraints. In other words, planning corresponds to deciding in the best possible way for the community and for the subjects who work there. It therefore constitutes an indication for programming the sequence of activities reported in an operational plan or in a series of plans that constitute a "common thread" in the management of the activities to be carried out.

The opportunity, if not the need, to plan is determined by the scarcity of at least one of the resources involved. You do not plan if you have time, production factors, human and economic resources overabundant or unlimited, normally the planning process starts when it is necessary to establish how to use the scarce available resources, that is those that constrain the system.

From these assumptions are born the planned economies, family planning, organizational or business planning. The planning in transport sector was developed after the second world war, with an American approach, initially aimed at the construction of new roads and the adaptation of existing roads, particularly in developing areas.

The techniques used to determine the planning are based on mathematical or heuristic models (ie by trial and error) which are set up in such a way as to reproduce the actual situation, using as variables the factors that contribute to making up the system. Therefore the models must be conceived, calibrated, made applicable in such a way as to be able to represent presumable scenarios as the values of the factors vary [1].

Once the binding resources have been determined, that is those scarce or those whose use is to be minimized in any case, the possible solutions to govern the system are identified. The solution to be adopted will depend only on the decision maker: political, corporate, social. Planning should therefore

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

^(*) Rete Ferroviaria Italiana, retired Executive Director.

dal decisore: politico, aziendale, sociale che sia. La pianificazione quindi va utilizzata per attuare la migliore soluzione operativa in base all'indicazione del fattore vincolante da parte del decisore.

J. M. LEVY, in una sua pubblicazione [2], definisce la moderna pianificazione dei trasporti un processo logico e tecnico che utilizza delle analisi quantitative di dati per decidere come investire al meglio le risorse nelle infrastrutture, soprattutto in quelle esistenti, e nei relativi servizi. La pianificazione dei trasporti si è spostata quindi verso la gestione del sistema, è diventata una pianificazione finalizzata a utilizzare al meglio le risorse presenti, superando il criterio degli anni '60 legato allo sviluppo di nuove infrastrutture attraverso la stima di flussi di traffico di scenari futuri, mirando a decidere come e dove investire per mantenere le infrastrutture di trasporto e i servizi connessi.

L'approccio attuale, che viene definito come *context sensitive solution*, affronta il problema anche bilanciando la disponibilità di infrastruttura con le esigenze di salvaguardia dell'ambiente e di sostenibilità economica [3]. Pur apparentemente rappresentando una concezione moderna, di fatto la sostenibilità è un classico caposaldo della pianificazione, poiché si concretizza attraverso la minore incidenza nel costo generalizzato del trasporto determinata dalla possibilità di riutilizzo di risorse o di spazio, fattori che costituiscono le variabili del sistema [4].

2. Il concetto di esercizio dell'infrastruttura

Il secondo termine che è opportuno definire è "esercizio dell'infrastruttura".

Per esercizio va inteso il novero delle attività che rendono utile l'infrastruttura ovvero che ne permettono un uso efficace ed economicamente efficiente. L'esercizio dell'infrastruttura viene generalmente valutato sulla base delle prestazioni, identificate con la capacità produttiva.

La capacità produttiva dipende principalmente dalle caratteristiche tecniche direttamente derivate dalla struttura fisica del sistema: per l'infrastruttura ferroviaria pensiamo ad esempio alla guida vincolata dal binario o agli spazi di sicurezza imposti dalla frenatura. Peraltra i principi di sicurezza propri del sistema ferroviario, imponendo parametri predefiniti e fissi, permettono di adottare metodi deterministici abbastanza agevoli per valutare la capacità produttiva del sistema [5].

Anche la struttura degli impianti di stazione e di nodo contribuiscono con le loro caratteristiche a definire i vincoli e i limiti tecnici da cui dipende la capacità.

La rappresentazione dell'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria non è però limitabile alla capacità tecnica, poiché altre condizioni, apparentemente indipendenti dai parametri fisici, hanno un peso determinante nel concetto di esercizio e non possono essere trascurate nella valutazione. Queste condizioni sono sintetizzabili nei criteri di utilizzo dell'infrastruttura [6].

be used to implement the best operational solution based on the indication of the binding factor by the decision maker.

J. M. LEVY, in one of his publications [2], defines modern transport planning as a logical and technical process that uses quantitative data analysis to decide how to best invest resources in infrastructures, especially in existing ones, and related services. Transport planning has therefore moved towards system management, it has become planning aimed at making the best use of existing resources, overcoming the criterion of the 60s linked to the development of new infrastructures through the estimation of traffic flows of future scenarios, aiming to decide how and where to invest to maintain transport infrastructure and related services.

The current approach, which is defined as a context sensitive solution, addresses the problem by balancing also the availability of infrastructure with the needs of environmental protection and economic sustainability [3]. Although apparently representing a modern conception, in fact sustainability is a classic cornerstone of planning, since it is realized through the lower incidence in the generalized cost of transport determined by the possibility of reusing resources or space, factors that make up the variables of the system [4].

2. The concept of infrastructure operation

The second word that should be defined is "operation of the infrastructure". Operation refers to the number of activities that make the infrastructure useful or that allow it to be used effectively and economically. The operation of the infrastructure is generally assessed on the basis of performance, identified with the production capacity.

The production capacity depends mainly on the technical characteristics directly derived from the physical structure of the system: for the railway infrastructure we think, for example, of the guide bound by the track or of the safety distances imposed by braking. Moreover, the safety principles of the railway system, by imposing predefined and fixed parameters, make it possible to adopt fairly easy deterministic methods to evaluate the production capacity of the system [5]. The structure of stations and nodes also contribute with their characteristics to define the technical constraints and limits on which capacity depends.

The representation of the operation of the railway infrastructure cannot be limited to technical capacity, since other conditions, apparently independent of the physical parameters, have a decisive weight in the concept of operation and cannot be neglected in the evaluation. These conditions can be summarized in the infrastructure use criteria [6].

The operation of the railway infrastructure takes place, in fact, only on a part of the generic theoretical flow curve and its limitation is linked both to the spacing systems and to the concept of defined access (Fig. 1).

This requires a preventive definition of the structuring of capacity and therefore requires predefined criteria for planning paths that constitute a timetable. In other transport ar-

L'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria si svolge, infatti, solo su una parte della generica curva di deflusso teorica e la sua limitazione è legata sia dai sistemi di distanziamento che alla concezione dell'accesso definito (Fig. 1).

Questa impone una definizione preventiva della strutturazione della capacità e pertanto richiede criteri predefiniti di programmazione di tracce che costituiscano un orario. In altri ambiti di trasporto, come il settore stradale o marittimo, l'accesso all'infrastruttura non è limitato normativamente e l'esercizio si svolge sull'intera curva di deflusso teorica, in base ai veicoli che utilizzano la stessa infrastruttura. Altri ancora, come la navigazione fluviale e l'aereo, pur avendo accessi in qualche modo definiti nei nodi (aeroporto, porto, ...), non hanno particolari vincoli di utilizzo dell'infrastruttura.

La condizione di accesso all'infrastruttura rende rigida la strutturazione della capacità ed è quindi necessario che venga regolamentata quando il sistema è impostato come un mercato. In applicazione delle Direttive Europee anche l'Italia si è dotata della Autorità di Regolazione dei Trasporti che deve garantire le condizioni di accesso equo e non discriminatorio all'infrastruttura ferroviaria, disciplinando il mercato, proprio perché l'infrastruttura ferroviaria è una risorsa pregiata e non infinita. Le normative di regolazione vanno a costituire quindi uno degli elementi cardine per i criteri di utilizzo dell'infrastruttura e rappresentano una delle condizioni determinanti per l'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria.

Le regole che disciplinano l'accesso all'infrastruttura ferroviaria non sono mutuabili semplicemente da quelle che regolano altri tipi di mercato e vanno sapientemente adattate per non distorcerne le finalità ed evitare di commettere anche grandi errori con effetti su tutto il sistema dei trasporti.

La relazione tra il Gestore dell'infrastruttura e le Imprese ferroviarie, modello organizzativo ormai consolidato in Europa e in fase di adozione in altre realtà mondiali, si basa su standard tecnici e normativi derivati dalle disposizioni interne delle Amministrazioni ferroviarie precedenti. La differenza fondamentale è che oggi la base tecnica rappresenta un riferimento normativo da rispettare. Così gli standard sono utilizzati nell'ottenere l'ottimo aziendale e non più l'ottimo di sistema. Vanno ricordati gli studi tecnici svolti per ricercare le durezze dell'acciaio delle rotaie e dell'acciaio dei cerchioni delle sale ferroviarie che garantissero la condizione ottimale basata sul minor costo complessivo di gestione del sistema, oggi superati da uno standard tecnico d'interoperabilità rispetto al quale ogni soggetto interessato ricercherà un proprio ottimo aziendale, sfruttando le tolleranze ammissibili. Non sempre però i sub-ottimi aziendali sono equivalenti all'ottimo complessivo del sistema.

Di conseguenza l'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria va rappresentato non solo con il valore della capacità produttiva, ma anche con i vincoli imposti dai criteri di utilizzo, che ne definiscono la strutturazione.

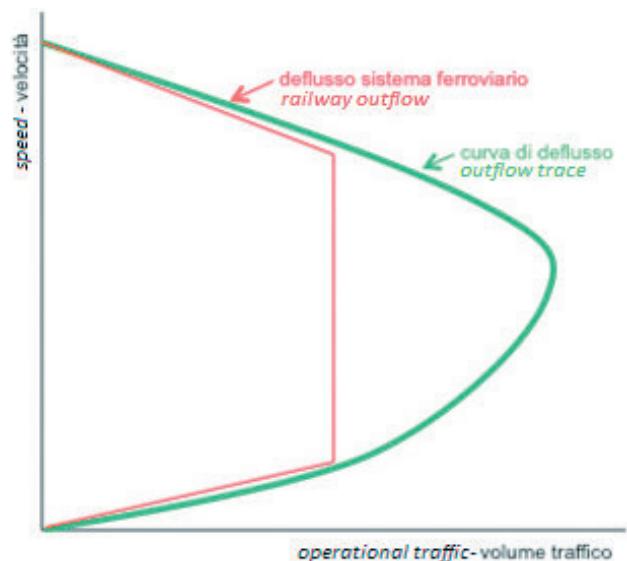


Figura 1 – Curva di deflusso teorica.
Figure 1 – Theoretical flow diagram.

such as the road or maritime sector, access to the infrastructure is not limited by law and the operation takes place on the entire theoretical flow diagram, based on the vehicles using the same infrastructure. Still others, such as river navigation and aviation, despite having accesses in some way defined at the nodes (airport, port,...), do not have particular restrictions on the use of the infrastructure.

The condition of access to the infrastructure makes the structuring of capacity rigid and it is therefore necessary that it be regulated when the system is set up as a market. In application of the European Directives, Italy too has adopted the Transport Regulation Authority which must guarantee the conditions of fair and non-discriminatory access to the railway infrastructure, regulating the market, precisely because the railway infrastructure is a valuable resource and not infinity. The regulatory regulations therefore constitute one of the key elements for the criteria for using the infrastructure and represent one of the determining conditions for the operation of the railway infrastructure. The rules governing access to the railway infrastructure cannot be simply borrowed from those governing other types of market and must be wisely adapted so as not to distort their aims and avoid making even major mistakes with effects on the entire transport system.

The relationship between the infrastructure manager and the railway undertakings, an organizational model now consolidated in Europe and being adopted in other world situations, is based on technical and regulatory standards derived from the internal provisions of the previous railway administrations. The fundamental difference is that today the technical basis represents a regulatory reference to be respected. Thus the standards are used in obtaining the business optimum and no longer the system optimum. It should be remembered the technical studies carried out to research

3. L'utilizzo dell'infrastruttura ferroviaria

Inquadrati i concetti chiave, la pianificazione dell'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria non può essere affrontata che partendo dalla valutazione dell'utilizzo dell'infrastruttura.

Generalmente si considera l'infrastruttura ferroviaria come se fosse un oggetto sempre disponibile nel tempo.

Se ipotizziamo una griglia spazio-tempo, cioè la griglia base di un orario grafico teorico, di un'ipotetica linea ferroviaria tra le stazioni A, B, C e D (Fig. 2) e riportiamo in un diagramma tempo-capacità la disponibilità complessiva dell'infrastruttura, questa sarà rappresentata dal rettangolo indicato in giallo. Di fatto la capacità teorica è definita dalle caratteristiche tecniche di esercizio, in particolare dal tempo di distanziamento, che ne determinano il valore nell'unità di tempo. Per ottenere la disponibilità, ovvero la capacità complessiva, il valore della capacità va ovviamente integrato per le 24 ore della giornata.

Per fare in modo che le caratteristiche dell'infrastruttura non vengano a deteriorarsi anche in assenza di traffico, serve utilizzare parte della disponibilità per il mantenimento in efficienza dell'infrastruttura ovvero per la manutenzione, il rinnovo e in alcuni casi il suo sviluppo.

the hardness of the steel of the rails and of the steel of the rims of the railway axels that guaranteed the optimal condition based on the lower overall cost of managing the system, today exceeded by a technical standard of interoperability with respect to which each interested party will search for its own excellent company, exploiting the admissible tolerances. Business sub-optimals are not always equivalent to the overall optimal system.

Consequently, the operation of the railway infrastructure must be represented not only with the value of the production capacity, but also with the constraints imposed by the criteria of use, which define its structure.

3. The use of the railway infrastructure

Having framed the key concepts, the planning of the operation of the railway infrastructure can only be addressed by starting from the assessment of the use of the infrastructure.

The railway infrastructure is generally considered as if it were an object that is always available over time.

If we hypothesize a space-time grid, that is the basic grid of a theoretical graphic timetable, of a hypothetical railway line between stations A, B, C and D (Fig. 2) and we report the overall infrastructure, availability in a time-capacity diagram,

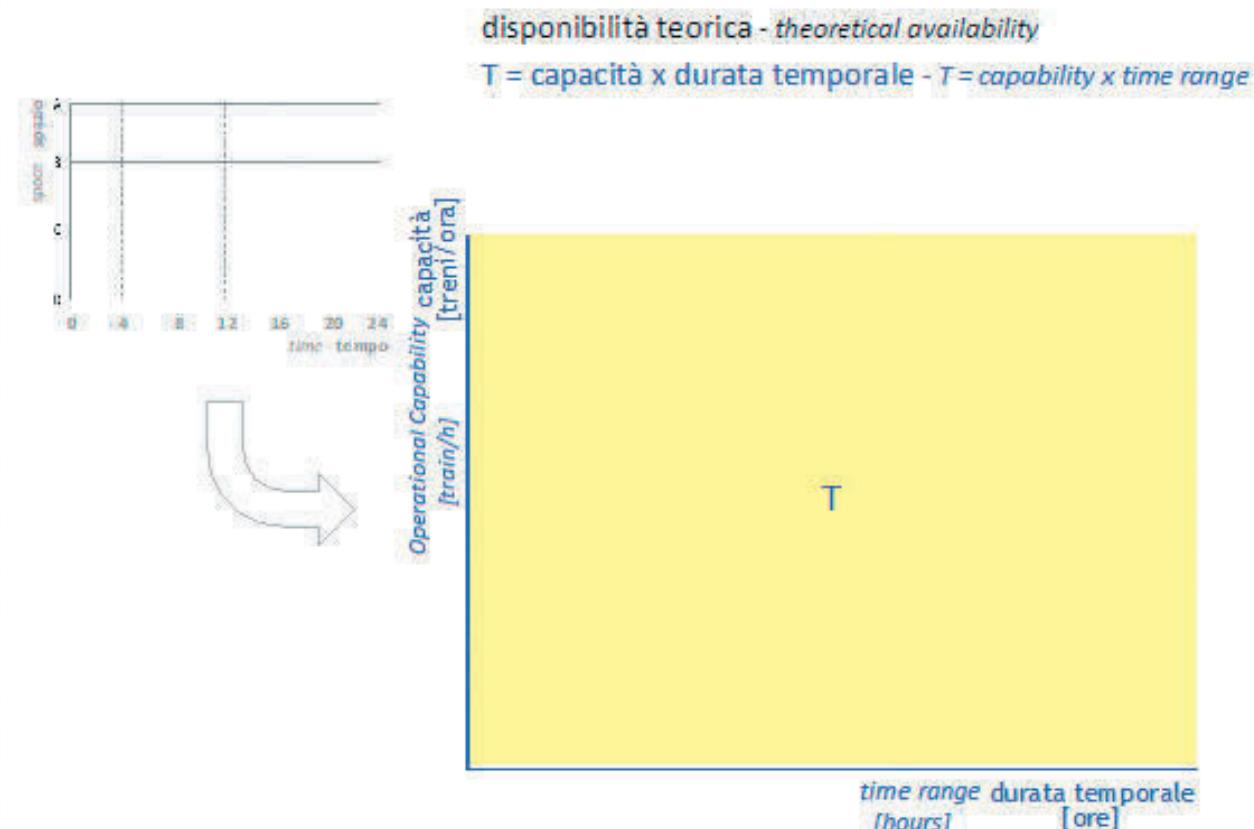


Figura 2 – Griglia di orario grafico e corrispondente diagramma tempo-capacità teorico.

Figure 2 – Time grid graph and corresponding theoretical time-capacity diagram.

POLITICA E ECONOMIA

Nella griglia dell'orario grafico quindi andranno inserite delle "fasce" dedicate al mantenimento in efficienza, durante le quali l'infrastruttura viene utilizzata per garantire la sua capacità di prestazione.

Stabilire il posizionamento di tali "fasce" nell'ambito della giornata e il loro dimensionamento è importante. Infatti le attività di mantenimento in efficienza dipendono dalle norme, che prescrivono i parametri e i tempi delle verifiche tecniche di sicurezza, dai tempi di esecuzione degli interventi, a loro volta derivanti dalle modalità operative e di sicurezza, e dalla usura, determinata dal traffico presente.

Quelle che nell'orario grafico vengono indicate come fasce di interruzione o interruzioni programmate, compattate nel diagramma tempo-capacità, corrispondono alla capacità per il mantenimento in efficienza, che dipende dal traffico: più traffico c'è, più c'è necessità di manutenzione, di rinnovo, di sviluppo. Nel diagramma tempo-capacità una parte della disponibilità rappresentata del rettangolo indicato in giallo è quindi utilizzata dal mantenimento in efficienza rappresentato dal rettangolo indicato in verde, che si sovrappone riducendo la durata temporale teorica (Fig. 3).

Occorre inoltre considerare che l'infrastruttura ferroviaria può essere soggetta a situazioni di funzionamento degradato. Il degrado va inteso non come evento acciden-

this will be represented by the rectangle indicated in yellow. In fact, the theoretical capacity is defined by the technical characteristics of operation, in particular by the spacing time, which determine its value in the unit of time. To obtain the availability, that is the overall capacity, the value of the capacity must obviously be integrated for the 24 hours of the day.

To ensure that the characteristics of the infrastructure do not deteriorate even in the absence of traffic, it is necessary to use part of the availability for maintaining the efficiency of the infrastructure or for maintenance, renewal and in some cases its development.

In the graphic timetable grid, therefore, "bands" dedicated to maintaining efficiency will be inserted, during which the infrastructure is used to ensure its performance capacity.

Establishing the positioning of these "bands" within the day and their sizing is important. In fact, the activities of maintaining efficiency depend on the regulations, which prescribe parameters and times of the technical safety checks, on the execution times of the works, in turn deriving from the operating and safety methods, and on wear, determined by the existing traffic.

Those that in the graphic timetable are indicated as interruption bands or scheduled interruptions, compacted in the time-capacity diagram, correspond to the capacity for maintaining efficiency, which depends on the traffic: more traffic

disponibilità per mantenimento e sviluppo infrastruttura - infrastructure development and maintenance availability
 $M = f(\text{traffico, norme sicurezza, tempi esecuzione, ...})$ - $M = f(\text{traffic, safety regulations, time table, ...})$

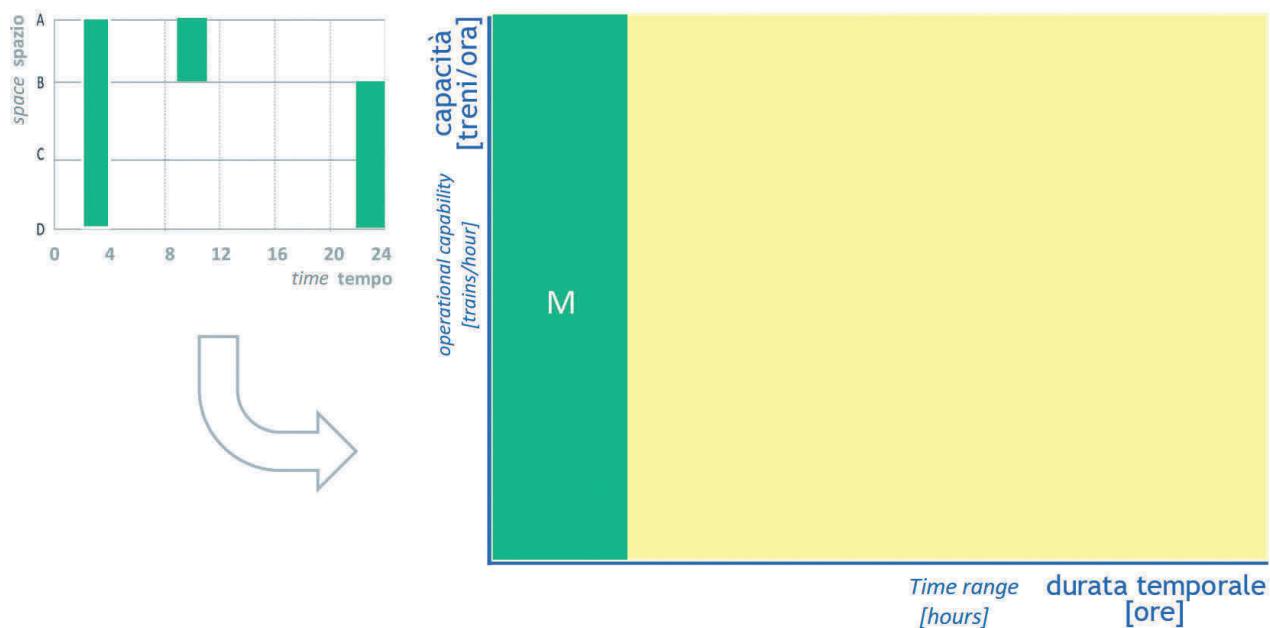


Figura 3 – Griglia di orario grafico e corrispondente diagramma tempo-capacità con evidenziata la riduzione di disponibilità per mantenimento in efficienza dell'infrastruttura ferroviaria.

Figure 3 – Graphic timetable grid and corresponding time-capacity diagram with highlighted the reduction of availability for maintaining the efficiency of the railway infrastructure.

tale, ma come una condizione gestita, determinata da variazioni delle caratteristiche tecniche. Tali variazioni generano una riduzione sistematica della capacità e pertanto si ha un esercizio dell'infrastruttura con una prestazione inferiore e trasversale nel tempo per tutta la durata del degrado. Esempi di tali situazioni sono i casi di rallentamenti (non accidentali), indicati in forma generica nella griglia dell'orario grafico.

Nel diagramma tempo-capacità questi degradi, opportunamente compattati, sono rappresentati dal rettangolo indicato in rosso, che va a ridurre la disponibilità teorica rappresentata dal rettangolo indicato in giallo (Fig. 4), come valore della capacità.

Infine va preso in considerazione l'effetto delle anomalie dei componenti dell'infrastruttura.

I sistemi ferroviari, in particolare i sistemi che garantiscono la sicurezza, sono progettati in maniera intrinsecamente *fail safe*, cioè in caso di malfunzionamento tendono a bloccare la circolazione e quindi a impedire che si possa determinare un inconveniente di esercizio. Questo concetto spesso si dimentica, o lo si ignora, quando si genera un inconveniente e se ne vanno solo a stigmatizzare gli effetti prodotti, senza valutare adeguatamente il valore del mantenere integra la sicurezza a discapito della regolarità.

disponibilità per riduzioni prestazionali (rallentamenti, ...) - *availabilities for performance reductions (slowdowns, ...)*

$R = f(\text{traffico, norme sicurezza, livello affidabilità, ...}) - R = f(\text{traffic, safety regulations, reliability level, ...})$

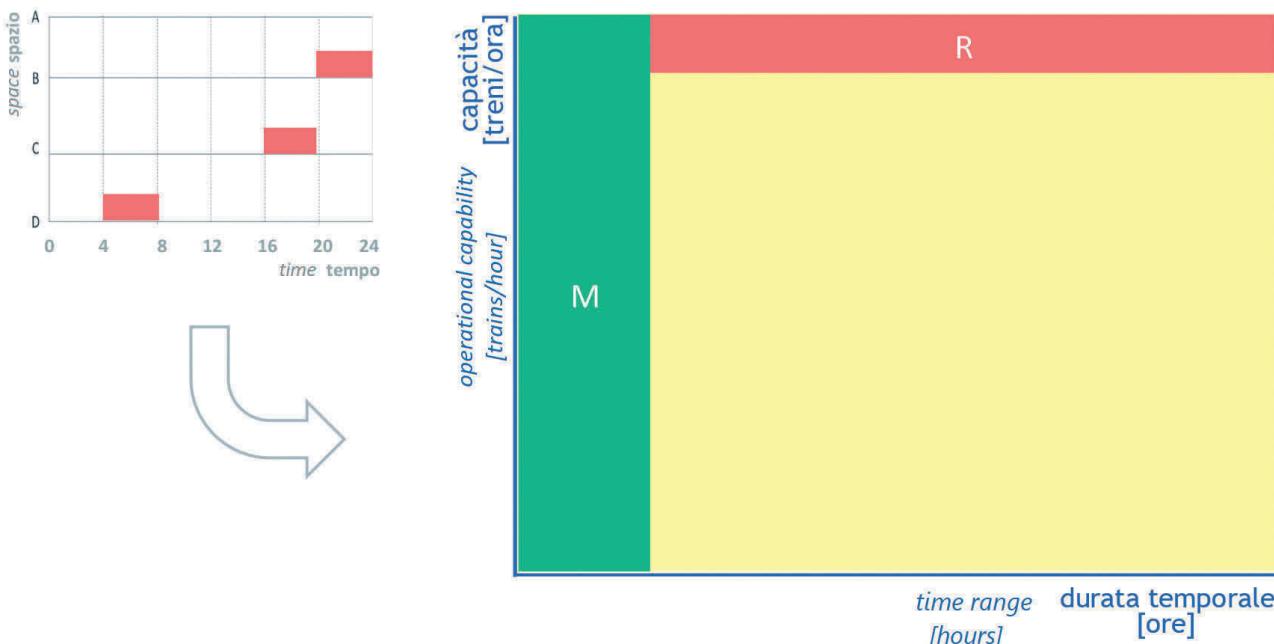


Figura 4 – Griglia di orario grafico con indicazione delle limitazioni prestazionali e corrispondente diagramma tempo-capacità con evidenziata la riduzione di disponibilità per mantenimento in efficienza e per limitazioni prestazionali dell'infrastruttura ferroviaria.

Figure 4 – Graphic timetable grid with indication of performance limitations and corresponding time-capacity diagram with highlighted reduction of availability for maintaining efficiency and for performance limitations of the railway infrastructure.

Le anomalie determinano un'indisponibilità di capacità dell'infrastruttura casuale, che dipende fondamentalmente dal volume del traffico esistente, dalle caratteristiche tecniche dell'infrastruttura e dalla complessità del componente guasto. Va ricordato che in un meccanismo il "pezzo che non c'è" è il "pezzo" che non si guasta mai: più componenti ci sono, più la probabilità di guasto diventa alta.

Rispetto all'orario grafico teorico non si possono inserire a priori "spazi" determinati da guasti, i cui effetti peraltro variano in funzione del traffico e delle modalità di gestione, a loro volta dipendenti dalle norme di sicurezza, dai tempi di intervento, dall'organizzazione finalizzata a riparare, o comunque a sopperire, al guasto.

I tempi di intervento, in particolare, possono essere minimizzati attraverso un accrescimento delle risorse di pronto intervento per garantire effetti sempre più limitati, la cui onerosità va contemperata al valore della minore perdita di capacità.

In alternativa si possono adottare delle "gestioni degradate", che pur limitando la capacità permettono di mantenere l'esercizio e rendono meno pesanti gli effetti dei tempi di intervento. Questo principio, che si è da sempre applicato e tuttora si applica nell'ambito della circolazione ferroviaria, è basato sull'attribuire all'uomo le funzioni del "pezzo" guasto, sostituendo l'automatismo del componente con la operatività dell'uomo e riducendo la capacità del sistema. In questa logica si inserisce l'uso dei tasti di soccorso degli apparati di sicurezza, richiamato dal "piombo": la necessità di "spiombamento" del tasto di soccorso serviva proprio per far prestare attenzione all'operatore e ricordare che da quel momento non aveva solo le funzioni di comando e di controllo, ma presidiava anche le condizioni che il componente non funzionante svolgeva nel processo complessivo.

Nel diagramma tempo-capacità questo tipo di eventi possono essere schematicamente rappresentati dal triangolo indicato in arancione, in quanto non sempre presenti e con effetti non costanti nel tempo. (Fig. 5).

Mentre i rettangoli verdi e rosso sono in qualche modo predefinibili, il triangolo arancione non è valutabile a priori e può essere determinato solo con logiche probabilistiche legate agli eventi accidentali.

Se si considerano quindi tutti gli "spazi" destinati al mantenimento in efficienza, ai degradi programmati e alle anomalie, la disponibilità dell'infrastruttura per l'utilizzo commerciale, è rappresentata dal poligono indicato in giallo (Fig. 6).

4. L'approccio della pianificazione

Questa rappresentazione teorica della ripartizione dell'utilizzo dell'infrastruttura ferroviaria è importante per concettualizzare l'approccio della pianificazione dell'esercizio.

Partendo dal diagramma tempo-capacità è fondamentale comprendere quali siano le interrelazioni tra i diversi ambiti di utilizzo ovvero come si modificano in funzione

the event of a malfunction they tend to block circulation and therefore prevent an operating inconvenience from occurring. This concept is often forgotten, or ignored, when an inconvenience is generated and they go only to stigmatize the effects produced, without adequately evaluating the value of maintaining safety intact at the expense of regularity.

The failures result in an unavailability of random infrastructure capacity, which basically depends on the volume of existing traffic, the technical characteristics of the infrastructure and the complexity of the faulty component. It should be remembered that in a mechanism the "part that isn't there" is the "part" that never fails: more components there are, higher the probability of failure becomes.

With respect to the theoretical graphic timetable, it is not possible to insert a priori "areas" determined by failures, whose effects vary according to traffic and management methods, which in turn depend on safety regulations, work times, organization aimed at repairing or in any case, making up for the breakdown.

Work times, in particular, can be minimized through an increase in emergency response resources to ensure increasingly limited effects, the cost of which must be balanced against the value of the lesser loss of capacity.

Alternatively, "degraded management" can be adopted, which, while limiting the capacity, allow the operation to be maintained and make the effects of work times less severe. This principle, which has always been applied and still applies in the railway traffic sector, is based on attributing to man the functions of the faulty "part", replacing the automatism of the component with the operation of man and reducing the capacity of the system. The use of the emergency keys of the safety devices is inserted into this logic, recalled by the "seal": the need to "unplug" the emergency button was used precisely to make the operator pay attention and remember that from that moment he had not only the command and control functions, but also oversaw the conditions that the non-functioning component performs in the overall process.

In the time-capacity diagram this type of events can be schematically represented by the triangle indicated in orange, as they are not always present and with effects that are not constant over time. (Fig. 5).

While the green and red rectangles are somehow pre-defined, the orange triangle cannot be evaluated a priori and can only be determined with probabilistic logics linked to accidental events.

Therefore, if we consider all the "area" intended for maintenance in efficiency, planned degradation and failures, the availability of the infrastructure for commercial use is represented by the polygon indicated in yellow (Fig. 6).

4. The planning approach

This theoretical representation of the distribution of the use of the railway infrastructure is important for conceptualizing the approach of operating planning.

POLITICA E ECONOMIA

disponibilità per riduzione connessa ad anomalie - *Availabilities for reduction connected to deviations*
 $A = f(\text{traffico, norme sicurezza, tempi intervento, ...})$ $A = f(\text{traffic, safety regulations, work times...})$

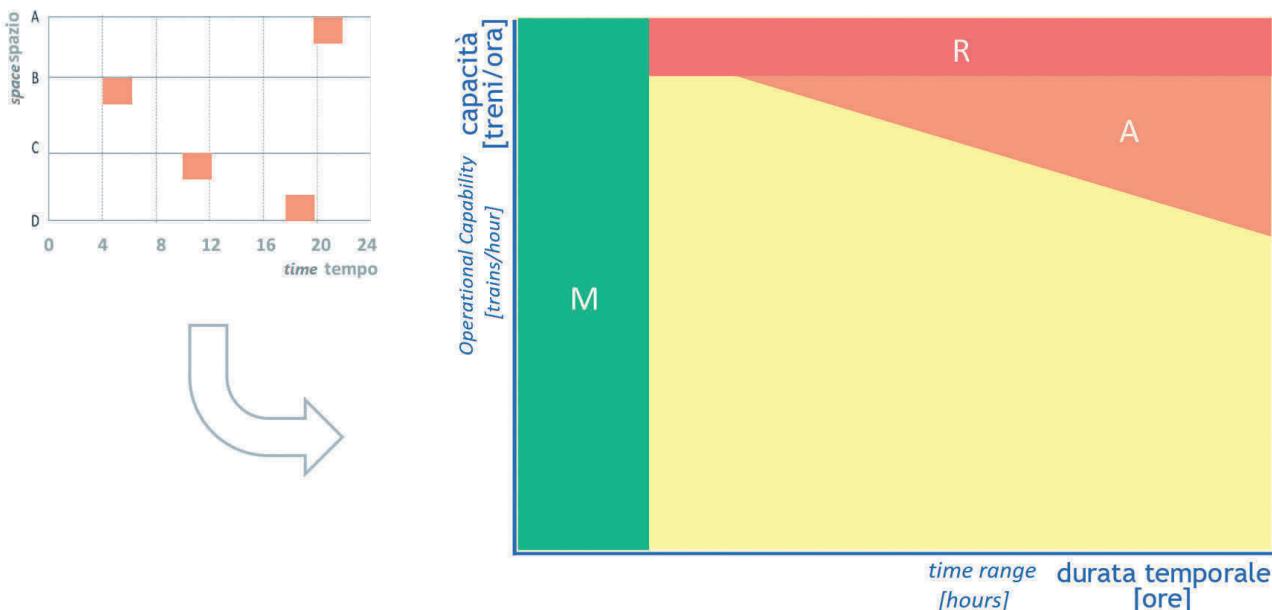


Figura 5 – Griglia di orario grafico con indicazione delle indisponibilità per anomalie e corrispondente diagramma tempo-capacità con evidenziata la riduzione di disponibilità per mantenimento in efficienza, per limitazioni prestazionali e per anomalie dell'infrastruttura ferroviaria.

Figure 5 – Graphic timetable grid with indication of unavailability due to anomalies and corresponding time-capacity diagram with highlighted reduction of availability for maintaining efficiency, for performance limitations and for anomalies of the railway infrastructure.

disponibilità per utilizzo commerciale *availability for commercial use* $C=T-M-R-A$

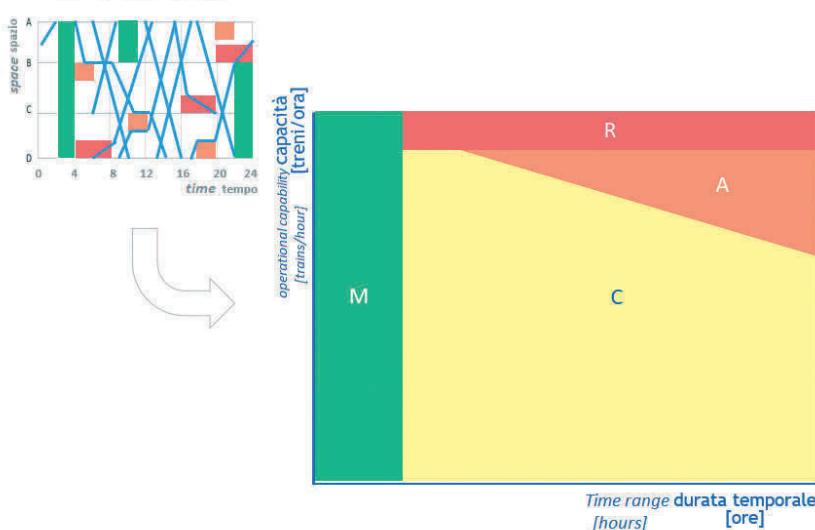


Figura 6 – Griglia di orario grafico e corrispondente diagramma tempo-capacità con evidenziata l'effettiva disponibilità per l'utilizzo commerciale dell'infrastruttura ferroviaria.

Figure 6 – Graphic timetable grid and corresponding time-capacity diagram highlighting the actual availability for commercial use of the railway infrastructure.

delle variabili più significative. È chiaro che all'interno del sistema esiste un equilibrio dinamico, che occorre definire per valutare la migliore utilizzazione delle risorse più scarce o che si desidera minimizzare in fase di pianificazione.

Ad esempio, un aumento del traffico incide direttamente sulle dimensioni del rettangolo verde e del poligono giallo e indirettamente anche sul rettangolo rosso e sul triangolo arancione, richiedendo un maggiore livello di affidabilità e di regolarità per raggiungere un equilibrio del sistema (Fig. 7).

La necessità di una preventiva strutturazione di capacità nell'ambito ferroviario, in quanto infrastruttura ad accesso definito, fa emergere l'opportunità di giocare sul livello della disponibilità dell'infrastruttura per ottenere il massimo risultato.

In una situazione in cui vi sia sufficiente "spazio" per tutti gli ambiti descritti ovvero dove la disponibilità d'infrastruttura sia sovrabbondante rispetto alle esigenze della domanda di traffico, è ovvio che la variabile da ottimizzare in fase di pianificazione sia il costo di esercizio, minimizzandolo e lasciando che si espandano i rettangoli verde e rosso se si riducono i costi unitari.

Era la situazione delle linee AV al loro avvio: pochi treni, pochi conflitti di traffico, tempo per svolgere in serie le attività di mantenimento, peraltro ancora limitate vista la "freschezza" dell'opera.

Starting from the time-capacity diagram, it is essential to understand what are the interrelationships between the different areas of use or how they change according to the most significant variables. It is clear that within the system there is a dynamic equilibrium, which must be defined to evaluate the best use of the most scarce resources or which you want to minimize in the planning phase.

For example, an increase in traffic directly affects the size of the green rectangle and the yellow polygon and indirectly also the red rectangle and the orange triangle, requiring a greater level of reliability and regularity to achieve a system equilibrium (Fig. 7).

The need for a prior structuring of capacity in the railway sector, as an infrastructure with defined access, brings out the opportunity to play on the level of infrastructure availability to obtain the maximum result.

In a situation in which there is sufficient "area" for all the sectors described or where the availability of infrastructure is overabundant with respect to the needs of traffic demand, it is obvious that the variable to be optimized in the planning phase is the operating cost, minimizing it and letting the green and red rectangles expand if you reduce unit costs.

It was the situation of the HS lines when they started: few trains, few traffic conflicts, time to carry out maintenance activities in series, however still limited given the "freshness" of the structure.

equilibrio dinamico del sistema *Dynamic System Steady-State* all'aumento del traffico ... *to the traffic increasing ...*

- aumenta M ▪ *M increasing*
- aumenta R o s. ▪ *R increasing or
accetta un
minore livello di
affidabilità*
- aumenta A o si ▪ *A increases or
accetta un
minore livello di
regolarità*

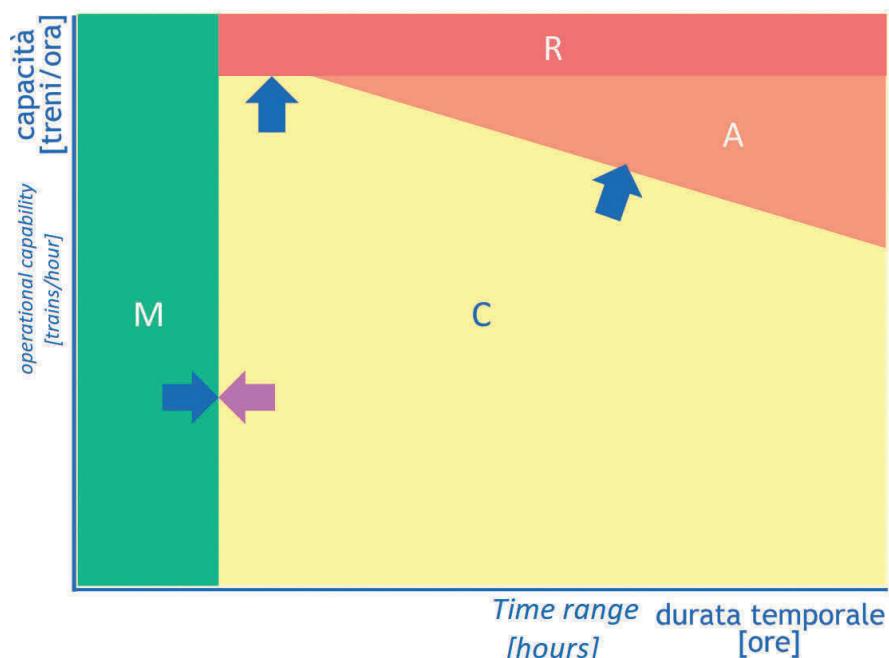


Figura 7 – Diagramma tempo-capacità teorico con evidenziato l'equilibrio dinamico del sistema.
Figure 7 – Theoretical time-capacity diagram with highlighted the dynamic equilibrium of the system.

L'obiettivo era vendere nuove tracce e posizionare le attività di mantenimento negli spazi disponibili dove meno costose (di giorno) e con durata vincolata solo dal passaggio del treno programmato, anche in gestione operativa.

Diversa la situazione sulle linee AV a inizio 2019, con la disponibilità dell'infrastruttura per l'utilizzo commerciale praticamente esaurita in alcune tratte e con contrazione massima degli intervalli di manutenzione in fasce rigorosamente notturne, spesso non concessi in gestione operativa per recuperare ritardi dei treni. Al di là dei principi regolatori, l'obiettivo era diventato la garanzia di mantenimento in efficienza dell'infrastruttura, a cui era concessa una disponibilità di utilizzo scarsa per l'aumento del traffico (e quindi dell'usura) e della vetustà dell'infrastruttura.

La pianificazione assume un ruolo importante quando vi è scarsità di risorse e occorre ottimizzare, ovvero minimizzare o massimizzare, uno dei fattori del sistema. Chiaramente non si può prendere lo "spazio" utilizzato per la commercializzazione, né si possono ridurre le attività di mantenimento che, aumentando il traffico, devono proporzionalmente essere incrementate. Per ottenere un equilibrio si devono rivedere le organizzazioni di ciascun ambito di utilizzo, sia trovando soluzioni di orario che permettano di mantenere i volumi richiesti riducendo le dispersioni interne, ad esempio attraverso l'omotachicità e definendo cataloghi di tracce standard, sia adottando diverse impostazioni manutentive, in modo da eliminare le situazioni di degrado e utilizzare quegli "spazi" per le accresciute esigenze di mantenimento.

Per rendere operativo questo processo occorre quindi pianificare tenendo presenti tutte le componenti che interagiscono e soprattutto utilizzando principi e criteri coerenti.

5. Lo scenario attuale

Il contesto esterno si è modificato con l'emergenza COVID-19 e il grande sforzo futuro sarà nella ricerca di un nuovo equilibrio sociale ed economico.

Certamente non cambia il concetto di esercizio dell'infrastruttura ferroviaria, non cambia il concetto di pianificazione, che anzi si rafforza nella sua finalità attuale. Variano solo i parametri dei fattori produttivi interni ed esterni al sistema ferroviario.

L'esigenza iniziale del distanziamento interpersonale per limitare i contagi, o distanziamento sociale come veniva definito nei primi DPCM¹, i successivi divieti di spostamento, le chiusure di interi settori produttivi hanno determinato situazioni che devono trovare un nuovo equilibrio.

La diffusione delle tecnologie telematiche ha permesso di svolgere attività a distanza, accelerando il processo, già in atto, di revisione delle modalità lavorative nel settore degli uffici, storicamente impostate con criteri organizzativi mutuati dalla fabbrica: lavorazioni in compresenza e orari fissi.

The goal was to sell new paths and place maintenance activities in the available spaces where they are less expensive (during the day) and with a duration limited only by the scheduled train passage, even in operational management.

The situation on the HS lines at the beginning of 2019 was different, with the availability of the infrastructure for commercial use practically exhausted in some sections and with a maximum reduction of maintenance intervals in strictly night time bands, often not granted in operational management to recover train delays. Beyond the regulatory principles, the objective had become the guarantee of maintaining the efficiency of the infrastructure, which was granted a scarce availability of use due to the increase in traffic (and therefore of wear) and the age of the infrastructure.

Planning plays an important role when there is a scarcity of resources and it is necessary to optimize, or minimize or maximize, one of the factors of the system. Clearly, the "area" used for marketing cannot be taken, nor can maintenance activities be reduced which, by increasing traffic, must be proportionally increased. To obtain a balance, the organizations of each area of use must be reviewed, both by finding time-table solutions that allow to maintain the required volumes by reducing internal dispersions, for example through homotachicity and defining catalogs of standard paths, and by adopting different maintenance settings, in order to eliminate situations of degrade and use those "areas" for the increased maintenance needs.

To make this process operational, it is therefore necessary to plan keeping in mind all the interacting components and above all using consistent principles and criteria.

5. The current scenario

The external context has changed with the COVID-19 emergency and the great future effort will be in the search for a new social and economic balance.

Certainly the concept of railway infrastructure operation does not change, the concept of planning does not change, which on the contrary is strengthened in its current purpose. Only the parameters of production factors internal and external to the railway system change.

The early need for interpersonal distancing to limit contagions, or social distancing as it was defined in the first DPCM,¹ the subsequent travel bans, the closures of entire production sectors have resulted in situations that must find a new balance.

The spread of telematic technologies has made it possible to carry out activities remotely, accelerating the process, already underway, of reviewing the working methods in the office sector, historically set with organizational criteria borrowed from the factory: co-presence work and fixed hours.

With the use of "smart working", home-to-work trips are

¹ Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri.

¹ Decree of the President of the Council of Ministers.

Con l'utilizzazione dello "smart working", vengono sicuramente a ridursi gli spostamenti casa-lavoro in particolare nel settore terziario, pur restando forte l'esigenza di un rapporto "di persona", che richiede momenti di incontro e quindi spostamenti. Questa diversa esigenza di mobilità, intesa come spostamento di persone, farà variare l'impostazione dei servizi di trasporto ferroviari ancora basati su flussi verso luoghi di lavoro. Anche la logica del cadenzamento ovvero della continuità di servizio, adottata per relazioni in cui la domanda di mobilità è elevata e costante nell'arco della giornata, dovrà adattarsi a quella che sarà la richiesta di spostamenti in un nuovo equilibrio organizzativo del lavoro.

Una diversa impostazione dei servizi commerciali viaggiatori modifica le caratteristiche della strutturazione della capacità e pertanto richiede una nuova logica di programmazione delle tracce orario e quindi un'attenta verifica della disponibilità dell'infrastruttura per l'utilizzo commerciale.

La scelta del distanziamento e la minore propensione alla condivisione degli spazi chiusi, ha prodotto una diminuzione dell'uso dei mezzi di trasporto collettivi e pubblici individuali, come i taxi, in particolare connessa al loro riempimento. L'obbligo di riduzione dei posti offerti sui veicoli, che riguarda le imprese ferroviarie, e più in generale tutte le imprese di trasporto, ha però determinato una diversa impostazione delle esigenze di utilizzo dell'infrastruttura.

L'iniziale opzione adottata dalle ferrovie di mantenere un basso riempimento dei veicoli, circa il 50%, ha prodotto anche un grande gradimento da parte della clientela per i margini di distanziamento garantiti, per cui la richiesta di tracce orario è rimasta quasi invariata, nonostante la riduzione della domanda complessiva di trasporto. In relazione alla contrazione della domanda e in particolare la domanda di tipo "business", che corrisponde al segmento di maggiore redditività, le Imprese ferroviarie, per utilizzare al meglio le proprie risorse, hanno inoltre rimodulato le richieste di tracce orario per relazioni a offerta più debole. Per esempio, nel periodo estivo 2020 le relazioni AV Torino-Reggio Calabria, che in precedenza non rivestivano grande interesse economico, nel momento della riduzione del riempimento sono state saturate, rendendo anche opportuno offrire nuove coppie dei treni. Questo per l'esercizio dell'infrastruttura ha significato produrre una flessibilità dell'offerta di tracce e un riposizionamento verso relazioni a domanda fino allora più debole.

La quantità di posti offerti per veicolo, che è un aspetto apparentemente non connesso all'utilizzo dell'infrastruttura, è invece importante per la pianificazione dell'esercizio ferroviario. La lunghezza dei convogli è, infatti, un elemento da considerare per le caratteristiche tecniche e prestazionali connesse alla capacità. Le raccomandazioni UIC per le carrozze di tipo europeo prevedevano sei posti (tre posti a fila) per ogni compartimento, sia di prima che di seconda classe (allora venivano offerte due classi di servizio) anche se con distanze interne lievemente differenti. Con

certainly reduced, particularly in the tertiary sector, while the need for "in person" relationship strongly remains, requiring moments of meeting and therefore travel. This different need for mobility, understood as the movement of people, will change the setting of railway transport services still based on flows to workplaces. The logic of timing or continuity of service, adopted for relation in which the demand for mobility is high and constant throughout the day, will also have to adapt to what will be the demand for travel in a new organizational work balance.

A different approach to commercial passenger services changes the characteristics of the capacity structuring and therefore requires a new logic for scheduling the train paths and therefore a careful check of the availability of the infrastructure for commercial use.

The choice of spacing and the lower propensity to share enclosed spaces, has resulted in a decrease in the use of public collective means of transport and individual, such as taxis, in particular related to their filling. However, the obligation to reduce the number of seats offered on vehicles, which concerns railway undertakings, and more generally all transport companies, has resulted in a different approach to the needs for the use of the infrastructure.

The first option adopted by the railways to maintain low vehicle filling, around 50%, also produced great customer satisfaction for the guaranteed spacing margins, so the request for train paths remained almost unchanged, despite the reduction of the overall demand for transport. In relation to the contraction in demand and in particular the "business" demand, which corresponds to the segment with the highest profitability, the railway undertakings, in order to make the best use of their resources, have also reshaped requests for train paths for more weak supply relations. For example, in the summer of 2020 the HS Turin-Reggio Calabria connections, which previously were not of great economic interest, were saturated at the time of the reduction in filling, making it also appropriate to offer new pairs of trains. For the operation of the infrastructure, this meant producing flexibility in the supply of paths and a repositioning towards relations with hitherto weaker demand.

The amount of seats offered per vehicle, which is an aspect apparently not related to the use of the infrastructure, is instead important for planning the railway operation. The length of the trains is, in fact, an element to be considered for the technical and performance characteristics related to capacity. The UIC recommendations for European-type carriages provided for six seats (three seats in a row) for each compartment, both first and second class (then two classes of service were offered) although with slightly different internal distances. With the abolition of the compartments and the different use of the internal spaces of the vehicles and with the adoption of different commercial logics, the four seats in a row have been re-proposed in the vehicles in the service categories equivalent to the second class, restoring old logic respect services differentiation,

l'abolizione dei compartimenti e il diverso utilizzo degli spazi interni dei veicoli e con l'adozione di differenti logiche commerciali, si sono riproposti nei veicoli i quattro posti a fila sulle categorie di servizio equivalenti alla seconda classe, ripristinando vecchie logiche rispetto alla differenziazione dei servizi, che occorrerà di nuovo superare per rendere coerente il riempimento dei veicoli con le esigenze di distanziamento interno e con le finalità di trasporto che si andranno a determinare nel futuro equilibrio.

Nel settore merci la domanda di trasporto ferroviario, pur subendo fluttuazioni legate alle chiusure dei settori produttivi, ha mantenuto il suo volume tendenzialmente costante nel periodo dell'emergenza. Va però evidenziata una richiesta di servizi molto più estemporanea e flessibile, spesso soddisfatta dalla riduzione del traffico viaggiatori, che indurrà una diversa impostazione delle tracce orario nell'arco della giornata e soprattutto nelle modalità operative di richiesta di capacità. Le Imprese ferroviarie merci dovranno ritrovare un punto di equilibrio tra garanzia di tracce assegnate e possibilità di tracce in gestione operativa in funzione di una valutazione dei costi di produzione, pedaggio incluso.

Altro importante elemento del contesto sono le modalità di esecuzione delle attività connesse al mantenimento in efficienza dell'infrastruttura, anche in assenza di traffico. Le disposizioni di sicurezza sanitaria anti-assembramento impongono una diversa organizzazione per le lavorazioni, con un obbligo di fatto di porre in serie interventi finora svolti in parallelo, che produce un allungamento dei tempi di esecuzione. Analogi effetti si ha sulle lavorazioni più complesse che, posizionando in serie fasi operative precedentemente previste in parallelo (Fig. 8), produce la necessità di adeguamento della durata delle fasce di interruzione per la diversa organizzazione del lavoro.

Inoltre, pur riducendosi l'attività manutentiva per la parte di usura connessa al traffico, l'attività di presidio può richiedere tempi maggiori e pertanto è opportuno po-

which will need to be overcome again to make the filling of vehicles consistent with the needs of internal spacing and with the transport purposes that will be determined in the future balance.

In the freight sector, though undergoing fluctuations related to the closures of the production sectors, the demand for rail transport has kept its volume basically constant during the emergency period. However, a much more extemporary and flexible request for services should be highlighted, often satisfied by the reduction in passenger traffic, which will lead to a different setting of the paths throughout the day and especially in the operating procedures for requesting capacity. Freight railway companies will have to find a balance between guaranteeing assigned paths and the possibility of paths under operational management based on an assessment of production costs, tolls included.

Another important element of the context are the methods of carrying out activities related to maintaining the efficiency of the infrastructure, even in the absence of traffic. The anti-gathering health safety provisions impose a different organization for the workings, with a de facto obligation to put in series activities carried out up to now in parallel, which produces a lengthening of the execution times. A similar effect occurs on the more complex processes which, by placing previously planned operating phases in series in parallel (Fig. 8), produces the need to adjust the duration of the interruption bands for the different organization of work.

Furthermore, while the maintenance activity for the wear and tear connected to traffic is reduced, the check activity may take longer and therefore it is advisable to place it at times of the day when the unit cost is lower.

It should also be considered that the degradation of capacity connected to safety regulations after some work on the armament (speed reductions up to the passage of a defined tonnage) has a duration depending on the traffic and therefore the availability of infrastructure consumed by the degraded situation is greater in case of low traffic. As well as the buffers inserted in the programming of the time paths and interruptions, they must be re-elaborated in consideration of the traffic and the relative interferences.

The planning of the operation of the railway infrastructure takes on an even more important value, because it must take into account the four classic components – the transport market, the capacity of the infrastructure, time management and the return of experience – in a logic appropriate to the context and careful to align supply with demand, in order to identify the best operational solution (Fig. 9).

Planning by its nature must be monitored, updated and revised over

Fasce di interruzione programmate

- adeguamento della durata alla diversa organizzazione del lavoro
- limitazioni di durata per permettere il transito di treni in gestione operativa (o in ritardo)

Scheduled interruption periods

- adjustment of the duration to the different organization of work
- time duration limitations to allow the transit of trains under operational management (or delayed)

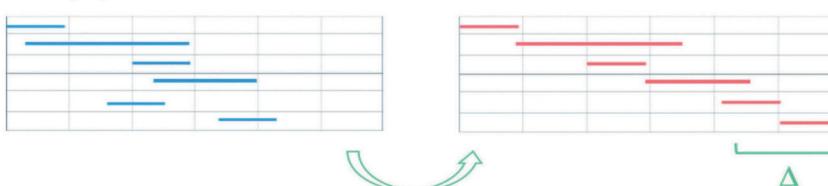


Figura 8 – Esempio schematico di diagrammi di Gantt del medesimo intervento con attività in parallelo o in serie.

Figure 8 – Schematic example of Gantt charts of the same intervention with activities in parallel or in series.

sizionarla nei momenti della giornata in cui il costo unitario è inferiore.

Va anche considerato che il degrado di capacità connesso alle normative di sicurezza dopo alcune lavorazioni all'armamento (riduzioni di velocità fino al passaggio di un tonnellaggio definito) ha una durata dipendente dal traffico e pertanto la disponibilità di infrastruttura consumata dalla situazione di degrado è maggiore in caso di traffico non elevato. Così come i *buffer* inseriti nella programmazione delle tracce orario e delle interruzioni sono da rielaborare in considerazione del traffico e delle relative interferenze.

La pianificazione dell'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria assume un valore ancora più importante, perché deve tener conto delle quattro classiche componenti – il mercato del trasporto, la capacità dell'infrastruttura, la gestione del tempo e il ritorno d'esperienza – in una logica adeguata al contesto e attenta ad allineare l'offerta alla domanda, per individuare la migliore soluzione operativa (Fig. 9).

La pianificazione per sua natura deve essere monitorata, aggiornata e revisionata nel tempo. Come sostenevano i pianificatori dei trasporti degli anni '60 e '70 che lavoravano nei paesi in via di sviluppo, talvolta la pianificazione serve come giustificazione delle scelte e, a maggior ragione, deve essere rivisitata in momenti successivi, in modo da renderla sempre adeguata alle esigenze e a "garantire continuità di lavoro ai pianificatori". In realtà il processo di pianificazione ha al suo interno una sorta di autoapprendimento che, come avviene oggi nell'industria 4.0, è legato al ritorno di esperienza e il monitoraggio e il riallineamento dei piani ne sono parte integrante.

6. Conclusion

Le attese dell'applicazione del processo di pianificazione dell'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria si possono sintetizzare nel cogliere le opportunità del contesto per ridefinire l'equilibrio del sistema.

Nell'attuale situazione in cui si stanno modificando fattori importanti per la domanda di trasporto e l'organizzazione delle attività lavorative, in cui si ha l'opportunità di virare verso soluzioni innovative ancora da valutare, solo un approccio adeguato della pianificazione permetterà di ottenere validi risultati.

Si possono ipotizzare alcuni elementi che rappresenteranno modalità, vincoli o obiettivi.

Il mutamento delle esigenze di

time. As the transport planners of the 60s and 70s who worked in developing countries argued, sometimes planning serves as a justification for choices and, even more so, must be revisited later, so as to always make it adequate to needs and to "guarantee continuity of work for planners". In reality, the planning process has within it a sort of self-learning which, as happens today in industry 4.0, is linked to the return of experience and the monitoring and realignment of plans are an integral part of it.

6. Conclusion

The expectations of the application of the railway infrastructure operation planning process can be summarized in seizing the opportunities of the context to redefine the balance of the system.

In the current situation in which important factors for the demand for transport and the organization of work activities are changing, in which there is the opportunity to turn towards innovative solutions yet to be evaluated, only an adequate planning approach will allow to obtain valid results.

It is possible to hypothesize some elements that will represent modalities, constraints or objectives.

The change in mobility needs, understood as the movement of people, and freight logistics requires a revision of

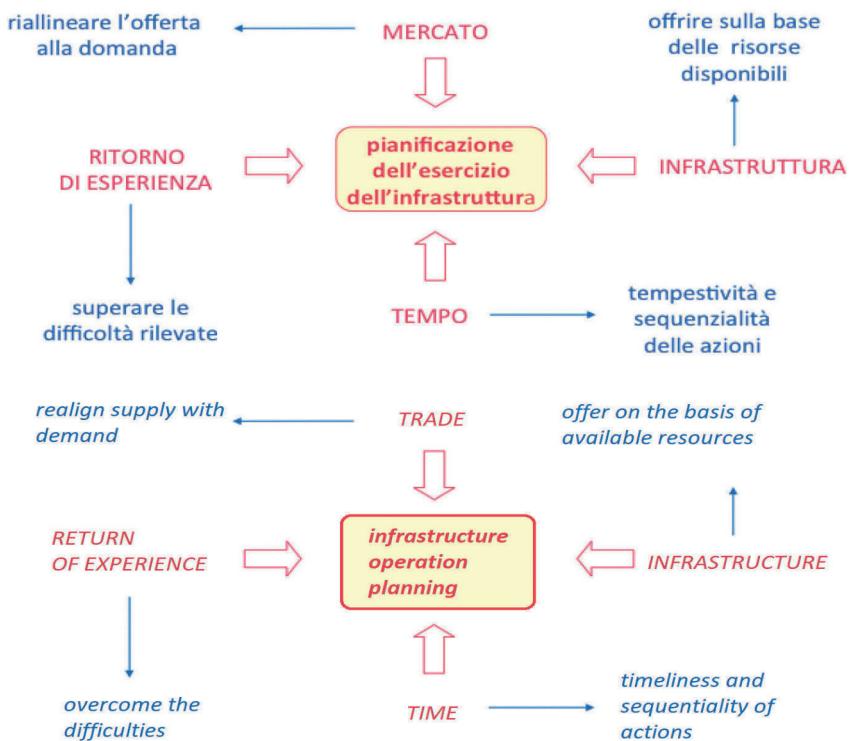


Figura 9 – Esempio schematico di diagrammi.

Figure 9 – Schematic example of diagrams.

POLITICA E ECONOMIA

mobilità, intesa come spostamento delle persone, e di logistica delle merci richiede una revisione dei criteri finora adottati per definire i servizi di trasporto, spesso sottoscritti in accordi tra Imprese ferroviarie e istituzioni.

Le modalità operative per le attività di mantenimento in efficienza dell'infrastruttura ferroviaria a loro volta richiedono tempi non più comprimibili in gestione, soprattutto per la difficoltà di sovrapporre lavorazioni. I margini di flessibilità all'interno delle fasce manutentive si sono ridotte e pertanto vanno trattate in analogia ai tempi di percorrenza delle tracce. In termini metaforici occorre dare pari priorità agli "spaghetti" delle tracce e alle "lasagnette" delle interruzioni, pianificando in modo che questa pari dignità sia parte del modello.

Il Gestore dell'infrastruttura deve quindi predisporre e farsi parte proponente di un catalogo di tracce orario tipo con parametri differenti dagli attuali, già resi compatibili e ottimizzati con le esigenze di mantenimento in efficienza dell'infrastruttura e dei livelli di regolarità dell'esercizio che deve garantire.

Parallelamente si deve affrontare il rinnovo dei criteri normativi, che non siano più basati sull'additività di comportamenti per ridondare condizioni e sull'integrazione con misure mitigative di eventuali rischi residui, ma partano dalle logiche di sicurezza da garantire nell'esercizio. Un cambio di visione per pianificare, contestualmente all'esercizio, anche la sicurezza e non più per mitigare situazioni derivanti da un'analisi di rischio.

Chiaramente questi concetti, che come tali sono stati illustrati in maniera puramente qualitativa, devono essere supportati da modelli, da ordini di grandezza, da valori numerici dei fattori in gioco per rappresentare il processo in maniera oggettiva e anche dare il giusto peso a tutti gli aspetti.

Queste riflessioni, quindi, sono di base per avviare una pianificazione dell'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria che possa essere effettivamente utile e non restare un mero strumento di giustificazione delle scelte progettuali o un libro dei sogni.

the criteria adopted up to now to define transport services, often signed in agreements between railway undertakings and institutions.

The operating procedures for maintaining the efficiency of the railway infrastructure in turn require times that can no longer be compressed in management, especially due to the difficulty of overlapping processes. The flexibility margins within the maintenance bands have been reduced and therefore should be treated in analogy to the travel times of the paths. In metaphorical terms it is necessary to give equal priority to the "spaghetti" of the paths and the "lasagnette" of the interruptions, planning so that this equal dignity is part of the model.

The Infrastructure Manager must therefore prepare and be a proposing part of a catalog of standard train paths with different parameters from the current ones, already compatible and optimized with the needs of maintaining the efficiency of the infrastructure and the levels of regularity of the service that it must to guarantee.

At the same time, the renewal of the regulatory criteria must be addressed, which are no longer based on additivity of behaviors to redundant conditions and on the integration with mitigating measures of any residual risks, but start from the safety logic to be guaranteed in the operation. A change of vision to plan, at the same time as the operation, also safety and no longer to mitigate situations resulting from a risk analysis.

Clearly these concepts, which as such have been illustrated in a purely qualitative way, must be supported by models, by orders of magnitude, by numerical values of the factors involved in order to represent the process objectively and also give the right weight to all aspects.

These reflections, therefore, are the basis for starting a planning of the operation of the railway infrastructure that can actually be useful and not remain a mere tool of justification for design choices or a dream book.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] C. LEE (1974), "I modelli della pianificazione", Venezia: Marsilio Editori.
- [2] J.M. LEVY (2011), "Contemporary Urban Planning", Boston: Longman.
- [3] United States Department of Transportation (2017), "Federal Highway Administration, Context Sensitive Solutions Technical Assistance: North Dakota Department of Transportation", Washington.
- [4] United States Department of Transportation (2013), "Federal Highway Administration Performance Based Planning and Programming Guidebook", Washington.
- [5] S. RICCI (2017), "Ingegneria dei sistemi ferroviari", Forlì: EGAF.
- [6] V. GIOVINE (2003), "I criteri di gestione della circolazione ferroviaria", La Tecnica Professionale 2/2003, p. 27, Roma: CIFI.