



**Nuova Serie**  
**WP – N. 12/2017**

**“Missing links” e “bottlenecks”:  
cause, effetti e possibili soluzioni**

*di Angela Airoidi, Tatiana Cini e Roberto Zucchetti*



**Università Commerciale  
Luigi Bocconi**



## **“Missing links” and “Bottlenecks”: Reasons, Effects and Possible Solutions**

*by Angela Airoidi, Tatiana Cini, and Roberto Zucchetti*

### ABSTRACT

The role of the transport infrastructures is to efficiently satisfy the mobility demand of people and goods, offering a network of connections with functioning times, modalities and costs. In their current design, the transport infrastructures are the result of the historical sedimentation of successive projects, which have defined specific territorial development paths in the course of time.

The WP moves from the analysis of the concepts of solidity, reliability and completeness of a transport network and proceeds with a distinction between “bottleneck” and “missing link” and the recognition of the criteria that identify the two kinds of lack, often interdependent.

The main cause of critical issues in the Italian network is the modal and technical approach to the transport infrastructures question, that has characterized the planning and the programming phases for long time; furthermore, the priority given to the strategic projects by Legge Obiettivo and, more generally, an idea of planning in exclusive reference to the entire infrastructure, have determined an insufficient financing of minor works, actually able to enhance the overall transport capacity of the network.

The aim of the WP is to present a policy proposal for the implementation of the effectiveness and the efficiency of the Italian transport system, in order to correctly inspire the future territorial planning and programming; the multimodality of the network, the satisfaction of the demand for travel, the financial and economic balance of the management and, not least, the cohesion, equality and social development functions covered by the transport systems are the conceptual and operational cornerstones of that activity. Among the policy lines, the WP highlights the importance of implementing the knowledge of the transport networks operation and improving the ex-ante assessment tools of the investments, with a clear regulation and a wide sharing of criteria and goals.

Keywords: TRANSPORTS, NETWORK, MISSING LINKS, TERRITORIAL POLICIES

JEL classification: O30, O38, R11, R58.

## **“Missing links” e “bottlenecks”: cause, effetti e possibili soluzioni<sup>1</sup>**

*di Angela Airoidi, Tatiana Cini e Roberto Zucchetti*

**ANGELA AIROLDI** collabora con CERTeT sin dalla sua fondazione. In qualità di responsabile dell'Area Economia Urbana e Immobiliare coordina e dirige progetti di ricerca sulla competitività/attrattività urbana, sul mercato immobiliare e su progetti di sviluppo urbano. [angela.airoidi@unibocconi.it](mailto:angela.airoidi@unibocconi.it)

**TATIANA CINI** Collabora con CERTeT dal 2000 e svolge attività di ricerca sui temi dell'economia dei trasporti, partecipando a studi di valutazione della fattibilità economico-finanziaria e di impatto territoriale di progetti sia infrastrutturali sia gestionali. [tatiana.cini@unibocconi.it](mailto:tatiana.cini@unibocconi.it)

**ROBERTO ZUCCHETTI** collabora con CERTeT sin dalla sua fondazione. In qualità di responsabile dell'Area Economia dei Trasporti coordina e dirige progetti di ricerca sullo sviluppo delle infrastrutture e dei servizi di trasporto. [roberto.zucchetti@unibocconi.it](mailto:roberto.zucchetti@unibocconi.it)

### **Introduzione**

Nell'ampio e articolato dibattito sulla dotazione ritenuta più o meno sufficiente di infrastrutture e quindi sull'opportunità o meno di ampliare la rete infrastrutturale, si perde spesso di vista la motivazione principale dell'esistenza stessa delle infrastrutture. Le infrastrutture nelle tante accezioni in cui possono essere declinate<sup>2</sup> e le relative reti:

*«Intese come l'insieme sistematico delle connessioni plurime (tanto materiali quanto immateriali) attraverso le quali si trasmette la produzione di valore (indipendentemente dai fattori che la generano e che ne beneficiano nello svolgersi della relativa filiera).»<sup>3</sup>*

sono innanzitutto un mezzo per muovere persone, cose e, oggi più che mai, informazioni, idee, innovazioni.

In questo contesto le infrastrutture di trasporto, in particolare, devono consentire la migliore e più efficiente mobilità a persone e merci, attraverso servizi di trasporto che permettono/garantiscono spostamenti in tempi accettabili, con buoni livelli di affidabilità e con costi diretti e indiretti conte-

<sup>1</sup>Il presente WP fa parte dei lavori del *Laboratorio Infrastrutture 2013-2016* del CERTeT, nato grazie al contributo liberale di Autostrade per l'Italia.

<sup>2</sup>Una prima distinzione tra tipologie di infrastrutture è stata introdotta da Hansen (1965).

<sup>3</sup>Dalla voce “Infrastrutture e reti” di Nicola Marzot in Enciclopedia Treccani [[www.treccani.it](http://www.treccani.it)]. Sono dunque le reti e le connessioni che le determinano che possono essere sia fisiche (reti di trasporto, energetiche, di telecomunicazione) che immateriali (reti delle conoscenze, della collaborazione, della digitalizzazione).

nuti. Tali servizi consentono, attraverso una articolata rete di connessioni (stradali, ferroviarie, aeree, portuali), di rendere raggiungibili aree di un territorio o di territori diversi, città, poli di produzione, località turistiche.

Elemento critico di ogni sistema infrastrutturale è il suo disegno, risultato della sedimentazione storica di progetti che di volta in volta hanno anticipato, inseguito o dettato le trasformazioni socioeconomiche dominanti. Di fatto, infrastrutture e reti hanno assunto un ruolo strategico nei processi di sviluppo, ridefinendo in alcuni casi il destino di interi Paesi: l'attenzione dell'Unione europea all'armonizzazione e al completamento del sistema infrastrutturale nasce da questa consapevolezza.

Partendo proprio dall'importanza delle reti nel definire il percorso di sviluppo di un territorio, il paper parte dalla constatazione che perché sia funzionale alla crescita una rete deve essere solida, affidabile e il più possibile "completa". Tali caratteristiche dipendono dalla consistenza della griglia della rete e dalla misura delle maglie che la compongono: per il sistema infrastrutturale dei trasporti questo si traduce nella portata/capacità dei collegamenti tra i diversi nodi e nell'articolazione dei segmenti che li connettono. Di qui l'importanza di cogliere, all'interno della rete, quelle che risultano essere connessioni inadeguate (*bottleneck* nella terminologia anglosassone) e la mancanza di una connessione (un *missing link*) che sarebbe invece necessaria per assicurare fluidità all'intera rete.

Il problema che il decisore deve affrontare è quello di scegliere, in condizioni di risorse limitate e di attenzione alla salvaguardia ambientale, quali infrastrutture servono effettivamente e dare priorità di esecuzione. Questo però fa emergere il problema di come identificare oggettivamente quali siano le connessioni assenti e quali quelle inadeguate, sempre in funzione dell'efficienza complessiva della rete di trasporto.

La letteratura ed i vari documenti di programmazione comunitaria delle infrastrutture considerano i due fenomeni come distinti e interdipendenti: in realtà una connessione necessaria, ma assente, può generare strozzature e difficoltà in altri punti della rete, rendendo inadeguata una connessione che non lo era.

Nel primo caso (connessione assente) si tratta di individuare, attraverso indicatori di flusso e di capacità, quali vantaggi verrebbero assicurati da un nuovo collegamento che metta in connessione due o più poli che generano/atraggono traffico posto che quest'ultimo, in assenza di quella connessione, è "costretto" a percorsi più lunghi, dove potrebbe generare situazioni di congestione, quando non addirittura a spostarsi altrove<sup>4</sup>. La capacità di "vedere" gli effetti complessivi sulla rete infrastrutturale e le ripercussioni sull'intero sistema economico del Paese sono il presupposto per una

<sup>4</sup>Fa ormai scuola l'esempio dei trasporti merci via mare che preferiscono raggiungere i porti del Nord Europa, dove non solo trovano servizi portuali più efficienti, ma anche connessioni retroportuali che rendono l'instradamento delle merci verso il Sud Europa molto più vantaggioso rispetto al percorso inverso.

programmazione “ragionata” degli investimenti in nuove infrastrutture. Sono anche il presupposto perché l'utilità e, spesso, l'indifferibilità della nuova infrastruttura siano percepite positivamente dall'opinione pubblica, anche e soprattutto da chi è più esposto agli effetti negativi (consumo di suolo, inquinamento, traffico) del nuovo collegamento di cui non percepisce la necessità e non ne ricava alcun beneficio diretto.

Nel caso delle connessioni inadeguate si tratta di riuscire, sempre in modo oggettivo, a distinguere le situazioni in cui una connessione è intrinsecamente inadeguata per obsolescenza, strozzature nella capacità della connessione o maggiore rilevanza socioeconomica assunta dai nodi collegati, dalla situazione in cui una connessione diventa fragile e oggetto di congestione perché utilizzata da un traffico generato dalla mancanza di una connessione diretta tra altri poli, magari lontani dalla situazione di più forte criticità. L'inefficienza diventa un problema di mancato incontro tra domanda (di passaggio) e offerta (portata dei flussi possibili), avendo presente che spesso bastano interventi puntuali e di portata contenuta per riportare l'intera rete a buoni livelli di efficienza ed efficacia.

È evidente che, a fronte di due così diversi contesti, il decisore è chiamato a dare risposte che avranno una portata negli investimenti necessari che potrebbe rendere difficile la realizzazione della nuova infrastruttura e impatti sull'opinione pubblica discordanti. Mentre un intervento volto a risolvere puntuali problemi di congestione vissuta quotidianamente da chi si muove trova infatti più facilmente approvazione e genera aspettative positive, chi non soffre e non vive direttamente gli effetti negativi di situazioni di congestione che avvengono altrove, difficilmente sarà favorevole ad accollarsi parte del nuovo traffico.

Essenziale rimane comunque la visione complessiva del sistema infrastrutturale: individuare singole connessioni mancanti o singoli *bottleneck* è stato l'errore di base delle procedure decisionali delle opere pubbliche e in particolare delle infrastrutture di trasporto nel nostro Paese. Il processo decisionale, infatti, non ha considerato il concetto di rete che invece è intrinseco nel sistema infrastrutturale e non solo in quello dei trasporti. Concentrandosi sulla singola opera, il decisore ha di fatto perso di vista il livello di servizio ottenibile da una rete efficiente e le conseguenti ripercussioni positive sull'intero sistema socioeconomico: dotazione di infrastrutture e livello e qualità del servizio sono riconosciuti come presupposti indispensabili per lo sviluppo.

In Italia, l'utilità della singola opera, e quindi anche di quei segmenti di connessione indispensabili per farla funzionare al meglio, è stata affidata, dalla Legge Obiettivo<sup>5</sup> in poi, ad una valutazione politica che non ha potuto appoggiarsi su un solido lavoro di analisi complessiva capace di indivi-

<sup>5</sup>Legge 21 dicembre 2001, n. 443, «Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive.» (G.U. 27 dicembre 2001, n. 299, s.o. 279).

duare le effettive criticità del sistema anche in funzione dell'evoluzione del traffico passeggeri e merci. Le connessioni mancanti non sono allora un fatto casuale, ma il risultato di una mancanza di visione complessiva e di prospettiva di medio-lungo periodo in un processo decisionale parziale, totalmente concentrato sul "come funziona" e poco o nulla sul "cosa serve".

Il percorso seguito dal WP prevede dunque di:

- indicare le ripercussioni che determinano sull'intero sistema infrastrutturale di trasporto;
- cercare le motivazioni per cui si creano o si sono venute a determinare situazioni di inefficienza per mancate connessioni o per loro inadeguatezza;
- offrire un contributo di riflessione e alcuni suggerimenti per affrontare queste problematiche delle connessioni.

## 1. Territori, reti e connessioni: il nuovo paradigma dello sviluppo

Nel delineare le proprie politiche settoriali, la Commissione europea ha da sempre posto particolare attenzione alle infrastrutture (prevalentemente di trasporto), riconoscendo loro un ruolo particolarmente importante sia come fattore di integrazione tra territori per la creazione e il completamento del mercato interno<sup>6</sup> che come elemento indispensabile per lo sviluppo socioeconomico dell'Unione. I trasporti, infatti, assicurando la mobilità di merci e persone, rappresentano un settore chiave dell'economia, contribuiscono in misura determinante allo sviluppo economico (4,8% - ovvero 548 miliardi di euro - in valore aggiunto lordo totale per i 28 paesi dell'UE nel 2016) e generano oltre 11 milioni di posti di lavoro in Europa.

Perno della strategia per le infrastrutture dell'Unione europea è il concetto di rete, ovvero di quell'insieme di connessioni fisiche (come appunto le infrastrutture per il trasporto) e immateriali (come le reti di informazioni, capitali, idee) che sono ormai componente indispensabile per la competitività dei territori. Con una felice raffigurazione dell'attuale rilevanza delle connessioni per lo sviluppo globale Parag Khanna, in un suo recente intervento alle TED Conference<sup>7</sup>, paragonando il mondo ad un corpo umano (e quindi ad un insieme complesso) ne vede lo scheletro come il sistema dei trasporti fatto di strade e ferrovie, ponti e tunnel, aeroporti e porti che rendono possibile la mobilità attraverso i continenti. Il sistema vascolare che alimenta il corpo sono gli oleodotti, i gasdotti e le reti elettriche che distribuiscono energia. Il sistema nervoso è l'insieme delle connessioni per le

<sup>6</sup>Si ribadisce in più documenti che «per completare il mercato interno europeo, è essenziale che i trasporti dispongano di collegamenti interconnessi fra i 28 Stati membri dell'UE».

<sup>7</sup>Parag Khanna (2016), *How megacities are changing the map of the world*, Vancouver, February. Per il testo integrale dell'intervento si rimanda a:

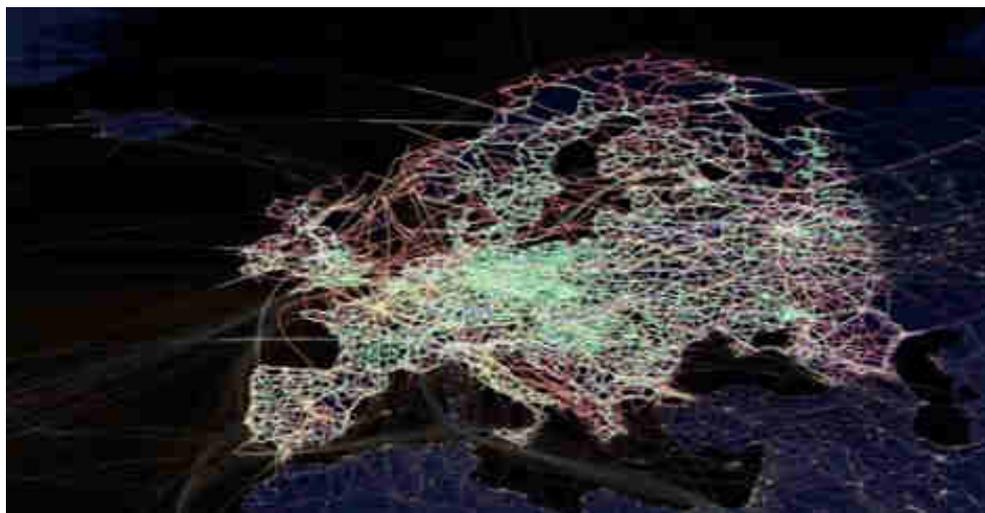
[[www.ted.com/talks/parag\\_khanna\\_how\\_megacities\\_are\\_changing\\_the\\_map\\_of\\_the\\_world?language=en](http://www.ted.com/talks/parag_khanna_how_megacities_are_changing_the_map_of_the_world?language=en)].

comunicazioni: Internet, satelliti, reti e centri dati che permettono di condividere le informazioni. Un insieme di reti che si intersecano, sovrappongono e, soprattutto, uniscono.

**Figura 1a** – *La rete mondiale delle connessioni*



**Figura 1b** – *La rete europea delle connessioni*



Fonte: Video TED Conference, Vancouver, February 2016.

Risultato dei processi di crescente globalizzazione degli ultimi 25 anni<sup>8</sup> la rivoluzione della connettività globale, in tutte le sue forme – dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni – ha consentito un salto nella mobilità di persone, beni, risorse e conoscenze tale da ridisegnare il mondo in base ad una geografia funzionale che rappresenta sostanzialmente il nostro mo-

<sup>8</sup>Una delle prime riflessioni sugli effetti della globalizzazione sui mercati mondiali è di Lewitt (1993).

do di “usare” il mondo oggi, un mondo che nel 21esimo secolo diventa «*a global network civilization – dove – connectivity, not sovereignty, has become the organizing principle of the human species.*» (Khanna, 2016).

Ridisegnando i paradigmi produttivi, di consumo e di geolocalizzazione delle risorse, la globalizzazione ha comportato anche sostanziali modifiche negli assetti competitivi. Non solo sono emersi nuovi competitor (Repubblica cinese, in primis, ma anche Brasile, Russia, paesi dell’Est prima e dell’estremo Est ultimamente) ma, soprattutto, sono cambiati gli attori in campo: scendendo di scala rispetto alle note di Parag Khanna, il cambiamento forse più rilevante è lo spostamento della competizione dalla singola impresa al territorio, dal Paese alle città.

In particolare, nella globalizzazione hanno acquisito maggiore importanza i territori, definiti dalle risorse presenti, dalle dinamiche e dalle relazioni/conessioni che li rendono riconoscibili e di fatto li identificano quale risultato di una stratificazione identitaria. In questi territori la capacità competitiva è determinata non solo dal saper fare accumulato, ma anche dalla capacità di alimentare un insieme di reti e flussi (di persone, informazioni, capitali, immagini, merci), di dar vita a connessioni economiche e sociali grazie alle quali il territorio nel suo insieme e le sue eccellenze diventano globali e sono competitivi al di fuori di confini amministrativi spesso troppo stringenti. Oggi la rete di connessioni, di tutte le connessioni, è dominata dagli sviluppi della rivoluzione informatica: dall’unione di tecnologie prima separate nascono nuove modalità di produzione, quasi interamente basate sulla capacità di generare, immagazzinare e scambiare informazioni, che si traducono in servizi in continua evoluzione e in beni con una sempre più elevata componente di servizi. Indipendentemente dalla loro posizione gerarchica, il fattore destinato a fare da collante ai territori e alle città è e sarà il network di relazioni e di connessioni, fisiche e immateriali, sulle quali potranno muoversi con una rapidità crescente persone, merci e, soprattutto, idee.

A livello globale, il trasporto sostiene e modella, attraverso gli scambi internazionali, la specializzazione economica e la produttività dei territori: miglioramenti nel sistema dei trasporti ampliano i mercati e le opportunità di sviluppo, ma generano disuguaglianze nell’organizzazione spaziale dell’economia globale e nella struttura stessa dei sistemi di trasporto internazionali. I modelli di globalizzazione hanno creato una crescita dei flussi spaziali (commercio) e un aumento delle interdipendenze: proprio per la dimensione globale assunta, la maggior parte dei flussi globali si muove grazie alle telecomunicazioni, al trasporto marittimo e al trasporto aereo. Lo sviluppo delle reti, soprattutto di quelle di trasporto, può generare radicali cambiamenti nella natura e nella struttura spaziale dei flussi. Due fenomeni spiegano l’impatto dell’estensione e dei miglioramenti delle reti di trasporto che aiutano a ridurre le disparità globali in crescita e accessibilità: — una consistente riduzione dei costi di trasporto internazionali può invertire la tendenza alla creazione di forti disuguaglianze nei livelli di

sviluppo dovute alla crescita più veloce delle aree centrali rispetto a quelle alla periferia dello sviluppo. Divenendo più accessibili molti paesi asiatici del Pacifico (Giappone, Taiwan, Corea del Sud, Hong Kong, Singapore e Cina) che hanno optato per una strategia orientata all'esportazione e che hanno sviluppato un buon sistema di accesso alla distribuzione delle merci globale hanno registrato una crescita significativa, diventando centro di rilievo dell'economia globale, e hanno conquistato quote importanti dei mercati mondiali, modificando radicalmente il precedente rapporto centro/periferia;

- il sistema dei trasporti è di fatto uno dei principali fattori di articolazione dell'economia globale in cui la circolazione di passeggeri e merci passa da poli caratterizzati da una elevata concentrazione di infrastrutture di trasporto, di attività economiche e di distribuzione. L'economia globale ha dunque nella distribuzione delle merci la sua spina dorsale che, a sua volta, connette reti create per sostenere i suoi flussi.

L'organizzazione spaziale dell'economia globale è a priori condizionata dalla sua natura nodale e, quindi, reticolare: i flussi globali sono gestiti da *gateway* e nodi, ciascuno dei quali organizza il transito di una quota significativa dei flussi di persone, merci e informazioni.

Con la globalizzazione l'intero insieme di condizioni che determinavano le scelte localizzative è stato messo in discussione e, quanto meno, si è considerevolmente ampliata la gamma delle opzioni considerate.

La gestione di operazioni di localizzazione in tale situazione è diventata sempre più complessa, soprattutto quando dettate da esigenze di globalizzazione della produzione e dei consumi. Le strategie del mondo della produzione di beni tendono ad usare localizzazioni diverse per ogni componente di un dato prodotto in modo da ottimizzare i rispettivi vantaggi comparati e ridurre il costo degli input. Il sistema dei trasporti si è sviluppato per supportare e organizzare i relativi flussi generati. Il tutto supportato da importanti cambiamenti tecnologici, soprattutto nelle telecomunicazioni, che hanno consentito la rilocalizzazione di attività industriali e anche di alcuni servizi. Per questi ultimi, infatti, il paradigma localizzativo sembra seguire percorsi non sempre in linea con quelli della produzione manifatturiera. Mentre quest'ultima tende a disperdersi seguendo logiche prevalentemente di costo e di mercato, i servizi, se qualificati e di alto livello, si concentrano sempre più in un numero relativamente basso di grandi aree metropolitane, centri che si specializzano nell'ospitare servizi finanziari (banche, assicurazioni), sedi di importanti multinazionali, sedi di istituzioni, ma anche poli per le arti e la cultura.

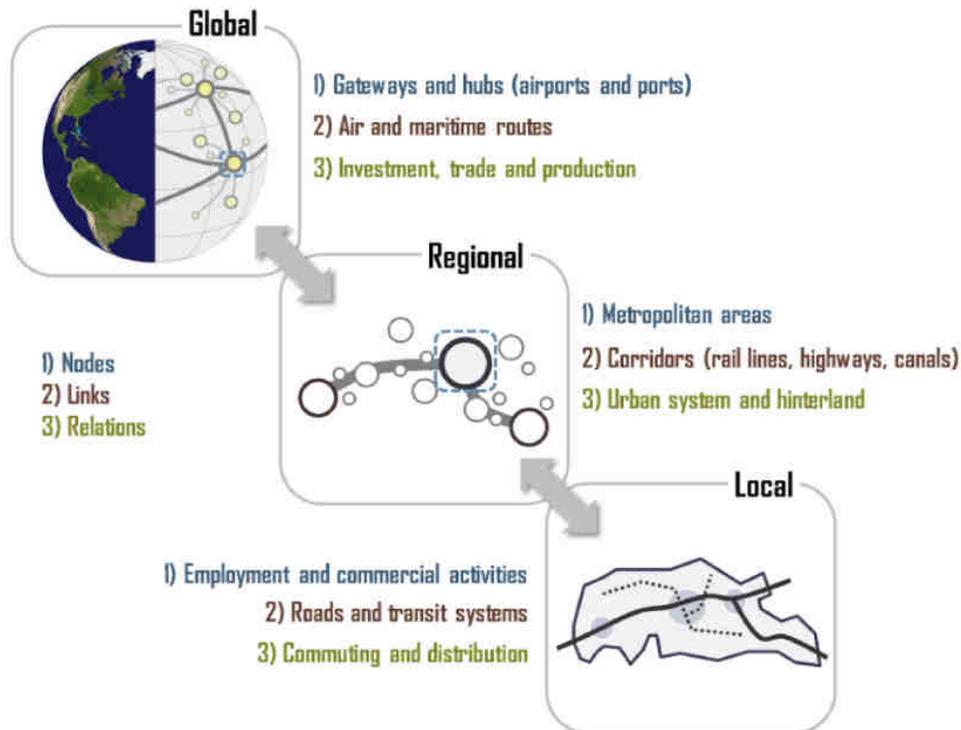
I miglioramenti nelle infrastrutture di trasporto (modali e intermodali) e le relative riduzioni dei costi di trasporto possono avere due importanti conseguenze economiche:

- lo sfruttamento dei vantaggi comparati: la produzione può essere si-

- tuata dove fattori di input (come il lavoro) hanno costi più bassi, consentendo un migliore utilizzo dei vantaggi competitivi a livello globale. I prodotti possono poi raggiungere clienti in tutto il mondo;
- lo sviluppo di economie di scala in una localizzazione, grazie all'accesso a un maggior numero di mercati (o a mercati di più ampia dimensione) grazie ai minori costi di trasporto.

Come esplicitato dall'immagine (cfr. **Figura 2**), l'organizzazione dello spazio a livello globale, regionale e locale si struttura sulla base di specifici elementi: mentre gli elementi principali che strutturano l'organizzazione spaziale a livello globale sono gateway supportati dall'attività di porti, aeroporti e telecomunicazioni, a livello locale i principali elementi di strutturazione sono l'occupazione e le attività commerciali che tendono ad addensarsi in localizzazioni privilegiate, ad esempio, per l'accessibilità. Ciascuna di queste strutturazioni è a sua volta caratterizzata da specifiche connessioni e relazioni che vanno dal pendolarismo su base locale ai flussi commerciali globali.

**Figura 2** – Organizzazione spaziale delle reti di trasporto



Fonte: Rodrigue, Comtois and Slack (2017).

L'organizzazione territoriale delle attività economiche e degli insediamenti in genere è descritta e in gran parte determinata dalle reti di trasporto che nell'unire i vari poli generano occasioni di nuove localizzazioni: il caso più evidente è il proliferare di capannoni e centri commerciali lungo gli assi stradali. Ma non mancano situazioni opposte in cui sono (stati) gli

insediamenti a generare la rete dei trasporti come avvenuto negli anni ottanta e novanta con la rincorsa delle infrastrutture a dare continuità e connessione alla spesso disordinata dispersione urbana (*sprawl*) resa possibile anche da una mancata programmazione del territorio e da una sua gestione non finalizzata ad obiettivi di sostenibilità.

Se il mondo si sta strutturando in reti, lo sviluppo globale dipende dal loro funzionamento e dalla loro tenuta: perché siano di effettivo supporto allo sviluppo non possono che essere strutturate in modo tale da raggiungere il massimo livello di efficienza e di efficacia. La mancanza di una connessione (un *missing link*) o l'inadeguatezza di una connessione (un *bottleneck*) rende di fatto fragile la tenuta dell'intera rete e genera ripercussioni negative in tutto il sistema con effetti difficilmente quantificabili nell'immediato e che possono manifestarsi anche lontano dal punto di "rottura".

### 1.1 La rete dei trasporti

Riferimento d'elezione per l'applicazione del concetto di rete sono i sistemi di trasporto che, per analogia con la loro struttura e i loro flussi, vengono comunemente rappresentati proprio come reti (*transportation network*, nel mondo anglosassone).

«*Network infrastructure refers to the hardware and software resources of an entire network that enable network connectivity, communication, operations and management of an enterprise network. Network infrastructure provides the communication path and services between users, processes, applications, services and external networks/the Internet.*» [[www.techopedia.com](http://www.techopedia.com)].

Le reti di trasporto appartengono alla categoria più ampia delle reti che occupano lo spazio: il loro design e la loro evoluzione sono fisicamente limitati in contrapposizione con le reti "non spaziali", quali, ad esempio, le interazioni sociali, l'organizzazione aziendale e i sistemi biologici, che di solito sono vincolati a fattori diversi dallo spazio. Un'esauritiva definizione di rete dei trasporti ricorda che:

«*The term network refers to the framework of routes within a system of locations, identified as nodes. A route is a single link between two nodes that are part of a larger network that can refer to tangible routes such as roads and rails, or less tangible routes such as air and sea corridors.*» (Rodrigue, Comtois and Slack, 2017).

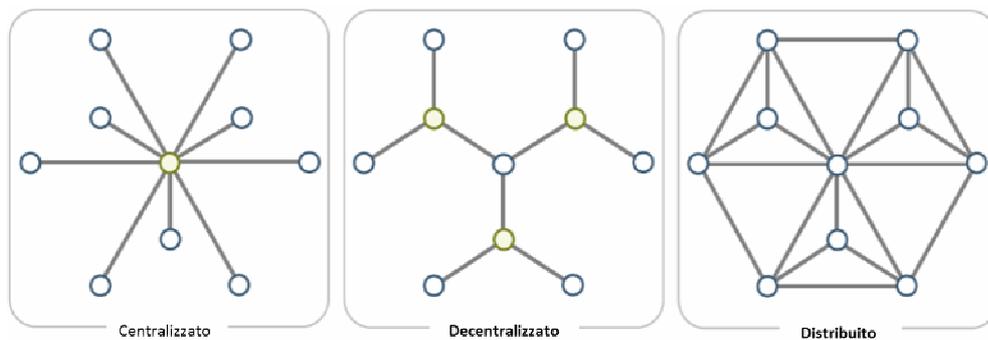
È importante partire da questo livello di definizioni, che possono apparire "teoriche" e molto generali, perché costringono a non dare per scontati aspetti che, come si vedrà in seguito, hanno un ruolo importante per definire cosa esattamente sia un *missing link* o un *bottleneck* e di conseguenza per orientare concretamente le priorità di investimento.

Le reti di trasporto sono progettate per offrire un livello di servizio che dipende dalla loro struttura; concettualmente e in misura semplicistica, le strutture a rete che possono collegare lo stesso numero di nodi sono tre:

- a) la rete centralizzata in cui un nodo centrale ha un'accessibilità privilegiata e, quindi, rappresenta l'elemento dominante della rete e della struttura spaziale che supporta;
- b) la rete decentralizzata, dove, anche se rimangono nodi di maggiore accessibilità, la rete è strutturata in modo che poli di gerarchia inferiore abbiano comunque buoni livelli di accessibilità;
- c) la rete distribuita che connette in modo indifferenziato tutti i poli senza alcun nodo con accessibilità privilegiata.

Una rete di trasporto, poi, si connota sia per l'impronta permanente che lascia sul territorio (ad esempio, strade e ferrovie) sia per il servizio che rende possibile e che può essere di linea (come nel caso di aerei, mezzi pubblici, treno, autobus) o indipendente (auto privata). In ogni caso, il valore intrinseco di una rete è il livello di connessioni che è in grado di assicurare.

**Figura 3** – Tre tipologie di rete di trasporto



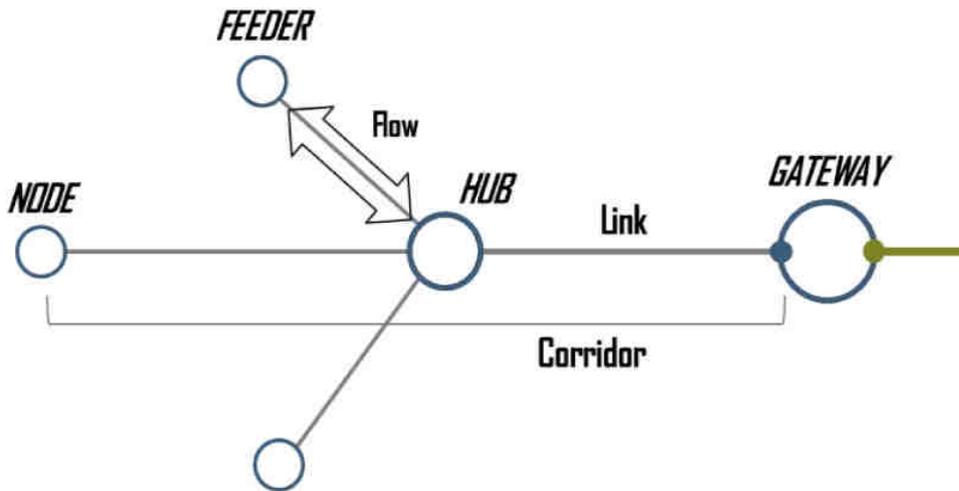
Fonte: Blum and Dudley (2001).

Maggiore è il numero di connessioni, più elevata è la complessità della rete, e maggiore è il numero di strutture che ne risultano collegate e che ne costituiscono gli elementi chiave:

- a) i nodi (di interscambio, poli urbani, località che hanno accesso alla rete di trasporto);
- b) i collegamenti fisici che consentono la connessione tra due o più nodi;
- c) i flussi che circolano sui collegamenti o attraversano i nodi;
- d) gli *hub*, nodi dove si concentrano elevati flussi di una stessa rete e di reti diverse;
- e) i *feeder*, nodi collegati a *hub* che determinano la direzione dei flussi lungo un corridoio e possono essere considerati punti di consolidamento e distribuzione;
- f) i corridoi, risultato di una sequenza di nodi e collegamenti di supporto ai flussi modali di passeggeri o merci, sono generalmente concentrati lungo un asse di comunicazione, hanno un orientamento che tende ad essere lineare e di solito servono uno o più *gateway*.

Proprio nell'articolazione della rete con le sue tante e diversificate strutture si può individuare un primo elemento di fragilità: un collegamento interrotto (per qualsiasi motivo), un nodo con difficoltà di accesso (per svariate cause temporali o meno), un intensificarsi dei flussi possono mettere in crisi l'intera rete e le ripercussioni dell'interruzione, della non raggiungibilità o della congestione si riverberano su tutta la rete, creando ulteriori situazioni di difficoltà.

**Figura 4** - Componenti strutturali di una rete di trasporto



Fonte: [<https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch1en/conc1en/transportstruct.html>].

Le reti offrono livelli di servizio correlati ai loro costi: una rete ottimale è una rete in grado di "servire" tutti i possibili luoghi, ma un tale servizio richiederebbe tali investimenti ed avrebbe costi operativi tanto elevati da essere praticamente impossibile. Le infrastrutture di trasporto costituiscono, dunque, reti discontinue anche perché non sono state costruite allo stesso tempo, dallo stesso operatore o con la stessa tecnologia: rispetto alla teorica situazione ottimale della rete che serve tutti i possibili nodi, la realtà impone di trovare il miglior compromesso tra alternative diverse che combinino ogni possibile varietà di percorsi e di livelli di servizio.

Di nuovo, emerge un potenziale elemento di fragilità della rete di trasporto: di fatto un compromesso, per quanto ben articolato, non accontenta tutti e può lasciare irrisolte problematiche di limitata o insufficiente connessione o di difficile accessibilità.

In ogni caso, obiettivo principale delle reti di trasporto è quello di superare le distanze, misurate in termini assoluti (come distanza, appunto) o relativi, ovvero in termini di tempo risparmiato: l'alta velocità, in questa accezione, è un esempio eclatante della rivoluzione che una nuova rete infrastrutturale può generare per i territori e, soprattutto, una evidenza del valore del tempo nell'attuale società.

Le connessioni che le reti di trasporto stabiliscono nello spazio sono determinate dalla loro continuità, dallo spazio topografico di riferimento e dalla coesione spaziale che generano.

Una rilevante causa di discontinuità all'interno di una rete di trasporto è legata alla distribuzione spaziale degli insediamenti residenziali e delle attività economiche, in particolare industriali e urbane, che tendono ad agglomerarsi sia per motivi di accessibilità che per economie funzionali: situazioni di congestione che si possono creare per l'intensificarsi dei flussi generati/attratti da queste funzioni possono modificare una o più condizioni che assicurano la continuità spaziale in una rete di trasporto.

Un ulteriore elemento di possibile fragilità che può indebolire una rete deriva dalle interdipendenze tra le diverse reti di trasporto, aspetto di per sé di non facile approccio soprattutto quando queste sono di natura e struttura diversa. In particolare, elementi di criticità possono emergere a seguito di:

- a) *discontinuità* nell'evoluzione: reti di trasporto diverse potrebbero seguire percorsi simili o diversi in base alla prossimità spaziale o al percorso dello sviluppo economico, creando una più ampia articolazione modale e dimensionale di reti nelle regioni centrali rispetto a regioni più periferiche;
- b) *complementarità*: alcuni nodi possono essere centrali in una rete, ma periferici in un'altra, a seconda della loro specializzazione, della loro funzione e della scala di analisi (terminal, città, regione, paese);
- c) *interoperabilità*: in particolare, un carico di beni passa da una rete marittima al trasporto su rete stradale, quindi passa da una struttura scale-free ad una struttura "regolare", seguendo così diverse topologie che non sono facilmente combinabili;
- d) *vulnerabilità*: i cambiamenti in una rete influenzano il funzionamento di una o più altre reti, a livello globale (intera rete) o locale (nodo singolo o regione). Questo effetto è particolarmente importante per le reti che condividono nodi comuni, come le città globali, piattaforme logistiche e *hub* nel caso di eventi improvvisi (ad esempio calamità naturali, attacchi mirati, interruzione del servizio per vertenze di lavoro, di sicurezza e di tensioni geopolitiche), ponendo così il problema del re-instradamento dei flussi attraverso percorsi alternativi e le posizioni.

## **2. Connessioni assenti e connessioni inadeguate: criteri di identificazione**

L'impegno posto dalla Commissione europea nel suo programma d'investimento per il completamento della rete di trasporto si fonda sul principio che perché tale rete sia effettivamente funzionale alla crescita dell'economia europea debbano essere affrontate e trovate soluzioni a proble-

problematiche (Commissione europea 2014a: 2), quali:

- a) «le connessioni mancanti (*missing link*), in particolare nelle tratte transfrontaliere [...]»;
- b) «la notevole disparità sotto il profilo della qualità e della disponibilità di infrastrutture tra e all'interno degli Stati membri (*bottleneck*). In particolare, [è necessaria] la creazione di nuove infrastrutture di trasporto e/o la manutenzione, il ripristino o l'aggiornamento delle infrastrutture esistenti»;
- c) «la frammentazione dell'infrastruttura dei trasporti tra i diversi modi di trasporto. Per quanto riguarda i collegamenti multimodali, in Europa molti terminali merci, stazioni passeggeri, porti interni, porti marittimi, aeroporti e nodi urbani non sono all'altezza del compito. Dato che questi nodi mancano di capacità multimodale, il potenziale del trasporto multimodale, la sua capacità di eliminare le strozzature delle infrastrutture e di realizzare i collegamenti mancanti non vengono sufficientemente sfruttati»;
- d) «gli Stati membri continuano ad avere norme e requisiti operativi diversi, in particolare in materia di interoperabilità, il che non fa che aggiungere ostacoli e *bottleneck* alle infrastrutture di trasporto».

Nello stesso documento, la commissione sottolinea poi che:

«Il ruolo dell'Europa in termini di investimento e coordinamento consiste nel creare valore aggiunto attraverso l'eliminazione delle strozzature e la realizzazione dei collegamenti e delle connessioni mancanti, sostenendo la creazione di un'autentica rete europea dei trasporti.» (Commissione europea 2014a: 5)

e che, nella stessa programmazione di nuove infrastrutture:

«È fin troppo facile creare sistemi e connessioni divergenti, generando strozzature ancora più gravi.» (Commissione europea 2014a: 4).

Non è dunque un caso se, da tempo, la Commissione Economia delle Nazioni Unite per l'Europa (UNECE) è impegnata in un lavoro volto alla definizione di un approccio che permetta una imparziale panoramica delle connessioni inadeguate e delle connessioni assenti nella rete infrastrutturale della regione paneuropea. L'ultimo documento, pubblicato nel 2009 e che fa da riferimento per i prossimi contenuti, ha il significativo titolo di:

«*A Methodological Basis for the Definition of Common Criteria regarding the Identification of Bottlenecks, Missing Links and Quality of Service in Infrastructure Networks*» (UNECE, 2009).

Il documento vuole essere un autorevole contributo al crescente interesse europeo per la pianificazione e il coordinamento dello sviluppo internazionale delle infrastrutture di trasporto e alla necessità che gli sforzi in questa direzione siano supportati da una condivisa comprensione dei concetti chiave sui quali si basano. Tra i concetti che si ritrovano con maggiore frequenza nelle discussioni politiche, hanno un ruolo di primo piano proprio le strozzature (i *bottleneck*) e le connessioni mancanti (i *missing link*): la pianificazione di alto livello delle infrastrutture si rivela, in genere, un esercizio di individuazione dei problemi causati da colli di bottiglia e da collegamenti necessari ma inesistenti nei diversi sistemi di infrastrutture per trovare poi le soluzioni più adatte a porvi rimedio.

Tuttavia, le definizioni formali di questi due termini sono meno chiare e univoche di quanto ci si potrebbe aspettare ed è frequente la possibilità

d'incomprensioni e inconsistenza nelle discussioni tecnico-politiche. Per quanto sia relativamente immediata e intuitiva, una comprensione condivisa di *bottleneck* e di *missing link* a livello tecnico sembra sia molto sfuggente, tanto che lo stesso studio citato non riesce ad arrivare ad una conclusione soddisfacente:

«Technically rigorous definitions were difficult to establish and, in some areas, lack of data is still a significant barrier to implementation.» (UNECE, 2009: V).

Pur avendo passato in rassegna ed analizzato un numero consistente di ricerche sull'identificazione di strozzature nelle reti di trasporto internazionali, lo studio arriva alla conclusione che il consenso sulle modalità di identificazione delle stesse è limitato e tutti adottano definizioni diverse a seconda della modalità di trasporto. In genere si riscontra una più o meno esplicita convinzione che sia i colli di bottiglia che le connessioni mancanti siano manifestazioni della inadeguata qualità del servizio di trasporto definita attraverso:

- a) valutazioni sulla base degli standard di progettazione e sulle previsioni di crescita dei flussi;
- b) un'analisi della portata del volume di traffico rispetto alla capacità dell'infrastruttura<sup>9</sup>;
- c) l'analisi dei risultati rilevati rispetto agli indicatori di prestazione attesi.

A fronte di una crescita del traffico, la qualità del servizio, dopo un certo punto, si deteriora in modo più o meno continuo: difficile però identificare un singolo punto/momento in cui la qualità del servizio passa da accettabile a non accettabile e quindi l'etichetta di *bottleneck* è sostanzialmente un problema di valutazione. In modo analogo anche la mancanza di connessione può essere semplicemente considerata un caso estremo di *bottleneck* quando la qualità del servizio, su una connessione rilevante, è estremamente bassa.

Pur riconoscendo che uno sviluppo della politica per le rete infrastrutturali attraverso l'identificazione di collegamenti mancanti e di strozzature nelle connessioni non può sostituire una pianificazione dei trasporti rigorosa e modellizzata, l'identificazione ha comunque una sua valenza, a condizione che sia rigorosamente applicata, ad esempio nell'assicurare che nella pianificazione che coinvolge più paesi e più modi di trasporto vengano utilizzate ipotesi comuni di previsione, basate su una condivisa accezione dei due termini. Ovviamente, deve sempre e comunque far perno su rigorosi modelli di valutazione dei progetti.

Con una finalità sicuramente più descrittiva che politica, [Rodrigue, Comtois and Slack \(2017\)](#) individuano nelle strozzature o difficoltà di connessioni "solo" una causa di ritardi e restrizioni nel flusso normale dei tra-

<sup>9</sup>Una metodologia per stimare limiti nella capacità di alcune infrastrutture ferroviarie e confermata dall'analisi di alcune tratte è il risultato dello studio di [Rotoli, Navajas Cawood and Soria \(2016\)](#).

sporti, tanto che le principali tipologie di *bottleneck* sono per gli autori riconducibili “semplicemente”:

- a) al sistema infrastrutturale e possono essere il risultato di situazioni croniche o temporanee quali: l'emergere di condizioni non previste in fase di progettazione che possono, ad esempio, danneggiare le infrastrutture di trasporto e ridurre la vita utile; la presenza di barriere fisiche (un ponte, ad esempio) può dare origine a rallentamenti o interruzioni quando aumenta il traffico; una non corretta programmazione, un sottodimensionamento o ritardi degli investimenti in infrastrutture potrebbero tradursi in una forte limitazione in caso di elevata crescita economica che verrebbe frenata da una insufficiente offerta di capacità. *Bottleneck* temporanei possono poi essere causati da forze naturali (problemi meteo o eventi catastrofici) o di mercato quale un imprevisto/non prevedibile aumento della domanda a fronte di infrastrutture progettate per offrire un livello costante di servizio;
- b) alla regolamentazione: quasi per definizione, quando si tratta di flussi internazionali di merci e passeggeri, le diversità nei regolamenti o semplicemente l'applicazione di norme per la sicurezza ritardano i movimenti. Effetti indiretti della regolamentazione sulla fluidità delle connessioni sono le restrizioni di cabotaggio, le politiche per la concorrenza e le politiche fiscali perché scoraggiano gli investimenti e creano disparità tra territori, segmenti di mercato o tipologie di operatori. Le restrizioni di cabotaggio impediscono a vettori stranieri il trasporto di merci all'interno di un paese. Le politiche per la concorrenza possono creare colli di bottiglia sia se sostengono un monopolio sia se perseguono una completa deregolamentazione che mette in competizione molti vettori in segmenti di trasporto simili;
- c) a difficoltà nella *supply chain* generate, ad esempio, dalla mancanza di manodopera in determinati orari per turni di lavoro o festività. Strategie di *rent-seeking* da parte di imprese che controllano gli elementi chiave della catena di fornitura. Una mancanza o un insufficiente coordinamento tra i diversi attori della catena di fornitura. O, ancora, la presenza di problemi tecnologici a causa, ad esempio, dell'applicazione di protocolli diversi che creano ritardi nello scambio e nell'elaborazione di informazioni con conseguenti ritardi nelle spedizioni (o nei trasbordi).

Una ulteriore accezione nel considerare l'impatto della mancanza di connessioni/relazioni in una rete di trasporto deriva dagli studi per definire il livello di rischio e di vulnerabilità della rete stessa (Taylor and D'Este, 2016): in questo caso il concetto che prevale è la possibilità del venir meno del servizio dovuto a una varietà di cause - compreso il livello e le modalità di uso delle infrastrutture - o difficoltà che possono insorgere sia per problemi nella fornitura pubblica di un servizio che per il decadere di accordi pubblico-privati o, ancora a causa di disastri naturali o indotti. In

questa accezione la connessione mancante è la “temporanea” indisponibilità di un tratto di strada, di ferrovia, di servizio aereo.

Lo studio UNECE considera utile avere a disposizione i due termini *bottleneck* e *missing link* nell’accezione con cui vengono utilizzati dalla gente nella propria esperienza di ritardi e di congestione, ritenendolo un buon punto di partenza per facilitare la discussione circa politiche di investimento per incrementare o modificare parti di una rete di infrastrutture.

Si ricorda così che secondo l’Oxford English Dictionary, *bottleneck* è:

«(i) A narrow entrance to or stretch in a road, comparable to the neck of a bottle in shape; a narrow or confined space where traffic may become congested; or (ii) anything obstructing an even flow of production, etc., or impeding activity, etc.»

Anche *missing link* è intuitivamente di facile comprensione, anche se non così spesso usato nella descrizione/discussione sulle reti di trasporto, fatta eccezione per gli addetti ai lavori. Di nuovo, dall’Oxford English Dictionary i *missing link* sono:

«(i) a thing lacking to complete a series or to form an intermediate between two things, especially in an evolutionary process, and “link” as (ii) a means of connection or communication.»

In un suo precedente lavoro, UNECE (1994: 6), li descriveva come:

«A situation in which the quality of service has extreme low values due to the fact that no direct link exists between two points.»

Le definizioni, dunque, sembrano del tutto chiare e di comune comprensione: nell’utilizzo ai fini della programmazione di una rete, tuttavia, la precisione e la condivisione dei termini diventa rilevante.

Nell’esperienza quotidiana incappare in un collo di bottiglia si rivela di solito un’esperienza sgradevole e frustrante: diventa allora ovvio richiedere che sia data una risposta che ripristini la piena funzionalità della rete di trasporto. Analogamente, se nel controllare una rete in relazione a flussi di traffico tra i nodi emerge la mancanza di una connessione sembra ovvio e diventa facile sostenere la necessità di realizzare un collegamento diretto per sostituirla con uno indiretto, soprattutto quando la deviazione è rilevante rispetto alla linea diretta e/o i flussi sono consistenti.

Ma nel caso in cui si tratta di applicare criteri per individuare priorità nei processi di investimento o per modificare politiche di infrastrutturazione i due concetti diventano più labili e l’identificazione, indispensabile per arrivare a risultati efficaci, di cosa sia e quando esista una situazione di inadeguatezza, o quando ci sia una connessione mancante diventa difficile da definire tecnicamente. Di fatto, ad esempio, l’assenza di qualsiasi linea diretta tra due nodi è un *missing link* in una rete di trasporto.

L’analisi della letteratura<sup>10</sup> tuttavia non fa emergere particolari innovazioni teoriche che si discostino da:

a) presa d’atto della saturazione della capacità di una connessione;

<sup>10</sup>Una esaustiva rassegna in merito è riportata nel Cap. 2 di UNECE (2009) al quale si rimanda.

- b) opportunità di connettere in modo più efficiente due poli che hanno cambiato gerarchia nei flussi globali.

La maggior parte degli studi esaminati si concentra sulla ricerca del miglior approccio metodologico per la stima della capacità di una infrastruttura o di un suo tratto alla ricerca di un solido fondamento teorico di riferimento.

Nel caso delle connessioni inadeguate, ci sono almeno due fattori che rendono difficile elaborare un chiaro fondamento teorico. Il primo è che in una rete stradale, il traffico in generale, segue il principio di equilibrio di [Wardrop \(1952\)](#)<sup>11</sup>. Senza una relativamente sofisticata modellazione e previsione della domanda, diventa difficile sapere da dati relativi ai diversi collegamenti dove esistono davvero delle strozzature, perché il traffico cercherà istintivamente di evitarli. In secondo luogo, ciò che costituisce un collo di bottiglia su un singolo collegamento è, entro certi termini, una questione di preferenza e giudizio, piuttosto che una definizione assoluta. Quanto il ritardo causato dalla congestione è insostenibile? Non c'è una risposta sola: dipenderà dallo scopo del viaggio, dall'individuo, dal valore e dalla natura della merce e così via.

Questo non vuol dire che, almeno per i collegamenti ferroviari e stradali non ci siano modelli teorici. Ad esempio, sulle curve di velocità di flusso di una connessione sono individuabili punti dove possono verificarsi aumenti significativi della congestione e quindi ritardi e questi punti sono, in una certa misura, identificabili in modo teoricamente fondato. Preoccupa però il fatto che tale base teorica deriva da un comportamento puntuale: la rete e le sue prestazioni complessive non sono la semplice somma delle performance delle sue singole parti.

Un ulteriore fattore difficile da inserire in un modello teoricamente fondato e praticabile riguarda i prezzi. Per il trasporto ferroviario, ma in misura crescente anche per la strada, la tariffa incide sull'utilizzatore: il livello di utilizzazione di un collegamento e il livello di gravità di una strozzatura non dipendono solo dal livello della domanda e dalle caratteristiche fisiche del collegamento, ma sono influenzati anche dal livello delle tariffe, sul collegamento direttamente interessato e potenzialmente anche su altre connessioni. Così, ad esempio, imponendo una tariffa elevata, il gestore di un collegamento può prevenire il formarsi di un collo di bottiglia, anche se ci possono essere conseguenti strozzature altrove. Si creerebbe così una sorta di "collo di bottiglia sociale" nel senso che si manifesta un'inadegua-

<sup>11</sup>Wardrop (1952) sostiene che il traffico che scorre su una rete tra un'origine e una destinazione cercherà di utilizzare il più breve/più economico insieme di collegamenti a disposizione. Nel cercare di perseguire quest'obiettivo, ogni gruppo di utilizzatori garantirebbe che tutti i percorsi tra una data coppia origine-destinazione avrebbe lo stesso equilibrio costo/ora, dal momento che eventuali differenze verrebbero annullate dal momento che tutti gli utenti hanno cercato di usare qualsiasi percorso più conveniente/più breve e quindi hanno evitato l'uso dei link più rilevanti perché la congestione che si creerebbe, ridurrebbe gli eventuali vantaggi.

tezza non identificata e/o trattata in termini di prestazione socialmente ottimale.

La situazione è simile per la definizione di connessioni assenti: non vi è alcuna evidenza lineare di analisi teorica delle reti che possa affermare che una particolare connessione debba esserci. Un tale approccio richiede qualche elemento di meta-analisi, ma l'aspetto fondamentale è che tale teoria funzionerebbe in ogni caso a livello di singolo collegamento, mentre ciò che è necessario per il lavoro di programmazione è una visione ampia che combina tutti i possibili collegamenti. In sintesi:

«A fully rigorous, theoretically founded basis for identifying bottlenecks and missing links in networks that directly and prescriptively informs network-level analysis, is not available.» (UNECE, 2009: 16).

La mancanza di un fondamento pienamente teorico, tuttavia, non inficia un approccio metodologico che cerchi di capire dove esistono o possono verificarsi in futuro strozzature e dove l'assenza di collegamenti diventa un fattore di inefficienza per l'intera rete. La familiarità quotidiana dei non addetti ai lavori con i termini "collo di bottiglia" e "anello mancante" e la loro intuitiva identificazione di questi tra le "cause di preoccupazione" che richiedono un intervento, così come il continuo uso di questi termini nel discorso politico in molti contesti confermano che, al di là di preoccupazione teoriche, hanno un valore e che la loro identificazione per i tavoli di lavoro della programmazione non è azione peregrina, anche se può essere resa complessa dalla mancanza di dati e di rilevazioni puntuali.

## 2.1 Un approccio a "connessioni deboli o assenti" nella rete stradale

**Connessioni assenti.** Anche se ci sono alcuni benchmark molto generali in relazione alla densità delle reti stradali, non sono rilevabili linee guida generali per individuare le connessioni mancanti che non dipendano dalle valutazioni di esperti a livello di rete o dalla gestione di un modello (nazionale) di rete.

Per individuare le connessioni che potrebbero essere necessarie, un'amministrazione centrale dovrebbe:

- a) identificare ogni insieme di collegamenti esistenti che sembrano trasportare traffico pesante attraverso un collegamento fisicamente indiretto e valutare il flusso globale sull'insieme di collegamenti. Tale valutazione deve essere condotta utilizzando lo stesso insieme d'indicatori che vengono applicati nella stima della qualità delle prestazioni del servizio di una singola strada;
- b) confrontare gli indicatori con quelli valutati se, per ipotesi, un adeguato collegamento diretto dovesse essere introdotto nella rete;
- c) classificare la connessione individuata come "mancante" se la differenza nel valore degli indicatori di performance è considerata significativa, rispetto al costo approssimativo del collegamento da realizzare.

**Connessioni deboli.** La loro individuazione dovrebbe derivare dall'applicazione dei classici indicatori di traffico e sicurezza. Quale profilo di performance di questi indicatori sia sufficiente per non far etichettare una connessione come *bottleneck* dovrebbe essere oggetto di consultazione.

## 2.2 Un approccio a "connessioni deboli o assenti" nella rete ferroviaria

**Connessioni assenti.** La questione delle connessioni assenti nel sistema ferroviario è probabilmente meno rilevante rispetto all'impatto sulla rete stradale, anche se un approccio sostanzialmente analogo a quello suggerito per i collegamenti stradali potrebbe portare comunque a buoni risultati, soprattutto se supportato dalla valutazione di esperti del sistema.

**Connessioni deboli.** Negli ultimi anni, l'Unione europea ha dedicato notevoli sforzi per migliorare la competitività del trasporto ferroviario su scala europea. Tra le molte questioni individuate dai responsabili politici europei, i colli di bottiglia della rete ferroviaria stanno diventando un motivo di preoccupazione soprattutto per alcuni corridoi quando l'esigenza di aumentare il traffico porta a situazioni di congestione e di riduzione significativa delle prestazioni dell'intero sistema ferroviario. Ritardi e inaffidabilità dei servizi hanno un impatto di vasta portata che interessa più attori: dal gestore dell'infrastruttura ai fornitori del servizio, dai viaggiatori alla società nel suo insieme (Rotoli, Navajas Cawood and Soria, 2016).

L'individuazione dei punti critici della rete ferroviaria sembra trovare soluzioni di più facile misurazione, avendo come riferimento, sostanzialmente, l'inadeguatezza del sistema ferroviario come definita dagli indicatori di traffico: di fatto, la ricerca dei colli di bottiglia è demandata al riconoscimento di problemi di capacità su una determinata connessione.

## 2.3 Criteri per migliorare il funzionamento delle reti di trasporto: una proposta

L'excurus sulla letteratura, presentato nei paragrafi precedenti, ha mostrato che non si è giunti a definire in maniera oggettiva e inequivoca quando ci si trovi di fronte a *missing link* e *bottleneck*: sarebbe quindi velleitario voler risolvere, con questo sintetico documento, la controversa questione teorica. L'obiettivo del presente lavoro è fornire indicazioni di policy per migliorare l'efficacia e l'efficienza del sistema dei trasporti ed è in questa prospettiva operativa che, a partire dalle riflessioni riportate nelle pagine precedenti, si cercherà di indicare quali criteri usare nelle fasi di pianificazione e programmazione per identificare la presenza di *missing link* e *bottleneck*.

1. Il sistema di trasporto è multimodale: da questa prima, fondamentale, osservazione deriva una altrettanto fondamentale conseguenza. L'esistenza di punti critici nella rete di trasporto deve essere valutata osser-

vando il funzionamento complessivo e contemporaneo di tutti i modi di trasporto. La rete di trasporto è, infatti, formata da più sotto-reti modali, che sono interconnesse in alcuni punti: di conseguenza è spesso possibile superare la mancanza di un collegamento o la sua inadeguatezza passando a un altro modo di trasporto. Non è detto quindi che l'assenza o l'inadeguatezza di un collegamento modale siano tali da creare nella rete un *missing link* o un *bottleneck*.

2. Il sistema di trasporto risponde alla domanda di spostare persone e merci: il riferimento per individuare le criticità della rete non è quindi uno standard tecnico e prestazionale dell'infrastruttura ma la sua capacità di rispondere alla domanda di trasporto.
3. Il trasporto è anche un importante fattore di coesione sociale: una collettività può affermare il diritto che le realtà locali possano avere un certo standard di infrastrutture e di servizi di collegamento in maniera indipendente dal livello di domanda che esprimono. In questo caso, *missing link* o *bottleneck* non sono dati dall'incapacità di rispondere alla domanda attuale, ma di favorire le condizioni di eguaglianza sociale e di sviluppo futuro.
4. Il trasporto è un'attività economica, che segue le regole del mercato: se il costo di utilizzo di un nodo o di un collegamento è portato fuori mercato da particolari condizioni operative, derivanti dall'obsolescenza dell'infrastruttura o dalla presenza di ostacoli tecnici o normativi, anche se fornisce una buona capacità tecnica di trasporto costituisce un *missing link* o un *bottleneck*.
5. Infine il sistema di trasporto è un "sistema": osservazione ovvia ma della quale si trascurano troppo spesso le conseguenze. In un sistema, gli effetti prodotti in un punto si ripercuotono in maniera importante anche su altri punti; esiste quindi un'elevata interdipendenza tra i fenomeni presenti nella rete dei trasporti, così che:
  - un *bottleneck* può produrre i suoi effetti negativi in un altro punto della rete (o su un'altra sottorete modale) perché devia il traffico in una direzione che altrimenti non sarebbe utilizzata;
  - viceversa, un fenomeno di congestione in un punto, che sembra segnalare l'esistenza di un *bottleneck*, è originato invece da un limite, strutturale o funzionale, presente in un altro punto della rete.

Le cinque osservazioni fatte hanno in comune la prospettiva di cercare l'esistenza di *missing link* e di *bottleneck* a partire dallo scopo per cui si realizzano infrastrutture e sistemi di trasporto e non dalle caratteristiche tecniche di questi ultimi. In primo piano abbiamo quindi il miglioramento della rete multimodale di trasporto e la sua capacità complessiva di rispondere ai bisogni di connessione, dotando tutti i punti di un'accessibilità adeguata alle loro caratteristiche (efficacia), con un consumo ottimale di risorse quali il tempo e altri costi (efficienza).

“Adeguate” e “ottimale” sono aggettivi qualitativi: di conseguenza, l’identificazione sia dei *missing link* sia dei *bottleneck* è al tempo stesso politica e tecnica. Deve partire dalla scelta di connessione che si desidera ottenere (e che ci si può permettere), scelta politica, per indicare alla tecnica quale sia l’obiettivo, permettendo di individuare i punti sui quali intervenire.

### 3. Le cause della presenza di criticità e indicazioni operative

#### 3.1 Le cause delle criticità nella rete dei trasporti

L’approccio proposto, fornisce un’efficace chiave di lettura per indagare quali sono le cause della presenza di *missing link* e di *bottleneck* nella rete di trasporto italiana e come si può ragionevolmente agire per identificarli e rimuoverli.

Le principali cause della presenza di criticità nella rete sono due:

1. un approccio di natura modale e tecnico: per molto tempo, i porti hanno ragionato sul trasporto marittimo, le ferrovie su quello ferroviario, le strade su quello su gomma. Mentre l’avvento del container rendeva possibile e sempre più conveniente l’intermodalità, il nostro Paese è rimasto con un impianto organizzativo specializzato per modo. Anche il sistema di finanziamento statale è stato (e per certi aspetti lo è tutt’ora) organizzato per modi di trasporto, con leggi specifiche per le autostrade, le ferrovie, gli aeroporti, i porti;
2. un approccio per “opere” e soprattutto per “grandi opere strategiche”, quasi che il Paese fosse un *green field* che richiedeva infrastrutture di base e non, invece, un territorio già largamente infrastrutturato, ma dove molte opere risalivano all’anteguerra ed erano completamente obsolete o comunque inadatte ai nuovi standard di trasporto. Quest’approccio, enfatizzato dalla Legge Obiettivo, ha convogliato tutte le risorse finanziarie verso grandi opere, lasciando scoperto il finanziamento di una miriade d’interventi minori, apparentemente di dettaglio, ma che avrebbero potuto rilanciare la capacità di trasporto complessiva della rete.

Mai come in questo caso, infatti, il diavolo sta nei dettagli. Un esempio per tutti (ma se ne potrebbero fare utilmente una serie): l’inadeguatezza delle principali linee ferroviarie italiane a ospitare i treni che trasportano i container marittimi, anche sulle direttrici di pianura, dove un cavalcavia o semplicemente una pensilina possono essere ostacoli che limitano la sagoma massima ammissibile su tutta la linea. La rimozione di un singolo punto critico è resa difficile da un’organizzazione aziendale gerarchica e suddivisa per compartimenti specializzati; in questo caso, anche un intervento di piccola portata richiede un punto di coordinamento molto alto nella gerarchia aziendale, spesso troppo alto perché trovi opportuno occuparsi

rarchia aziendale, spesso troppo alto perché trovi opportuno occuparsi di un dettaglio simile.

### 3.2 Un rapporto equilibrato tra analisi tecnica e scelta politica

L'identificazione puntuale dei molti punti critici della rete italiana dei trasporti e la loro rimozione richiede un'equilibrata composizione tra analisi tecniche e scelte politiche, che superi sia la logica modale sia quella delle grandi opere.

“Sintesi – politica” e “analisi – tecnica” sembrano costituire in Italia una dicotomia difficilmente superabile: se la stagione della “Legge Obiettivo” ha segnato la prevalenza della prima, giunta al punto di ridurre la programmazione ad un elenco di opere “strategiche” comprendente interventi di qualsiasi genere e dimensione, il cui costo eccedeva di diverse grandezze le disponibilità economiche e finanziarie; il rischio che si corre con la nuova impostazione, molto sbilanciata sul secondo polo, è quello di non riuscire a decidere per tempo cosa occorre fare.

L'Allegato Infrastrutture al “Documento di Economia e Finanza 2015” è stato un punto di svolta nell'approccio seguito dal Governo italiano nel finanziamento delle infrastrutture. Infatti, il documento 2015 si apre con questa dichiarazione programmatica:

«L'Allegato Infrastrutture di quest'anno presenta alcune novità rilevanti che rispondono a esigenze da tempo emerse a livello europeo e nazionale. L'Allegato Infrastrutture dà rilevanza al collegamento strategico tra le scelte d'investimento adottate dal Governo e dal Parlamento e gli indirizzi comunitari, a partire dall'integrazione tra i nodi portuali, aeroportuali, intermodali e urbani con i 4 Corridoi multimodali TEN-T che attraversano l'Italia»<sup>12</sup>.

Questa direzione è stata poi sviluppata nell'impianto dei nuovi strumenti di pianificazione e programmazione definiti dall'art. 201 del d.lgs. 50/2016, noto come “nuovo codice degli appalti”, che prevede di individuare le infrastrutture e gli insediamenti prioritari per lo sviluppo del Paese tramite:

- un Piano Generale dei Trasporti e della Logistica (PGTL) che contiene le linee strategiche delle politiche della mobilità delle persone e delle merci nonché dello sviluppo infrastrutturale del Paese;
- che trova attuazione mediante Documenti Pluriennali di Pianificazione (DPP), già previsti dal d.lgs. 228/2011<sup>13</sup>, contenenti l'elenco degli interventi relativi al settore dei trasporti e della logistica la cui progettazione di fattibilità è valutata meritevole di finanziamento nel periodo di programmazione triennale.

<sup>12</sup>Documento di Economia e Finanza 2015, Allegato: «Programma delle infrastrutture strategiche del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti», L. 443/2001, art. 1, c. 1; pag. 7

<sup>13</sup>Decreto Legislativo 29 dicembre 2011, n. 228. Attuazione dell'articolo 30, comma 9, lettere a), b), c) e d) della legge 31 dicembre 2009, n. 196, in materia di valutazione degli investimenti relativi ad opere pubbliche; (12G0015) GU n. 30 del 6-2-2012.

Prima di giungere alla decisione di finanziamento, occorre quindi percorrere un lungo iter di pianificazione generale e di sviluppo dei progetti di fattibilità che in esso s'inseriscono; questi ultimi richiedono, a norma del codice, una serie complessa e onerosa di indagini, anche geognostiche, che ne rendono lunghi e incerti i tempi di esecuzione. Un disegno senza dubbio coerente sotto il profilo logico e rispondente alle migliori pratiche internazionali rischia di scontrarsi con la mancanza di una struttura tecnica e amministrativa in grado, ai diversi livelli, di attivarsi per darne pronta esecuzione. Continuerebbe a mancare, in questo modo, un quadro coerente di obiettivi condivisi che, solo, può costituire il punto di riferimento per valutare dove sono i punti critici della rete di trasporto e quindi dove intervenire in maniera prioritaria.

In questa situazione di incertezza, sulla quale si riflette in modo preoccupante l'instabilità della fase politica attuale, un punto di utile riferimento è dato dalla programmazione europea, buon esempio di onorevole ed equilibrato compromesso tra analisi tecnica e sintesi politica. La definizione della *Core network* e della *Comprehensive network* offre un punto di riferimento chiaro per valutare il grado di rispondenza della rete di trasporto e, quindi, almeno in parte, per individuare i punti critici della rete: *missing link* e *bottleneck*. Anche lo strumento *Connecting Europe Facility*<sup>14</sup> è interessante, sia come metodo per la selezione di proposte di intervento infrastrutturale, sia come strumento per orientare i finanziamenti pubblici, sia comunitari che nazionali.

### **3.3 Conoscere il funzionamento della rete di trasporto e simulare gli effetti delle trasformazioni**

L'approccio qui suggerito per l'identificazione dei *missing link* e dei *bottleneck* si scontra, però, con una grave mancanza di informazioni e di conoscenza, causata dal prevalere di una impostazione ancora fondata su criteri di programmazione modale; il sistema dei trasporti è invece, come indicato precedentemente (cfr. § 2.3), plurimodale e integrato e quindi richiede uno strumento che consenta di osservarlo e studiarlo nelle sue complesse interazioni.

Si deve innanzitutto sottolineare che il livello di informazione disponibile sullo stato delle infrastrutture e sui flussi di trasporto che le percorrono è assolutamente inadeguato e incomprensibilmente arretrato rispetto a ciò che le nuove tecnologie mettono a disposizione. Prima di essere un problema tecnico è quindi un problema culturale, che mette in evidenza la debolezza della funzione pubblica in questo settore. I gestori delle infrastrutture, la maggior parte costruite in regime di concessione e con il contributo dello Stato, posseggono molte informazioni sullo stato e l'uso delle proprie

<sup>14</sup>Per maggiori informazioni si rimanda a: [<https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility>].

infrastruttura, ma sono restie a metterle a disposizione perché manca un quadro generale che assicuri la giusta tutela degli interessi aziendali e fornisca un quadro certo di reciprocità. La costruzione del Sistema Informativo sulla Mobilità e i Trasporti, pur rientrando tra gli obiettivi della “Direzione generale per lo sviluppo del territorio, la programmazione ed i progetti internazionali” del Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture, è rimasta per lungo tempo ferma e il sistema incompleto e non aggiornato. Solo recentemente è ripresa la sua costruzione, senza però il necessario supporto, sia di *commitment* sia economico.

Osservando altri Paesi<sup>15</sup>, è evidente l’importanza invece assegnata alla costruzione di una base informativa completa, coerente e costantemente aggiornata, che possa fornire a tutti gli operatori chiamati a sviluppare piani e progetti un riferimento omogeneo e, soprattutto, sistematico per la definizione degli scenari di domanda di traffico, elemento basilare per qualsiasi analisi di valutazione *ex ante* circa la convenienza a realizzare un’opera infrastrutturale.

Le nuove tecnologie, applicate ai terminali elettronici di uso personale e comune quali gli smartphone, consentono la rilevazione continuativa di enormi quantità di informazioni su tutti gli spostamenti delle persone e dei mezzi di trasporto, che si vanno a sommare alle informazioni prodotte da tutti i sistemi informatizzati di gestione e di guida dei mezzi di trasporto: si dispone, quindi, di una base informativa che può, già ora, coprire ogni aspetto della mobilità e dei trasporti ma che richiede regole certe per poter essere condivisa e messa a disposizione della pianificazione e della programmazione dei trasporti. Quest’operazione ha senza dubbio un costo non indifferente, ma gli errori che si possono compiere, e che senza alcun dubbio sono stati compiuti nel passato anche recente, hanno un costo certamente molto superiore.

### **3.4 Criteri condivisi per la valutazione *ex ante* degli interventi per superare i punti critici**

Com’è già richiamato (cfr. § 3.2), il d.lgs. 50/2016 prevede due strumenti di pianificazione e programmazione; in particolare, perché i progetti di fattibilità di opere possano essere inseriti nel Documento Pluriennale di Programmazione devono essere accompagnati da una analisi costi benefici

<sup>15</sup>Valga per tutti l’esempio del Regno Unito, dove il “Department for Transport” sviluppa una serie di strumenti per assicurare che le decisioni prese nell’ambito della politica dei trasporti siano fondate su dati omogenei e coerenti. A questo fine ha sviluppato e tiene aggiornato *The National Transport Model (NTM)*. «It provides a systematic means of comparing the national consequences of alternative national transport policies or widely-applied local transport policies. These policies can be compared against a range of background scenarios which take into account major factors affecting future patterns of travel». Il modello è reso facilmente accessibile e la sua utilizzazione è richiesta per le valutazioni che sostengono le domande di finanziamento pubblico. [<https://www.gov.uk/government/collections/transport-appraisal-and-modelling-tools>].

(ACB). Questo strumento diviene, in tale cornice di pianificazione, determinante nell'indirizzare le decisioni di governo del territorio, perché è chiamato innanzitutto ad attestare la sostenibilità finanziaria e socio-economica delle opere proposte (valutazione assoluta) e successivamente, in base alle risultanze, a redigere un ranking di fattibilità degli stessi progetti (valutazione relativa).

La definizione di una metodologia chiara e condivisa per lo sviluppo dell'analisi costi benefici di interventi volti a superare *missing link* o *bottleneck* si rivela essenziale, perché un approccio alla loro valutazione non adeguato comporta il rischio di una penalizzazione ex ante di questa tipologia di progetti rispetto alle opere *green field*.

In effetti, un intervento volto a risolvere tale tipologia di criticità presenta generalmente:

- costi unitari (es. euro al km) più elevati rispetto a un'opera della medesima natura modale realizzata ex novo;
- benefici più incerti, per il rischio che non gli siano attribuiti in toto o nella proporzione adeguata i benefici generati, poiché questi si manifestano in altre porzioni della rete o in infrastrutture che afferiscono ad altre modalità di trasporto.

In assenza di specifiche linee guida, è possibile incorrere in due errori opposti. Da un lato, sottostimare i benefici che si possono ottenere con la rimozione della criticità esistente. Ad esempio, la rimozione di un gravoso limite di sagoma in una galleria, o la sostituzione di un tratto di linea ferroviaria obsoleta per eccessiva acclività, non possono essere valutate considerando i benefici prodotti solo nel tratto interessato dall'intervento, ma si dovrebbe considerare che la rimozione del vincolo rende possibile il trasporto su lunghe percorrenze, finora interrotte dalla presenza dell'ostacolo.

Dall'altro lato, la giusta considerazione di questi effetti di sistema rischia, però, di portare a un doppio conteggio dei benefici. Un secondo esempio: il progetto di potenziamento di un porto rende possibile aumentare la sua capacità di attracco e logistica e, pertanto, l'attrazione di nuovo traffico marittimo che potrà fruire della rete ferroviaria recentemente migliorata in una fase precedente. Senza una metodologia ben delineata, sussiste il rischio che al progetto portuale siano attribuiti i benefici derivanti dal trasferimento modale su tutto il percorso fatto dalle merci, benefici che con tutta probabilità erano già stati conteggiati per motivare l'opportunità di realizzare l'ammodernamento della tratta ferroviaria.

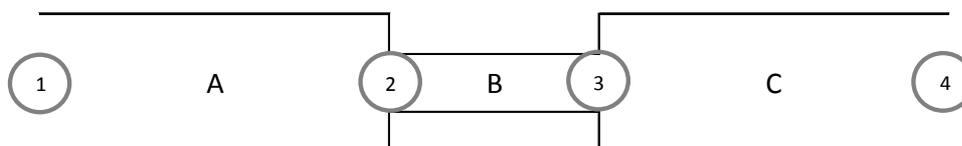
Nonostante questi problemi siano abbastanza frequenti, l'analisi della letteratura evidenzia l'assenza di una metodologia consolidata e diffusa per l'analisi economico-finanziaria dei progetti volti alla risoluzione di *missing link* e di *bottleneck*. La stessa Guida europea all'analisi costi benefici<sup>16</sup>, considerata nelle ultime sue tre versioni (2002, 2008, 2014) non offre specifi-

<sup>16</sup>Commissione europea (2014 c).

che indicazioni sull'argomento e cita il rischio di *double-counting* solo in merito ad altri temi, più circostanziati, quali le variabili fiscali e la valutazione dell'impatto sul mercato immobiliare della realizzazione di un'infrastruttura di trasporto.

Sembra quindi opportuno dare alcune indicazioni di metodo, nella speranza che possano aiutare la redazione di queste analisi, nell'intento di non vedere penalizzate ingiustamente le iniziative volte alla soluzione delle criticità di rete.

Schematicamente si può rappresentare la rimozione di un *missing link* o di un *bottleneck* nel seguente modo:



Il tratto di linea B fornisce una capacità nettamente inferiore a quella di A e di C. Ciò può non essere un problema, se la domanda di traffico che chiede di attraversare il tratto tra i punti 2 e 3 è inferiore a quella tra i punti 1 e 2 e tra 3 e 4. Se, invece, la domanda è omogenea lungo tutta la linea, tra 1 e 4, la ridotta capacità di B, oltre a produrre inconvenienti in quello specifico tratto (congestione, maggiori tempi di percorrenza, più elevata incidentalità) deprime la capacità complessiva della linea, rendendo inutilizzabile parte della capacità di A e di C.

Seguendo le osservazioni fatte prima sul rischio di doppio conteggio, il beneficio ottenuto dalla rimozione della criticità presente in B deve essere valutato tenendo presente che:

1. se una o entrambe le tratte A e C non sono state ancora realizzate, è necessario valutare il bilancio costi benefici facendo riferimento all'intera infrastruttura;
2. se entrambe le tratte A e C sono state già costruite, il beneficio di B è pari alla somma dei benefici che si avranno sul quel tratto e di quelli che si avranno nelle tratte A e C.

È importante a questo proposito osservare che le analisi hanno come fine quello di prendere decisioni razionali nel momento in cui sono fatte: può darsi, come spesso avviene, che il progetto di ampliamento di A o C non abbia tenuto conto della criticità rappresentata da B e che quindi abbia presentato un rapporto tra costi e benefici che, mentre contabilizzava solo i costi di A o C, imputava i benefici ottenibili con il pieno utilizzo della linea. Questo modo di procedere è stato scorretto, perché ha portato a trascurare una parte dei costi; tuttavia, questa osservazione, se è rilevante per migliorare il livello delle progettazioni future, non può essere fatta valere per orientare la scelta attuale, che deve realisticamente tenere conto delle situazioni che si è venuta nel frattempo a creare.

Seguendo l'esempio schematico fatto, si deve osservare un altro fenomeno. Con tutta probabilità, la criticità rappresentata da B ha indotto una parte del traffico a deviare fuori dal percorso naturale, interferendo quindi in maniera indebita con l'equilibrio di altre sotto-reti: un carico anomalo di traffico su una breve tratta di un'altra infrastruttura, lungi dall'essere un vantaggio commerciale, produce una perdita, perché deprime la domanda di trasporto di lunga distanza. È possibile quindi che il gestore dell'altra infrastruttura, per evitare questo indebito danno, abbia compiuto un investimento per rafforzare la capacità sulla tratta alternativa al segmento B; in questo caso, la soluzione della criticità B porterà a un sottoutilizzo della infrastruttura alternativa, con conseguente danno economico per il gestore.

Queste osservazioni, che potrebbero sembrare ovvie, sono invece alla base di valutazioni contrastanti e di complesse trattative tra le parti coinvolte, direttamente e indirettamente, nella decisione di realizzare interventi che vanno a modificare l'assetto della rete dei trasporti.

Un esempio di particolare interesse può essere la costruzione della tratta ferroviaria tra Torino e Lione. Dopo l'importante ridefinizione del progetto iniziale, l'intervento si configura oggi come la rimozione di un *bottleneck* in via di tradursi in *missing link*. Nonostante che il traffico che attraversa il confine francese sia rimasto stabile dopo la crisi del 2011, attestandosi a circa 40 milioni di tonnellate anno, la quantità di merci trasportate con la ferrovia è costantemente diminuita, a differenza di quanto è avvenuto lungo altre direttrici transalpine. La capacità tecnica della linea storica è stata oggetto di accurate analisi e di accesi dibattiti, che l'hanno valutata in circa sessanta milioni di tonnellate anno. Ciò che non è stato preso in adeguata considerazione è invece l'aspetto economico: il transito sulla linea storica richiede di superare pendenze molto elevate, superiori al 30%, con raggi di curvatura molto ridotti. Ciò aumenta la resistenza dei vagoni e richiede di applicare due o tre motrici per trainare treni corti e poco pesanti rispetto a quanto ormai consentito sugli altri attraversamenti ferroviari. Siamo quindi in presenza di una linea obsoleta perché caratterizzata da costi di utilizzo che la mettono progressivamente fuori mercato: oggi la tratta montana costituisce un *bottleneck* ma in un non lontano futuro diventerà un *missing link*, impedendo di fatto il trasporto ferroviario su una importante direttrice europea tra Italia e Francia.

Osservando l'analisi costi benefici, anch'essa oggetto di ampio e spesso aspro dibattito, si può notare che:

1. non tiene conto che la rimozione dell'ostacolo permetterà di trasferire su ferrovia le merci non solo lungo la tratta alpina oggetto dell'intervento, ma per l'intero loro percorso che è di circa 800 km;
2. che a fronte di questa opportunità si obietta che i benefici del trasferimento modale sulle altre tratte è già stato computato nelle valutazioni connesse alla loro realizzazione;

3. non tiene conto del sottoutilizzo che la costruzione della maggiore capacità ferroviaria porterà sulla rete autostradale ed in particolare dei lavori di ampliamento del tunnel autostradale del Fréjus.

In conclusione, per ottenere un efficace inquadramento delle diverse situazioni che determinano punti critici della rete di trasporto, siano essi *missing link* o *bottleneck*, è necessario investire per un dotare il Paese di un sistema informativo sulla mobilità e i trasporti che sia al passo con le potenzialità tecnologiche odierne e portare le valutazioni di convenienza sociale ed economica ad una scala più alta del singolo intervento.

### Riferimenti bibliografici

- AAVV (2015), “Una nuova accessibilità per lo sviluppo del Mezzogiorno; servizi ed infrastrutture di trasporto”. *I Quaderni di SIPpTra*, N. 1. Editore Ferpress, Roma.
- Blum U., Dudley L. (2001), *Report of the 109 round table on transport economics, Transport and Economic Development*. European Conference of Transport Ministers.
- Commissione europea (2014a), *MEMO/14/525*, Bruxelles, settembre.
- Commissione europea (2014b), *Le politiche dell’Unione europea: Trasporti*. Direzione generale della Comunicazione Informazioni per i cittadini, Bruxelles, novembre.
- Commissione europea (2014c), *Guide to Cost-Benefit Analysis of investment-projects. Structural Funds, Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020*. European Commission, Directorate General Regional Policy, Bruxelles, novembre
- Di Giacinto, V., Micucci, G. and Montanaro, P. (2012), “Network effects of public transport infrastructure: Evidence on Italian regions”. *Papers in Regional Science*, 91: 515-541
- Deutsche Bank Research (2010), *Rail freight transport: Bottleneck in infrastructure*, October 25<sup>th</sup>, [<https://www.dbresearch.com>].
- Drewello H., Günther F. (2012), *Bottlenecks in railway infrastructure – do they really exist? The corridor Rotterdam-Genoa*. Association for European Transport and Contributors.
- Hansen N. (1965), “The structure and determinants of local public investment expenditures”. *Review of economics and statistics*, XLVII, pp. 150-162.
- Holtz-Eakin D. and Wachs M. (2011), *Strengthening Connections Between Transportation Investments and Economic Growth*. Bipartisan Policy Center’s National Transportation Policy Project (NTPP), Washington. January 21.
- Lewitt T. (1993), “The globalisation of markets”. *Harvard Business Review*, 61, (3): 92-102.

- MAKNO e Politecnico di Milano (a cura di) (2016), *Osservatorio sulla Città Metropolitana di Milano. Rapporto 2016*. Edizione speciale di Mi-world con il sostegno di Intesa Sanpaolo, novembre.
- Muñuzuri J, Cortés P., Onieva L., Guadix J. (2009) "Modeling Freight Delivery Flows: Missing Link of Urban Transport Analysis". *Journal of Urban Planning and Development*, 135(3), September.
- Rodrigue J-P with Comtois B., and Slack B. (2017), *The Geography of Transport Systems*. 4th Edition, New York: Routledge.
- Rothengatter W. (1994), *Bottlenecks in European Transport Infrastructure*, Paper IWW, Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung, University of Karlsruhe, Germany.
- Rothengatter, W. (1996), "Bottlenecks in European Transport Infrastructure", *Proceedings 24th European Transport Forum*, Brunel University, England, 2-6 September 1996. Volume P401.
- Rotoli, F., Navajas Cawood, E., Soria, A. (2016), *Capacity assessment of railway infrastructure: Tools, methodologies and policy relevance in the EU context*. EUR 27835 EN.
- Taylor, M.A.P., Sekhar, S.V.C. & D'Este, G.M. *Netw Spat Econ* (2006), "Application of Accessibility Based Methods for Vulnerability Analysis of Strategic Road Networks". *Networks and Spatial Economics. A Journal of Infrastructure Modeling and Computation*. ISSN: 1566-113X (Print) 1572-9427 (Online), 6: 267.
- Taylor, M.A.P. and D'Este G.M. (2007), "Transport Network Vulnerability: a Method for Diagnosis of Critical Locations in Transport Infrastructure Systems". Alan T. Murray, Tony H. Grubestic (Eds.) (2007) *Critical Infrastructure. Reliability and Vulnerability*, pp. 9-30.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) (1994). *Methodological basis for the definition of common criteria regarding infrastructure bottlenecks, missing links and quality of service of infrastructure networks*. TRANS/WP.5/R.60.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) (2009), *A Methodological Basis for the Definition of Common Criteria regarding the Identification of Bottlenecks, Missing Links and Quality of Service in Infrastructure Networks*. United Nations, New York and Geneva. ECE/TRANS/205.
- Wardrop J.G. (1952), "Some theoretical aspects of road traffic research". *Proceedings of the Institute of Civil engineers*, Part II 1, pp. 325-328.

## Nuova Serie | New Series – WP CERTeT

### Anno | Year 2016

N. 01	«The Impact of Typical Products on the Decision to (Re)Visit a Tourist Destination: Market-Expanding or Business-Stealing? <i>by Marco Alderighi, Carluccio Bianchi and Eleonora Lorenzini</i>
N. 02	«Effects of the London Congestion Charge on Air Quality: A Regression Discontinuity Approach» <i>by Marco Percoco</i>
N. 03	«Lombardia 4.0, scenari economici territoriali e reti d'impresa» <i>di Alberto Bramanti</i>
N. 04	«Lo sviluppo del nuovo scenario di integrazione globale» <i>di Lanfranco Senn</i>
N. 05	«New Manufacturing Trends in Developed Regions. Three Delineations of New Industrial Policies: 'Phoenix Industry', 'Industry 4.0', and 'Smart Specialisation' <i>by Alberto Bramanti</i>
N. 06	«Fly and Trade: Evidence from Italian Manufacturing Industry» <i>by Marco Alderighi and Alberto A. Gaggero</i>
N. 07	«Wealth Inequality, Redistribution and Local Development. The Case of Land Reform in Italy» <i>by Marco Percoco</i>
N. 08	«ARGE-Alp: esperienze, limiti e prospettive di una "Comunità di Lavoro" delle Alpi» <i>di Alberto Bramanti e Remigio Ratti</i>
N. 09	«Utility e servizi pubblici locali. Scenari di cambiamento e loro ruolo nello sviluppo territoriale» <i>di Alberto Bramanti e Francesco Silva</i>
N. 10	«Do local subsidies to firms create jobs? Counterfactual evaluation of an Italian regional experience» <i>by Giuseppe Porro and Valentina Salis</i>
N. 11	«Il ruolo delle città nello sviluppo economico italiano ed europeo» <i>di Enrico Ciciotti</i>

**Anno | Year 2017**

---

N. 12 «“Missing links” e “bottlenecks”: cause, effetti e possibili soluzioni»  
*di Angela Airoidi, Tatiana Cini e Roberto Zucchetti*

---