

# Indicazioni metodologiche per gli studi di fattibilità relativi a corridoi di trasporto

Marco Mazzarino

FACOLTÀ DI ECONOMIA  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

## 1 Premessa

Un progetto di corridoio si configura come un sistema di trasporto che concorre alla formazione ed al soddisfacimento della mobilità in un determinato territorio. Esso si costituisce di una serie di elementi che interagiscono e che sono costituiti da: elementi dell'offerta, ossia le infrastrutture, i veicoli, le tecnologie, la normativa e l'organizzazione necessaria alla produzione del servizio, ed elementi della domanda, espressione delle esigenze di mobilità degli utenti e dei relativi comportamenti.

La progettazione e la valutazione di un corridoio ha quindi l'obiettivo di definire le caratteristiche degli interventi necessari, in un'ottica di pianificazione strategica basata sugli effetti tecnici (funzionali), finanziari, economici ed ambientali di diverse ipotesi di intervento.

In termini generali, uno studio di corridoio prevede:

- analisi della configurazione attuale del sistema di trasporto (domanda+offerta) e valutazione della stessa in termini di effetti interni (costi generalizzati) ed esterni (prestazioni), e possibilmente allargata agli effetti finanziari, economici ed ambientali;
- costruzione di scenari del sistema (domanda+offerta) in funzione degli *obiettivi di politica* dei trasporti e/o delle *criticità* rilevanti emerse nell'analisi della situazione attuale e di previsione;
- valutazione di ciascun scenario di intervento (Progetti Plurimodali di Corridoio) in base agli effetti di natura funzionale, finanziaria, economica ed ambientale ed individuazione dello scenario "ottimo".

## 2 Analisi della domanda attuale e potenziale

L'obiettivo di questa prima fase consiste nel ricostruire e stimare la domanda di trasporto interessante il corridoio. La domanda di un sistema di trasporto (corridoio) esprime le esigenze di mobilità degli utenti (passeggeri e aziende) ed è il risultato delle scelte effettuate dagli stessi. Essa viene espressa dalle matrici O-D i cui elementi rappresentano il numero di utenti con assegnate caratteristiche socio-economiche (reddito, numero dei componenti familiari, professione, numero di auto possedute, merceologia, ecc.) che si sposta tra ciascuna coppia di zone di origine e destinazione in un assegnato

periodo di tempo (giorno, mese, ecc.), per un determinato scopo (nel caso dei passeggeri, ad esempio, per lavoro, formazione/studio, tempo libero e turismo) e con ciascun modo/servizio di trasporto (auto, bus, ferrovia, aereo, ecc.).

La domanda di trasporto va dunque rilevata con indagini dirette, mentre i modelli di domanda consentono di stimare le matrici origine-destinazione in funzione delle caratteristiche socio-economiche degli utenti, del sistema di attività e dell'offerta di trasporto.

### 2.1 Rilevazioni di campo O-D ed utilizzo di fonti statistiche

Le indagini possono venire effettuate con tecniche e

modalità diverse. Ad esempio, nel caso di infrastrutture lineari, in particolare stradali, si effettuano delle rilevazioni al cordone, alle stazioni di pedaggio/barriera, con sezioni di solo conteggio.

Nel caso di infrastrutture nodali, si possono effettuare delle interviste e/o dei conteggi presso scali ferroviari passeggeri, scali aeroportuali passeggeri, scali marittimi passeggeri, interporti, ecc.

In generale, gli strumenti utilizzati per la ricostruzione della domanda di trasporto risultano essere due:

- interviste effettuate tramite questionari, allo scopo di ricostruire i flussi di origine-destinazione;
- conteggi di traffico, allo scopo, per quanto riguarda in particolare la modalità stradale, di individuare il traffico giornaliero medio (TGM).

In tal senso, le decisioni fondamentali che vanno prese risultano:

- il numero e la localizzazione dei punti di rilevazione (sezioni di conteggio);
- la durata e frequenza temporale delle rilevazioni (problema della distribuzione oraria degli spostamenti e dei flussi);
- il periodo dell'anno (giorno, mese, ecc.).

Inoltre, nel caso dei conteggi, va individuato il tipo di conteggio (unidirezionale o bidirezionale).

A riguardo del contenuto dei questionari, questi vengono di

solito previsti in due tipologie, una per i passeggeri ed una per le merci, ciascuna riferita specificatamente ad ogni modalità di trasporto. Il contenuto dei questionari merci risulta generalmente il seguente:

- classificazione dei veicoli (tipologie) e delle unità di carico;
- merceologie;
- carico medio trasportato;
- portata utile;
- carico vuoto o pieno e coefficiente di riempimento;
- regime del trasporto (conto proprio o in conto terzi).

Per i questionari passeggeri, invece, il contenuto risulta il seguente:

- motivo dello spostamento (pendolari, business o altri, quali tempo libero, vacanza, shopping, ecc.);
- frequenza dello spostamento (giornaliero, più di una volta alla settimana, settimanale, mensile, occasionale);
- il titolo;
- il tasso di occupazione del veicolo;
- la professione;
- classificazione dei veicoli (tipologie)

Volendo citare alcuni esempi specifici, senza la pretesa di essere esaustivi sull'argomento, possiamo dire che le indagini dei passeggeri che utilizzano la ferrovia vengono di solito effettuate presso le stazioni ferroviarie, individuando i servizi e le linee su cui concentrare l'indagine. In questo caso, il titolo indicherà il possesso di un biglietto ordinario, di A/R o un abbonamento, mentre la frequenza rileverà se lo spostamento viene fatto giornalmente, più di una volta alla settimana, settimanalmente, mensilmente o occasionalmente.

Nelle indagini dei passeggeri presso gli aeroporti, si porrà ugualmente il problema della individuazione delle linee e servizi oggetto di indagine. In questo caso, si rileverà anche la tipologia di mezzo utilizzato dall'utente per recarsi all'aeroporto, nonché il mezzo utilizzato all'aeroporto di destinazione.

La rilevazione del tasso di occupazione dell'autovettura risulterà determinante sia nelle indagini stradali che nelle indagini portuali dei passeggeri che utilizzano i traghetti. Per i veicoli commerciali che utilizzano ugualmente i traghetti sarà significativo rilevare la percentuale di veicoli vuoti per ogni tipologia di veicolo commerciale, nonché, parimenti a quanto avviene nelle indagini stradali, la specifica origine e la/e destinazione/i, come depositi, fabbriche, magazzini, centri commerciali, ecc.

Alla fine delle rilevazioni "sul campo" vanno affrontati i problemi relativi al tasso di campionamento (significatività del campione) ed al riporto dei dati campionari all'universo.

Utilizzando dunque i risultati provenienti dalle indagini dirette, assieme ai dati ed alle informazioni derivanti dalle fonti statistiche disponibili, risulta possibile determinare le matrici O-D riferite a tutte le modalità di trasporto che interessano il

corridoio, sia di passeggeri che di merci, da cui possa emergere il traffico interno (alle regioni del corridoio), diretto e di transito. In particolare, vengono identificate:

- matrice auto private (autovetture/giorno o viaggiatori/giorno);
- matrice merci su strada (tonn/g e veicoli/g);
- matrice merci su ferrovia;
- matrice passeggeri su ferrovia;
- matrice passeggeri su aereo (pass/g sia per partenze che per arrivi);
- matrici merci su aereo;
- matrici merci e passeggeri su nave;
- sbarchi ed imbarchi nei porti del corridoio, sia per il traffico di cabotaggio che internazionale (in tonn.) e principali merceologie movimentate (ossia adatte ad un trasferimento sul mare).

Una volta determinata la domanda di trasporto rilevante per l'area in esame (matrice O-D complessiva), è necessario "estrarre" da questa la domanda "potenziale" per ciascuna modalità, ossia quella "trasferibile" da altre modalità. In altre parole si tratta di distinguere, per ogni modalità, tra i flussi che realmente la utilizzano da quelli che potenzialmente potrebbero utilizzarla. Definita dunque, la domanda attuale effettiva si tratta di individuare degli opportuni criteri atti a far emergere la domanda potenziale. Il discorso vale in generale per ogni modalità di trasporto e lo si può esemplificare ricorrendo al caso del trasporto stradale e ferroviario, che risulta essere un caso tipico. Determinata infatti la domanda ferroviaria effettiva si tratta di passare alla determinazione di quella potenziale attraverso l'individuazione di quegli ulteriori flussi, di origine stradale, che, avendo le caratteristiche per essere serviti dalla modalità ferroviaria, potrebbero essere trasferiti su quest'ultima. Ciò può essere fatto, almeno per le merci, in base a criteri di:

- quantità (ci deve essere una massa critica minima affinché il servizio ferroviario si renda conveniente);
- merceologia (non tutte le merceologie sono adatte al trasporto ferroviario);
- distanza (la distanza minima percorribile dal servizio ferroviario deve essere non inferiore ai 500 km).

Una volta determinata, sulla base di criteri quali quelli sopra citati, la domanda con caratteristiche ferroviarie, si tratta di detrarre da questa la domanda effettiva: la differenza costituisce la domanda "potenziale", ossia quella potenzialmente trasferibile.

Va detto che qui si parla di domanda "potenzialmente" trasferibile, cioè di flussi che hanno delle caratteristiche tali da poter essere imputati in condizioni "normali" ad una certa modalità "naturale" (diversa da quella che attualmente utilizzano realmente). Tale domanda potenziale deve poi trasformarsi in domanda "effettiva" per la modalità di competenza agendo su opportuni scenari di offerta.

## 2.2 Scenari socio-economici

La costruzione degli scenari socio-economici si articola attraverso l'analisi della *struttura economica* (PIL, valore aggiunto, reddito pro-capite, produttività, investimenti), *sociale-demografica* (residenti, occupazione, motorizzazione) e *territoriale* (insediamenti demografici, industriali, commerciali, turistici, ecc.; accessibilità) delle regioni del corridoio. Tali variabili, oltre a dare un quadro comunque utile allo studio di fattibilità, costituiscono gli indicatori necessari per la stima dei modelli di domanda (variabili esplicative).

## 2.3 Stima dei modelli di domanda sulla situazione attuale

L'obiettivo dei modelli di domanda è quello di simulare i comportamenti delle unità statistiche (passeggeri e merci) in termini di mobilità. Essi hanno la forma:

$$d=d(S,C)$$

dove C è il vettore dei costi percepiti di trasporto sui diversi percorsi e modi, e S sono le caratteristiche socio-economiche che spiegano la mobilità.

Si tratta, anche in questo caso, di giungere ad una stima delle matrici O-D, analogamente a quanto detto per le indagini dirette.

Per la precisione, la stima dei modelli di domanda si rende necessaria:

- quando i dati disponibili da indagini dirette e fonti statistiche non risultano completi;
- per realizzare le previsioni di domanda sulla base di scenari socio-economici.

Si utilizzano, per la stima, modelli di:

- **emissione:** risponde all'interrogativo se, quando e perché vengono fatti degli spostamenti da una certa zona: dunque, per ogni utente di una categoria (es. di reddito), in una certa fascia oraria e per un certo motivo, da una certa origine. Essi legano il fenomeno della mobilità con le caratteristiche socio-economiche del territorio;
- **distribuzione:** per ogni utente di una categoria, per un certo motivo e da una certa origine, ci si chiede qual è la probabilità di scegliere una certa destinazione (simulazione della destinazione);
- **scelta modale:** per ogni utente di una categoria, per un certo motivo, da una certa origine per una certa destinazione ci si chiede qual è la probabilità di scegliere un certo modo (simulazione della ripartizione modale). A questo livello intervengono, nel processo di scelta modale, anche modelli che spiegano il possesso della patente e conseguentemente il possesso dell'auto.
- **scelta del percorso/servizio:** simula la probabilità che l'utente scelga un certo percorso o servizio.

La domanda assume dunque la seguente specificazione:

$$dod(s,m,k) = do(s) p(d/os) p(m/ods) p(k/odsm)$$

Per i modelli merci, si fa riferimento alle categorie di:

- autotrasporto;
- ferrovia;
- combinato.

La modellistica della domanda, tuttavia, presenta una svariata gamma di tipologie modellistiche. Specificatamente per quanto riguarda il traffico merci, risulta utile basarsi anche sui dati dei flussi commerciali di tipo import-export, se disponibili a livello zonale, tra il corridoio e gli altri paesi (UE, Est e Mediterraneo, ad esempio su dati Eurostat), che indicano il fenomeno dell'emissione e della distribuzione. Da ciò si trae una prima immagine dei *flussi commerciali* (direttrici) che potrebbero interessare il corridoio e quindi che avrebbero un impatto sui trasporti.

Per i modelli di domanda, va definita la forma funzionale (specificazione) e va fatta la stima dei parametri (calibrazione).

Va inoltre ricordata l'esistenza di metodi efficienti per migliorare la stima della domanda ottenibile con indagini dirette attraverso la combinazione di diverse fonti di informazione (indagini, conteggi di traffico, stime precedenti, ecc.)

## 2.4 Previsioni dei flussi O-D di domanda

Una volta stimati i modelli di domanda, è possibile riprodurre le matrici O-D. In altre parole, tali matrici possono essere stimate. Ciò consente di prevedere l'evoluzione della domanda di mobilità al variare delle caratteristiche economiche e socio-demografiche dei territori interessati.

Volendo fare una breve puntualizzazione, va notato come l'analisi della domanda debba tener conto di due criteri:

- **temporale** (a quale istante temporale è riferita: attuale o di previsione agli istanti t, t+1, t+2, ecc.);
- **modale:** in particolare si distingue tra domanda "non trasferibile" (da una modalità ad un'altra) e domanda "trasferibile"

Possiamo quindi individuare le seguenti categorie di domanda:

Criterio temporale/ Criterio modale	Non trasferibile	Trasferibile
Istante t	Domanda attuale non trasferibile	Domanda attuale trasferibile
Istante t+1, t+2, ecc. (Scenari)	Domanda di previsione non trasferibile	Domanda di previsione trasferibile

## 3 Analisi del sistema di offerta attuale e potenziale

Il sistema di offerta si compone della parte relativa alla rete e di quella relativa ai servizi offerti. Esso viene modellizzato per mezzo di un modello di rete denominato grafo, che rappresenta la topologia e le caratteristiche della rete e dei servizi

offerti, e per mezzo di funzioni che esprimono la dipendenza del livello di servizio (costo o tempo generalizzato) o degli effetti esterni (inquinamento, consumo di energia, ecc.) dai flussi che impegnano gli archi della rete. Esso consente dunque di simulare il livello di servizio e gli effetti esterni, ciò che costituisce l'obiettivo della modellizzazione.

In particolare, la costruzione del modello di offerta si articola in quattro fasi successive:

- delimitazione dell'area di studio;
- zonizzazione dell'area di studio;
- estrazione del grafo;
- specificazione delle funzioni di costo e di prestazione (effetti esterni).

L'analisi dell'offerta attuale viene quindi realizzata, innanzitutto, mediante delimitazione dell'area di studio e sua suddivisione in zone di traffico (zonizzazione). Ciò consente di circoscrivere e delimitare il territorio supponendo che la mobilità rilevante si manifesti tra le zone che hanno origine e destinazione all'interno dell'area di studio, in particolare tra punti rappresentativi di ciascuna zona denominati centroidi.

L'estrazione del grafo, per ciascuno dei modi considerati, consiste nell'individuazione dei principali collegamenti tra le zone e nella rappresentazione della loro struttura topologica con un grafo, ossia con un insieme di archi e nodi.

Da un punto di vista topologico, quindi, vengono analizzati i seguenti elementi:

Le reti (infrastrutture lineari e puntuali)

- a) Ferroviaria<sup>0</sup>;
- b) Stradale;
- c) Rotte marittime<sup>1</sup>;
- d) Rotte aeree;
- e) Condotte;
- f) Rete idroviaria;
- g) Aeroporti<sup>2</sup>;
- h) Porti<sup>3</sup>;
- i) Interporti<sup>4</sup>;
- j) Stazioni ferroviarie;
- k) Autoporti

I servizi offerti (passeggeri e merci; regionali, nazionali ed internazionali, privati e pubblici)

- a) Servizi ferroviari<sup>5</sup>;
- b) Servizi aerei<sup>6</sup>;
- c) Servizi su strada<sup>7</sup>;
- d) Servizi marittimi<sup>8</sup>;
- e) Servizi idroviari

La specificazione del modello di rete richiede, inoltre, che ad ogni arco siano associati alcuni parametri che consentano di definire il costo del transito sull'arco così come percepito dagli utenti e le prestazioni, ovvero gli effetti esterni rilevanti che l'uso dell'arco comporta. Le funzioni di costo-flusso esprimono la dipendenza tra i parametri di costo di ciascun

arco ed il flusso che percorre l'arco stesso ed eventualmente gli altri archi. Tali funzioni di costo dipendono evidentemente dalle caratteristiche fisiche e funzionali dell'arco (e dunque dalla capacità). Esse hanno l'espressione:

$$c=c(f)$$

La specificazione delle funzioni di costo-capacità va fatta sia per gli archi che per i nodi.

Ad esempio, per le strade, si deve distinguere tra passeggeri e merci e tra autostrade, strade extraurbane, urbane e barriere autostradali (perditempo). I costi da considerare sono relativi al pedaggio, al tempo, ed inoltre al carburante, lubrificante, i pneumatici, la manutenzione. Si fa generalmente riferimento a formule CNR.

La capacità ferroviaria dipende dalle caratteristiche strutturali (numero di binari, andamento piano-altimetrico, standard tecnologici e funzionali quali orari, tipi e velocità dei mezzi). Si fa riferimento a formule FS e UIC.

L'analisi dell'offerta si estrinseca successivamente nella rappresentazione tramite strumento grafo di opportuni "scenari di intervento" relativi all'alternativa zero (situazione attuale) e a diverse ipotesi di intervento (alternative di intervento). In altre parole, è possibile simulare un certo set di interventi sulla rete e valutarne gli effetti (efficienza) in termini di livello di servizio (flusso in rapporto alla capacità) e di prestazioni.

Ad ogni scenario, quindi, è associata una rappresentazione tramite un grafo.

Le diverse ipotesi di intervento vengono configurate in base ai seguenti criteri.

Si individuano gli interventi prioritari segnalati dai rappresentanti politici ed economici (Regioni, PGT, ecc.) e/o dalle criticità emerse nelle analisi relative alla situazione attuale o previsionale. Tali interventi vengono prima considerati in base alle diverse modalità di trasporto. Un insieme di interventi prioritari per ogni modo di trasporto costituisce un Progetto Modale di Corridoio. Si potrà quindi avere un certo numero di possibili Progetti Modali di Corridoio, ossia un certo numero (almeno uno) di progetti per ogni modo moltiplicato per il numero di modi considerati.

Ogni insieme costituito da un certo numero di Progetti Modali di Corridoio va a costituire un *Progetto Plurimodale di Corridoio*, che si configura come uno "scenario" di offerta potenziale e viene rappresentato dalla costruzione di un grafo plurimodale.

In particolare, sono possibili diversi Progetti Plurimodali di Corridoio (cioè diversi scenari di offerta potenziale), in base a diversi "pesi" attribuiti alle diverse modalità, ossia agli interventi relativi alle diverse modalità (ad esempio, potremmo avere uno scenario "ferroviario e marittimo", in cui cioè viene data maggiore importanza alla realizzazione degli interventi in campo ferroviario e marittimo piuttosto che in quello stradale).

In tale ragionamento rientra ovviamente anche lo scenario

attuale (alternativa zero), caratterizzato dalla non realizzazione di nessun intervento per nessuna modalità (o, al limite, nella realizzazione degli interventi programmati).

In generale, uno scenario di intervento (o scenario di offerta potenziale) si compone delle seguenti parti che vanno esplicitate:

- investimenti in infrastrutture (ossia interventi infrastrutturali, considerando anche aspetti qualitativi-tecnologici come le sagome, ecc.);
- modello di esercizio (organizzazione/gestione del servizio, EDI, veicoli e materiale rotabile, ecc.);
- struttura tariffaria e strumenti di controllo della domanda;
- quadro normativo ed istituzionale;
- promozione e marketing.

Va sottolineato, a questo punto, che scopo primario della costruzione di uno scenario di offerta è quello di “gestire” la domanda. Si cerca, costruendo uno scenario di intervento in un modo piuttosto che in un altro, di “indirizzare” la domanda:

- su certe direttrici, cioè su certe coppie O-D (piuttosto che su altre);
- su certe modalità (piuttosto che su altre);
- su certi percorsi (piuttosto che su altri).

Appare allora evidente che lo scenario di offerta deve essere in grado di agire e di incidere sulle variabili decisionali che determinano la domanda, e dunque in definitiva, per i modelli di domanda considerati, sul costo generalizzato. Il problema allora che si pone è il seguente: si è certi che le conseguenze (rilevabili con il modello di assegnazione) di un certo scenario di offerta siano esprimibili in termini soltanto di variazione del costo generalizzato, se è questo l'unico elemento che spiega il comportamento degli utenti? In altri termini: la progettazione di un “pacchetto” di offerta, costituito da una serie di elementi e specificamente dagli investimenti in infrastrutture, il modello di esercizio, la struttura tariffaria, il quadro normativo/istituzionale e le attività di promozione/marketing, è in fondo riassumibile, dal lato della domanda, in termini di variazione del costo generalizzato, ossia in un unico elemento? Ciò equivale a porsi il seguente quesito: è il costo generalizzato l'unico elemento in grado di spiegare il comportamento della domanda?

#### **4 Assegnazione delle O-D ed analisi funzionale delle reti (interazioni domanda/offerta)**

I modelli di assegnazione si configurano come modelli di interazione domanda/offerta, ossia modelli che simulano i condizionamenti reciproci tra domanda e offerta. In altre parole, si simulano le relazioni mutue tra l'offerta di un sistema di trasporto (ossia l'insieme delle caratteristiche del servizio offerto) e le scelte degli utenti che esprimono la domanda di mobilità. Tali interrelazioni vengono espresse, come dato di output, attraverso i flussi di utenti che utilizzano la rete e

gli effetti interni (costi percepiti/costi generalizzati) ed esterni (prestazioni) che ne derivano. In altre parole, gli outputs del modello di assegnazione sono costituiti da flussi di utenti, che ovviamente mantengono le stesse disaggregazioni iniziali in termini socio-economici, modali, ecc., e da costi (di equilibrio tra domanda e offerta).

Va qui inteso che le assegnazioni seguono i criteri di analisi della domanda e dell'offerta. In altre parole, vanno assegnate le domande attuali e di previsione, trasferibili e non trasferibili, sui diversi scenari di offerta (attuale e scenari, in generale su Progetti Plurimodali di Corridoio).

In tale ambito si utilizzano i modelli di scelta del percorso/assegnazione.

Un criterio di assegnazione potrebbe essere il seguente. Dopo l'individuazione di uno scenario di offerta (potenziale), si inizia ad assegnare i flussi O-D della domanda non trasferibile, per le rispettive modalità, in base al criterio del costo generalizzato d'arco. Successivamente, si inizia ad assegnare la domanda trasferibile: il “destino” modale di tale domanda dipenderà sempre dal costo generalizzato ed in particolare dal confronto tra il costo generalizzato del tutto-strada e il costo generalizzato del combinato<sup>9</sup>. Potrà accadere che i primi flussi O-D risulteranno essere assegnati alla modalità stradale<sup>10</sup>; da un certo momento in poi, il criterio di assegnazione potrà indicare che i flussi un percorso multimodale. Alla fine dell'assegnazione, quindi, si individueranno le tonnellate (o i veicoli) che rimangono su strada, quelli che vanno su ferrovia, ecc.

Un aspetto fondamentale nella scelta del processo di scelta del percorso/assegnazione delle merci riguarda la considerazione del problema delle economie di scala. Infatti, l'utilizzo di un certo criterio di assegnazione adatto per “tutte” le unità statistiche fa spesso dimenticare che queste unità statistiche non sempre si muovono in maniera indipendente (in termini tecnici, le loro esigenze di mobilità sono frutto di scelte individuali e libere), bensì vengono gestite da degli “operatori” quali, in base a ragioni di mercato, tendono ad aumentare l'efficienza della gestione cercando di sfruttare le economie di scala. Nel settore dei trasporti è espressione di ciò il ricorso a tecniche di gestione dei flussi tendenti ad ottenere dei livelli elevati di concentrazione di traffico su certe direttrici attraverso operazioni di consolidamento, utilizzando, a livello di *network design*, le tecniche del tipo hub&spoke, transshipment, ecc. Da questo punto di vista, allora, la tecnica di assegnazione basata sui modelli tradizionali dovrebbe costituire un punto di partenza per ottenere un riscontro ed una integrazione con i comportamenti reali degli operatori. Si tratterebbe cioè di ottenere dei riscontri motivati da parte degli operatori in merito ai percorsi reali seguiti rispetto ai percorsi simulati con la modellistica, tali da ricostruire il loro processo decisionale e successivamente, se necessario, adattare la modellistica di scelta del percorso/assegnazione incorporando gli input operativi.

Ad ogni modo, l'analisi funzionale va fatta in base al criterio del *rapporto flusso/capacità*, ossia rilevando in base a tal

criterio le "criticità" ed esprimendo dunque un giudizio di efficienza del sistema in base al valore del CG totale.

### 5 Analisi finanziaria, economica ed ambientale

Oltre all'analisi funzionale, che valuta il sistema in termini di flussi e costi/tempi (effetti interni) o prestazioni (effetti esterni), va realizzata anche una valutazione finanziaria, economica ed ambientale del sistema proposto.

L'analisi finanziaria accoglie i seguenti elementi di ogni scenario di intervento:

- dagli interventi infrastrutturali, i costi di investimento;
- dal modello di esercizio, i costi di esercizio;
- dalla struttura tariffaria, i ricavi del traffico dopo aver simulato la domanda prevista.

L'analisi economica accoglie, da ogni scenario di intervento:

- dalla domanda di traffico simulata (la stessa della finanziaria), i benefici per gli utenti;
- gli effetti esterni (alcuni);
- dagli interventi infrastrutturali, i costi di investimento;
- dal modello di esercizio, i costi di esercizio;

L'analisi di impatto ambientale va intesa in termini strategici, ossia a livello di rete (e quindi di corridoio) e non di singolo progetto. Essa si concretizza, ad esempio, in una valutazione della rete in base al consumo di energia, alle emissioni di CO<sub>2</sub>, ecc.. In altre parole, il giudizio di efficienza e funzionalità, con l'indicazione delle criticità, deve essere dato non solo in base al rapporto flusso/capacità ma anche in base a parametri ambientali. Essa sostanzialmente fa riferimento alle c.d. prestazioni (effetti esterni) di un sistema di trasporto (corridoio).

In conclusione, tutte queste valutazioni consentono di ottenere una valutazione complessiva di un Piano (qual è un Progetto di Corridoio), costituita da:

- una valutazione tecnico-funzionale;
- una valutazione economica (C/B o MCA);
- definizione delle risorse finanziarie necessarie ad attuare il piano (o il singolo servizio offerto dall'operatore).

### 6 Conclusioni

La metodologia proposta può essere sintetizzata nel seguente modo:

analisi della domanda → identificazione domanda trasferibile  
→ costruzione di scenari di intervento → assegnazione  
→ valutazione degli effetti

Essa risulta valida sia per una valutazione strategica sia per una valutazione operativa. Più specificatamente, la valutazione strategica, o macro, si riferisce al "sistema", ossia al Piano o Corridoio e prende quindi in considerazione tutti gli elementi. La valutazione operativa o micro, invece, si riferisce al

singolo operatore che vuole progettare un nuovo servizio che deve risultare competitivo. Ciò che rileva, tuttavia, è che la metodologia rimane la stessa, nel senso che la tipologia (qualità) degli elementi considerati sarà la stessa, cambierà solamente il numero (quantità) degli stessi. Per esemplificare:

- l'analisi della domanda e l'individuazione di quella trasferibile sarà un processo pressochè uguale nei due casi;
- la costruzione degli scenari di intervento risulterà invece sensibilmente diversa. Infatti, a livello micro non si tratterà di valutare in modo "asettico" diverse ipotesi di intervento allo scopo di valutarne e confrontarne gli effetti, bensì il problema in qualche modo si capovolgerà. L'operatore si dovrà chiedere: qual è lo scenario di offerta che rende competitivo il servizio che si vuole offrire? Come si deve costruire tale scenario in modo che il servizio risulti competitivo? In termini sintetici, la costruzione di un certo scenario rappresenterà un obiettivo per l'operatore, in cui gli elementi costitutivi quali gli investimenti, la struttura tariffaria, il modello di esercizio rappresentano altrettante variabili decisionali;
- l'assegnazione riguarderà, nel caso operativo, la scelta del percorso da parte dei flussi che l'operatore sarà in grado di gestire in base alla sua organizzazione (e non tutti i flussi);
- infine, nel caso micro, gli effetti considerati saranno solo quelli riferiti al singolo operatore (e non tutti quelli prodotti dal "sistema"). In questo modo, potrà, al limite, risultare che lo scenario di offerta "ottimo" dal punto di vista del sistema non lo sia dal punto di vista dell'operatore e viceversa.

In conclusione, due sembrano essere i quesiti più interessanti dal punto di vista della ricerca scientifica:

- 1) È valido il costo generalizzato quale unica variabile (seppure complessa) determinante il comportamento della domanda e quindi determinante la domanda attraverso la "leva" di un certo scenario di offerta? Di conseguenza: quale altro criterio o quale espressione specifica del CG potrebbe essere pensato come variabile esplicativa della domanda e influenzabile l'offerta?
- 2) Ammessa comunque la validità del costo generalizzato come variabile esplicativa della domanda, si pone il problema del trattamento, a livello modellistico, della scelta del percorso/assegnazione per tener conto delle economie di scala.

### BIBLIOGRAFIA

CASCETTA, E. (1990), *Metodi quantitativi per la pianificazione dei sistemi di trasporto*, Padova.

FREIGHT LEADERS CLUB (1997), *L'intermodalità terrestre - linee guida per il trasporto intermodale strada-ferrovia*, Quaderno n.2.

BONIFICA SPA, CSST (1998), *Studio di fattibilità del Corridoio Adriatico - I e II rapporto progressivo*.

## NOTE

<sup>0</sup> ad esempio, per ogni arco: lunghezza, tipo di trazione (elettrica o diesel), ente gestore, N° di binari, N° di stazioni, passaggi a livello, peso assiale max, velocità, capacità teorica e quella offerta, regimi di circolazione, sagome

<sup>1</sup> Per il trasporto marittimo ha senso considerare un porto come "nodo centroide" ed una rotta come "arco" del grafo solo se ci sono grossi volumi di traffico che rendono conveniente una tratta marittima. In particolare, il criterio di selezione dei porti (cioè per individuare quelli da considerare come nodi) va fatto in base ai seguenti criteri:

- tipologia di traffico;
- distanza O-D;
- volume di traffico.

<sup>2</sup> ad esempio: localizzazione, qualifica (privato, ecc., abilitazione al traffico nazionale o internazionale, dimensioni, numero di piste, superficie e capacità, caratteristiche delle piste in termini di larghezza, lunghezza, ecc.

<sup>3</sup> ad esempio: ente gestore, presenza dogana, superficie piazzali, superficie e capacità magazzini, numero e larghezza accosti

<sup>4</sup> ente gestore, classificazione, presenza dogana, dimensione, superficie

e capacità magazzini, eventuali raccordi ferroviari, attrezzature per carico/scarico

<sup>5</sup> N° di corse dei diversi servizi quali diretto, Eurostar, Espresso, Intercity, Interregionale, disponibilità di rolling stock, tariffe;

<sup>6</sup> voli in partenza ed in arrivo dagli aeroporti del corridoio, frequenza, tipi di aerei, tariffe;

<sup>7</sup> autolinee nazionali ed internazionali, autotrasporto; parchi veicolari, tariffe;

<sup>8</sup> frequenza, numero di toccate, tipi di navi, ecc.)

<sup>9</sup> Qui entra in gioco il problema tariffario. Ossia: dopo aver individuato la quota di domanda "trasferibile" è necessario confrontare comparativamente il prezzo (tariffa) offerto dal servizio tutto-strada con quello del combinato, in modo da rendere competitivo quest'ultimo. Come si dirà meglio nelle conclusioni, dal punto di vista di una valutazione micro (operativa), ossia dell'operatore che vuole offrire un servizio di TC, è necessario porsi tale problema: quale prezzo applico? Risultato competitivo? Quindi, quello che in una valutazione macro (strategica) del corridoio è una variabile in qualche modo "data" (ossia il CG o il prezzo) per l'operatore di TC è uno degli obiettivi.

<sup>10</sup> perchè magari la capacità stradale non è saturata.

# un'expo a Trieste nel prossimo futuro

Due momenti dell'incontro del 27 febbraio all'auditorium del Museo Revoltella di Trieste. La relazione del presidente di TriestExpo, Giacomo Borruso. Al tavolo Antonio Mega Ferreira, Manuel Salgado, Rolando Borges Martins, tre protagonisti della recente Esposizione universale di Lisbona, intervenuti per l'occasione. Sotto: un aspetto dell'auditorium durante l'incontro



**Sarà un'occasione** per "ridisegnare" Trieste: gli accessi alla città, il suo rapporto con le grandi vie di comunicazione, il sistema autostradale, l'aeroporto, la ferrovia, il porto, il centro città e i suoi monumenti.

**Sarà un'occasione** per "ripensare" Trieste: una necessaria politica di riqualificazione e manutenzione del centro storico, la periferia che viene "rivitalizzata", le aree industriali che vanno offerte ad un mercato della produzione mondiale, e quelle direzionali che già dimostrano di "pensare in grande".

**Sarà un'occasione** per riprogettare il nostro futuro non solo territorialmente urbanistico e architettonico, ma anche produttivo e culturale.

**Sarà un incontro** "per" e "con" l'innovazione, sarà occasione per aprirci ai nuovi mercati e alle nuove strategie della produzione, della distribuzione e dello scambio di merci: quelle materiali come quelle immateriali.

**Sarà il modo migliore** per far conoscere al mondo le nostre qualità, ma anche per dimostrare essere capaci di gestire un progetto così complesso, così globale, così futuro."

## 27 febbraio 1999

L'Associazione TriestExpo incontra la città ed espone idee, programmi ed ipotesi preliminari di un evento al quale Trieste può ambire

triestExpo

6