

---

## Il modello SiMOD per la previsione della domanda di trasporto merci in Italia e la pianificazione strategica

Decima riunione scientifica della Società Italiana di Economia dei  
Trasporti e della Logistica

*"Trasporti, ambiente, territorio: la ricerca di un nuovo equilibrio"*

Sassari, 18-20 giugno 2008

A. Ranieri<sup>(\*)</sup>, G. Galli<sup>(\*\*)</sup>  
M.G. Messina<sup>(\*\*\*)</sup>, M.P.Valentini<sup>(\*\*\*)</sup>

(\*) Università degli studi di Roma Tre e consulente CLES

(\*\*) CLES, Centro di ricerche e studi sui problemi dell'economia, del lavoro e dello sviluppo

(\*\*\*) ENEA, TER – Enetec

---

## 1. Premessa

Il ruolo strategico del trasporto merci per la competitività del nostro Paese richiede un deciso salto di efficienza del sistema da realizzare, sia attraverso adeguate politiche infrastrutturali, sia attraverso lo sviluppo di un sistema logistico in grado di favorire una maggiore integrazione e intermodalità fra i diversi vettori. Gli elevati investimenti in ogni caso necessari impongono tuttavia che il recupero di efficienza del trasporto merci sia sostenuto da una attenta azione strategica di programmazione volta ad individuare le migliori alternative progettuali presenti sul territorio. La presenza di rilevanti esternalità, richiede inoltre che l'azione di selezione degli interventi sia supportata dall'adozione di tecniche in grado di incorporare nella valutazione delle diverse alternative progettuali anche i costi ed i benefici esterni che le diverse modalità di trasporto possono presentare.

Il modello SiMOD è nato in quest'ottica attraverso la collaborazione fra l'ENEA (Ente Nazionale per l'Energia, le Nuove tecnologie e l'Ambiente) e il CLES S.r.l. (Centro di Ricerche e Studi sui Problemi del lavoro, dell'Economia e dello Sviluppo).

Il modello è stato concepito per completare la catena di modelli informatizzati sviluppata dall'ENEA e finalizzata alla simulazione e alla valutazione multicriteriale di scenari di intervento sul sistema nazionale del trasporto merci multimodale. Nell'ambito dei modelli è stato sviluppato un modulo di calcolo che ricostruisce i percorsi, anche plurimodali, utilizzati dagli operatori del trasporto merci per gli spostamenti tra le diverse macro-aree di origine e destinazione, calcolando poi il carico risultante sulla rete. Sono inoltre previsti un codice per il calcolo dei consumi e delle emissioni atmosferiche per i diversi elementi - lineari e puntuali - della rete, un ulteriore modulo per stimare gli indicatori di redditività economica degli investimenti previsti negli scenari di intervento e, infine, un modulo di calcolo di indicatori per il confronto multicriteriale delle diverse ipotesi di intervento.

Il sistema di simulazione richiede in primo luogo la ricostruzione delle matrici origine/destinazione in grado di rappresentare gli spostamenti che si effettuano a partire da una zona di origine sino ad una zona di destinazione in una determinata unità di tempo. La possibilità di disporre di una matrice il più possibile aggiornata e basata su un livello di disaggregazione territoriale prossimo ai nodi di generazione dei traffici, costituisce una precondizione essenziale per la definizione e l'interpretazione del quadro trasportistico attuale e per la simulazione e l'analisi, in forma sistematica, di scenari alternativi di sviluppo del sistema trasportistico e del sistema della logistica. Un'esigenza che, allo stato attuale, si scontra in primo luogo con la mancanza di informazioni sufficientemente disaggregate per livello territoriale derivabili dalle fonti ufficiali in forma sistematica.

In questo quadro, lo sforzo congiunto ENEA-CLES è stato pertanto finalizzato all'individuazione di metodologie, tecniche e procedure idonee alla definizione di un Modello in grado di stimare matrici attuale origine/destinazione del trasporto merci tenendo conto delle esigenze del sistema di simulazione attualmente in uso presso l'ENEA per la zonizzazione della matrice. Utilizzando a tale scopo un insieme molto articolato di informazioni economiche e trasportistiche di tipo sistematico provenienti da tutte le fonti statistiche comunemente disponibili (ISTAT, EUROSTAT, Istituti di ricerca economica specializzati, ecc.), il modello SiMOD consente di ricostruire le matrici provinciali origine/destinazione del traffico merci, sia nazionali che internazionali, per tutti i modi di trasporto, nonché l'elaborazione di scenari evolutivi del trasporto merci per l'orizzonte temporale scelto a riferimento per le analisi di piano.

---

Poiché l'ipotesi di lavoro consisteva proprio nel basare la ricostruzione dei modelli esclusivamente su fonti sistematiche e di agevole reperibilità, la metodologia e i software sviluppati consentono un aggiornamento costante delle stime e la loro replicabilità nel tempo, anche attraverso procedure standardizzate e interfacce *user-friendly*.

Il modello informatizzato si compone in particolare di due moduli base:

- ▶ il primo consente di aggiornare annualmente la matrice origine/destinazione del trasporto merci fra tutte le province italiane e fra queste e i principali centroidi esteri presi a riferimento dal sistema SYLOG-ENEA per la simulazione della mobilità merci sul territorio italiano;
- ▶ il secondo consente di ricostruire e rimodulare nel tempo gli scenari evolutivi della mobilità merci per tutti gli ambiti di riferimento del modello di assegnazione.

La matrice provinciale complessiva viene quindi ottenuta come sommatoria delle matrici delle diverse modalità di trasporto merci (strada, ferrovia e mare), richiedendo pertanto l'aggiornamento delle matrici modali e ricostruendo tre differenti matrici O/D:

- ▶ la matrice provinciale origine/destinazione dei traffici nazionali (Matrice nazionale OD);
- ▶ la matrice provinciale origine/destinazione dei flussi di traffico con origine le province italiane e destinazione i poli esteri (Matrice export OD);
- ▶ la matrice provinciale origine/destinazione dei flussi di traffico con destinazione le province italiane e origine i poli esteri (Matrice import OD).

Su questa base conoscitiva è stato quindi innestato un secondo modulo per la costruzione e la rappresentazione di scenari di crescita economico-territoriale e trasportistico di tipo plurimodale per il trasporto merci.

## **2. La ricostruzione della matrice provinciale O/D dei traffici nazionali del trasporto merci su strada**

### **2.1 Le fonti statistiche utilizzate**

La principale fonte statistica sul trasporto merci su strada è rappresentata dall'indagine condotta dall'ISTAT sulle imprese di trasporto<sup>1</sup>. La base di partenza presa a riferimento per la ricostruzione dei flussi merci provinciali è rappresentata dalle matrici dei trasporti complessivi di merce su strada per regione di origine e di destinazione per macrobranca merceologica della nomenclatura statistica del traffico NST/R. La classificazione utilizzata fa riferimento a quella EUROSTAT che raggruppa le merci in

<sup>1</sup> Cfr. Istat " *Trasporto su strada*", 9 gennaio 2007. L'unità di rilevazione dell'indagine è costituita sia dalle imprese che operano in conto proprio, sia da quelle che, disponendo di un'autorizzazione in conto terzi, offrono un servizio professionale di trasporto. L'unità di analisi è l'automezzo idoneo al trasporto merci su strada con portata utile non inferiore ai 35 quintali immatricolato in Italia. La rilevazione è condotta in base al Regolamento Ce n.1172/98 e successivi regolamenti di attuazione per le statistiche sul trasporto merci su strada. I dati riguardano le relazioni di traffico a livello nazionale ed internazionale, rilevando anche il cabotaggio ed il cross-trade, nonché le quantità e le tipologie merceologiche trasportate.

---

capitoli omogenei riferiti alla natura merceologica ed alla trasportabilità delle merci stesse. In particolare, le macrobranche considerate dall'ISTAT a livello regionale sono le seguenti:

- ▶ *macrobranca merceologica 1*: prodotti agricoli e animali vivi, derrate alimentari e foraggiere (gruppi merceologici dall'1 al 7);
- ▶ *macrobranca merceologica 2*: petrolio greggio, combustibili e minerali solidi; prodotti petroliferi (gruppi merceologici dall'8 al 10);
- ▶ *macrobranca merceologica 3*: minerali ferrosi, prodotti metallurgici, minerali grezzi o manufatti e materiali da costruzione (gruppi merceologici dall'11 al 15);
- ▶ *macrobranca merceologica 4*: concimi, prodotti chimici, prodotti carbochimici, cellulosa (gruppi merceologici dal 16 al 19);
- ▶ *macrobranca merceologica 5*: macchine e attrezzature, veicoli, cuoio, tessuti e abbigliamento, merci diverse (gruppi merceologici dal 20 al 24).

Un'altra importante fonte informativa è costituita dalle statistiche 'EUROSTAT sui traffici, merci e passeggeri. Nella banca dati sono presenti informazioni sui traffici merci totali, espressi in tonnellate, originate o destinate alle diverse province italiane.

Poiché la domanda e l'offerta di trasporto delle merci è strettamente connessa alla distribuzione spaziale delle attività di produzione e consumo dei beni, per la stima delle matrici provinciali sono state utilizzate anche fonti statistiche relative alla contabilità economica provinciale, essenzialmente rappresentate:

- ▶ dalle stime provinciali dell'ISTAT<sup>2</sup> relative agli occupati interni, alle unità di lavoro e al valore aggiunto;
- ▶ dalle stime dell'Istituto G. Tagliacarne<sup>3</sup> relative al valore aggiunto provinciale.

Entrambe le fonti riportano i dati del valore aggiunto calcolato "ai prezzi base", che corrisponde al prezzo che il produttore ricava da ogni unità di bene o servizio venduta, al netto delle eventuali imposte da pagare come conseguenza della produzione e della vendita effettuate (imposte sui prodotti), ma al lordo di ogni eventuale contributo da ricevere sulla stessa operazione (contributi ai prodotti) e soltanto ai prezzi correnti. Ne consegue che, oltre all'andamento dei dati in termini reali, le variazioni annue ottenute incorporano il contestuale incremento (o decremento) registrato dai prezzi dei beni e servizi inclusi nel valore aggiunto.

Sia le stime dell'istituto Tagliacarne che quelle ISTAT presentano una scarsa disaggregazione settoriale, limitandosi al calcolo, ad esempio per l'Istituto Tagliacarne, dei soli macrosettori dell'agricoltura, foreste e pesca; delle attività industriali, distinte fra industrie in senso stretto e costruzioni; e delle attività terziarie complessivamente considerate. In ogni caso, per la ricostruzione delle matrici provinciali del trasporto merci su strada si sono utilizzati i dati dell'Istituto Tagliacarne in quanto presentano una stima del valore aggiunto più aggiornata.

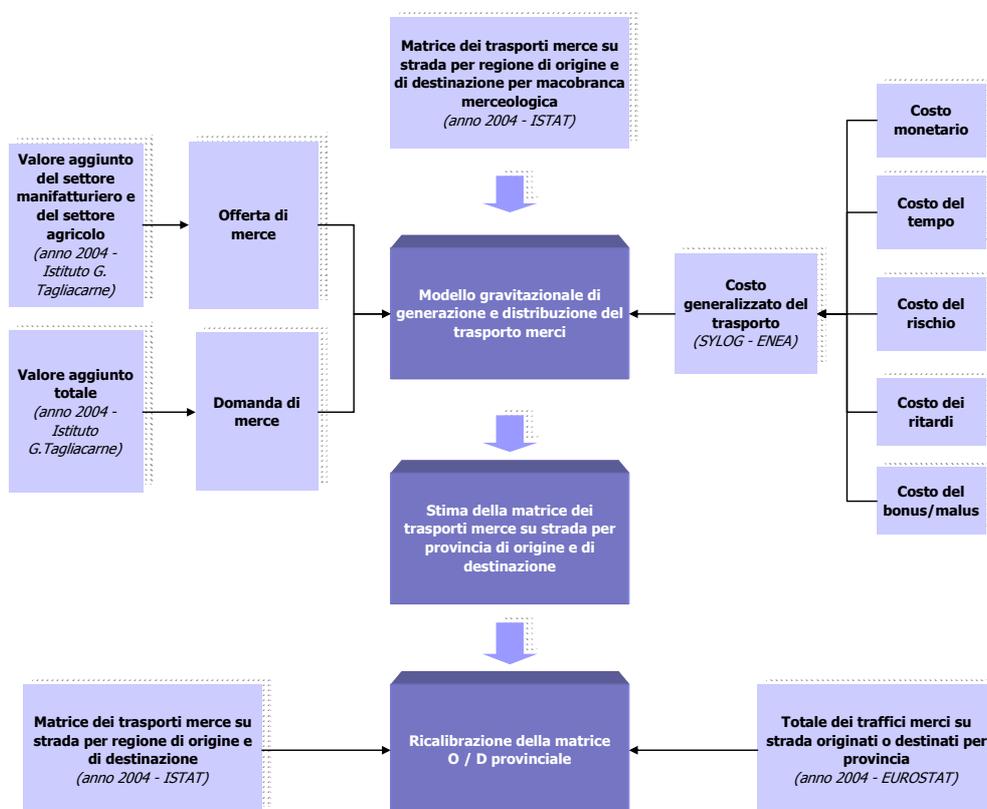
<sup>2</sup> Cfr. ISTAT "Occupazione e valore aggiunto nelle province (Anni 1995-2003)", 7 dicembre 2005.

<sup>3</sup> Cfr. Istituto G. Tagliacarne "Il prodotto lordo delle economie provinciali negli anni 2003-2005".

## 2.2 La metodologia utilizzata per la ricostruzione delle matrici O/D

La ricostruzione delle matrici nazionali O/D per il trasporto merci su strada fra le province italiane ha richiesto l'adozione di un modello in grado di spiegare le relazioni esistenti fra l'allocatione delle attività di produzione e di consumo dei beni e i flussi di merce trasportata. La produzione di beni rappresenta, infatti, l'*offerta* di merci che necessita di essere trasportata, così come la localizzazione delle attività di consumo (di beni finali ed intermedi) e di investimento rappresentano le principali voci di *domanda* di trasporto delle stesse merci. Le forze di attrazione che scaturiscono tra le diverse componenti della domanda e dell'offerta costituiscono evidentemente le determinanti alla base dei flussi di trasporto merci che effettivamente si realizzano sul sistema.

### SCHEMA METODOLOGICO UTILIZZATO PER LA RICOSTRUZIONE DELLA MATRICE NAZIONALE DI ORIGINE E DESTINAZIONE DEL TRASPORTO MERCE SU GOMMA A LIVELLO PROVINCIALE



In questo'ottica, la metodologia utilizzata può essere sinteticamente riassunto nei seguenti passaggi:

- ▶ nella *prima fase*, si è provveduto alla costruzione di un modello gravitazionale di generazione e distribuzione delle merci a livello regionale in grado di spiegare le relazioni esistenti fra le grandezze economiche, i costi di trasporto che sono necessari per trasportare la merce dal polo di origine al polo di destinazione e i flussi di traffico;

- ▶ nella *seconda fase*, a partire dal modello precedentemente stimato si è provveduto alla ricostruzione della matrice origine/destinazione delle merci fra tutte le province italiane;
- ▶ nella *terza fase*, si è provveduto infine a ricalibrare il modello in modo tale da assicurare la corrispondenza fra i dati ISTAT calcolati per il livello regionale e i valori stimati per le singole province, e nello stesso tempo ad assicurare la corrispondenza con le informazioni fornite da EUROSTAT sul totale delle merci originate o destinate da e verso ogni singola provincia.

Il modello di generazione e distribuzione delle merci si basa su un approccio utilizzato nella modellistica dei trasporti anche a livello europeo<sup>4</sup>. In particolare, la stima dei flussi di merce fra due differenti localizzazioni è ottenuta attraverso l'impostazione di un semplice modello gravitazionale<sup>5</sup> in cui i flussi di merci sono posti in funzione diretta della localizzazione delle attività di produzione e di consumo ed in funzione inversa dei costi generalizzati di trasporto necessari per congiungere i poli di origine e di destinazione delle merci. In particolare:

$$\text{TON}_{ij} = K_i \cdot \text{VA}_i^\beta \cdot \text{VA I-A}_i^\gamma \cdot \text{C}_{ij}^{-\delta} \quad [1]$$

che nella sua trasformazione logaritmica diviene:

$$\text{Log}(\text{TON}_{ij}) = \alpha_i + \beta \text{Log}(\text{VA}_i) + \gamma \text{Log}(\text{VA I-A}_i) - \delta \text{Log}(\text{C}_{ij}) \quad [2]$$

e dove:

<b>TON<sub>ij</sub></b>	Merce espressa in tonnellate trasportata dalla regione di origine <i>i</i> alla regione di destinazione <i>j</i>
<b>K<sub>i</sub></b>	Dummy della regione di origine <i>i</i>
<b>VA<sub>j</sub></b>	Valore aggiunto della regione di destinazione <i>j</i> , assunta come <i>proxy</i> della domanda di merce
<b>VA I-A<sub>i</sub></b>	Valore aggiunto regionale del settore dell'industria in senso stretto e del settore agricolo della regione di origine <i>j</i> , assunta come <i>proxy</i> dell'offerta di merce
<b>C<sub>ij</sub></b>	Costi generalizzati di trasporto fra la regione di origine <i>i</i> e la regione di destinazione <i>j</i>
<b>α, β, γ, δ</b>	sono i coefficienti della regressione.

I costi generalizzati del trasporto sono ricavati direttamente dal modello SYLOG-ENEA. La formulazione della funzione di costo (per il calcolo sia dei costi degli archi che

<sup>4</sup> Si veda ad esempio ESPON project 3.2 "Spatial Scenarios and Orientations in relation to the ESDP and Cohesion Policy. Third Interim Report – Volume 4: Elements of support for the building process", Gennaio 2006.

<sup>5</sup> I modelli gravitazionali rappresentano gli scambi bilaterali fra due aree attraverso una forma funzionale che ricorda la legge di gravità fisica. Essi, infatti, collegano i flussi commerciali tra due aree, positivamente, con il loro reddito e, negativamente, con la distanza che intercorre tra loro. I modelli gravitazionali anche se difettano di un solido impianto teorico, hanno sempre dimostrato un'evidenza solida e robusta a livello empirico.

delle tratte monomodali che compongono gli itinerari) segue la struttura individuata nel modello di Negri e Florio (1991), le cui basi sono comunque quelle classiche proposte dalla teoria del trasporto merci (Ortuzar e Willmussen, 1987). Il costo di trasporto fra una regione di origine e una di destinazione è così definito dalla seguente equazione:

$$C_{ij} = C_{m_{ij}} + C_{t_{ij}} + C_{r_{ij}} + C_{s_{ij}} + C_{ma_{ij}} \quad [3]$$

dove:

<b>C<sub>ij</sub></b>	costo generalizzato di trasporto fra la regione di origine <i>i</i> e la regione di destinazione <i>j</i>
<b>C<sub>m<sub>ij</sub></sub></b>	costo monetario (out-of-pocket), definito tramite funzioni di costo monetario sia a livello di arco che a livello di tratta monomodale. Il costo monetario di un itinerario è la somma dei C <sub>m</sub> delle tratte che lo compongono; esso comprende i costi per i consumi veicolari, la manutenzione e i pedaggi.
<b>C<sub>t<sub>ij</sub></sub></b>	costo del tempo, definito come tempo di lavoro e posto pari al costo medio del personale di guida (23 euro/ora)
<b>C<sub>s<sub>ij</sub></sub></b>	costo del rischio, definito in funzione del valore della merce trasportata, la quantità trasportata, il rischio di perdita del prodotto o del servizio
<b>C<sub>r</sub></b>	costo dei ritardi, definibile come quota del costo del tempo
<b>C<sub>ma<sub>ij</sub></sub></b>	costo del "malus" (o extracosto), applicato alle tratte stradali con una percorrenza superiore agli 800 chilometri.

L'equazione [2] è stata quindi regredita in *cross-section* su tutte le regioni italiane (considerando le Province di Trento e Bolzano separatamente) sui dati delle statistiche ISTAT del "Trasporto su strada", utilizzando il metodo *Cross-section SUR (Seemingly Unrelated Regressions)* per evitare perturbazioni dovute alla presenza di eteroschedasticità-autocorrelazione fra i residui. Come si vede dalla tabella seguente, la stima presenta una elevata significatività statistica, sia per quanto riguarda l'equazione nel suo complesso, sia per quanto riguarda i coefficienti delle variabili esplicative.

<b>Dependent Variable: LOG(TON<sub>ij</sub>)</b>				
Method: Pooled EGLS (Cross-section SUR)				
Cross-sections included: 21				
Total pool (unbalanced) observations: 370				
<b>Variable</b>	<b>Coefficient</b>	<b>Std. Error</b>	<b>t-Statistic</b>	<b>Prob.</b>
<b>LOG(VA<sub>j</sub>)</b>	<b>0.919</b>	0.018	50.878	0.000
<b>LOG(VA I-A<sub>i</sub>)</b>	<b>0.562</b>	0.021	26.666	0.000
<b>LOG(C<sub>ij</sub>)</b>	<b>-1.997</b>	0.037	-54.679	0.000
<b>DPIE</b>	<b>0.724</b>	0.067	10.780	0.000
<b>DVAO</b>	<b>-1.294</b>	0.298	-4.345	0.000
<b>DLOM</b>	<b>0.710</b>	0.078	9.083	0.000
<b>DTRE</b>	<b>-0.370</b>	0.072	-5.161	0.000
<b>DVEN</b>	<b>0.392</b>	0.069	5.715	0.000
<b>DEMR</b>	<b>0.551</b>	0.078	7.106	0.000
<b>DMOL</b>	<b>-0.440</b>	0.105	-4.207	0.000
<b>DCAM</b>	<b>0.369</b>	0.063	5.827	0.000

<b>DPUG</b>	<b>0.529</b>	0.062	8.570	0.000
<b>DCAL</b>	<b>-0.526</b>	0.083	-6.361	0.000
<b>DSIC</b>	<b>0.508</b>	0.095	5.333	0.000
<b>DSAR</b>	<b>-2.663</b>	0.186	-14.332	0.000
<b>Weighted Statistics</b>				
R-squared	0.996	Mean dependent var	15.581	
Adjusted R-squared	0.996	S.D. dependent var	13.939	
S.E. of regression	0.893	Sum squared resid	282.806	
Durbin-Watson stat	1.875			
<b>Unweighted Statistics</b>				
R-squared	0.812	Mean dependent var	5.430	
Sum squared resid	260.822	Durbin-Watson stat	1.468	

I risultati della regressione sono stati successivamente utilizzati per stimare i flussi merci interprovinciali, applicando i coefficienti ottenuti: ai dati Tagliacarne sul valore aggiunto provinciale (complessivo e relativo ai soli settori dell'industria in senso stretto e del settore agricolo); ai dati contenuti nel sistema di simulazione SYLOG-ENEA per i valori relativi al costo generalizzato del trasporto per gli itinerari provinciali.

Su questa base, la stima della matrice dei origine/destinazione dei traffici provinciali è stata quindi sottoposta ad un duplice processo di ricalibrazione: da un lato, si è assicurata la corrispondenza fra i dati ISTAT regionali e i valori stimati per le singole province; dall'altro lato, si è assicurata la corrispondenza fra i totali provinciali e i dati EUROSTAT sul totale delle merci originate o destinate ad ogni singola provincia. La presenza di un numero sovraordinato di vincoli (di riga e di colonna) ha richiesto l'adozione di un processo iterativo di risoluzione matematica tendente a minimizzare gli scarti dalla situazione di partenza e sottoposto al duplice ordine di vincoli:

$$\mathbf{TON}_{ij} = \sum \mathbf{Ton P}_i \mathbf{P}_j \quad [4]$$

$$\mathbf{TON}_i = \sum \mathbf{Ton}_{ij} \quad [5]$$

Dove:

<b>TON<sub>ij</sub></b>	Merce espressa in tonnellate trasportata dalla regione di origine <i>i</i> alla regione di destinazione <i>j</i> di fonte ISTAT
<b>TON<sub>i</sub></b>	Merce espressa in tonnellate trasportata dalla provincia di origine <i>i</i> verso tutte le altre province italiane di fonte EUROSTAT
<b>Ton P<sub>i</sub> P<sub>j</sub></b>	Merce espressa in tonnellate trasportata dalla provincia della regione di origine <i>i</i> alla provincia della regione di destinazione <i>j</i>

---

### 3. La ricostruzione della matrice provinciale O/D dei traffici internazionali del trasporto merci su strada

#### 3.1 Le fonti statistiche utilizzate

Anche per la stima delle matrici provinciali dei traffici internazionali la principale fonte statistica di riferimento è rappresentata dall'indagine ISTAT sulle imprese di trasporto<sup>6</sup>, con particolare riferimento:

- ▶ ai traffici merci espressi in tonnellate per macrobranca merceologica (tavole da 9 a 14) per regione di origine o destinazione verso o da l'estero, considerato, tuttavia, nel suo solo complesso;
- ▶ ai traffici internazionali sempre espressi in tonnellate, per 16 aree geografiche di origine o destinazione verso o da l'Italia nel suo complesso (tavole 16 e 17).

Le stime dei traffici internazionali dell'ISTAT non presentano l'incrocio dei traffici fra le differenti regioni e i diversi poli esterni al territorio nazionale di riferimento, rendendo impossibile utilizzare l'approccio metodologico precedentemente descritto per la provincializzazione dei traffici merci. Per la stima della ripartizione dei flussi merci su strada da e verso l'estero a livello provinciale, si è così fatto riferimento alle informazioni contenute nel *database* Coeweb - Statistiche del Commercio Estero dell'ISTAT, che riporta i flussi commerciali relativi alle importazioni ed alle esportazioni con il resto del mondo anche a livello provinciale. Le informazioni derivano per i paesi extra europei dal Documento Amministrativo Unico (D.A.U.) che viene compilato dall'operatore in riferimento ad ogni singola transazione commerciale. Per gli scambi con i paesi UE, invece, il sistema di rilevazione doganale è stato sostituito dal sistema Intrastat in base al quale le informazioni sono desunte dalle segnalazioni riepilogative dei movimenti effettuati dagli operatori economici agli uffici doganali territorialmente competenti. Le rilevazioni sull'interscambio commerciale con l'estero hanno per oggetto il valore e la quantità delle merci scambiate dall'Italia con gli altri paesi e sono effettuate: per quanto attiene all'interscambio con i paesi non appartenenti all'Unione Europea, secondo i criteri stabiliti dai Regolamenti (CEE) 1172/95 del Consiglio e 1917/00 della Commissione; mentre per quanto riguarda l'interscambio con i paesi dell'Unione europea, dai Regolamenti (CE) n.638/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio e n.1982/2004 della Commissione.

Le statistiche sul Commercio estero sono distribuite dall'ISTAT sulla base delle classificazioni merceologiche più utilizzate a livello nazionale ed internazionale.

<b>Sistema armonizzato (SH6)</b>	E' la classificazione economica delle merci stabilita a livello mondiale dal Comitato di Cooperazione Doganale. E' costituita da raggruppamenti di merci in oltre 5.000 posizioni a sei cifre (vedi Nomenclatura combinata).
<b>Nomenclatura combinata (NC8)</b>	E' la classificazione economica delle merci adottata nelle rilevazioni del commercio estero dai paesi dell'UE. E' costituita da raggruppamenti di merci in 10.000 posizioni ad otto cifre e costituisce un'ulteriore disaggregazione del Sistema Armonizzato.
<b>Classificazioni delle merci</b>	Tale classificazione è definita a partire dalle voci della

<sup>6</sup> Cfr. ISTAT "Trasporto su strada".

<b>secondo le attività economiche (CPATECO)</b>	Nomenclatura combinata raggruppate sulla base della classificazione dei prodotti associata alle attività economiche. La Classificazione delle attività economiche ufficialmente adottata dall'ISTAT è l'ATECO2002 assimilabile, fino alla quarta cifra di dettaglio, alla classificazione ufficiale dell' Unione europea NACE rev.1.
<b>Nomenclatura statistica del traffico (NST/R)</b>	Tale classificazione è stata definita da EUROSTAT raggruppando le merci in capitoli omogenei riferiti alla natura merceologica ed alla trasportabilità delle merci.

Tuttavia, per quanto riguarda la nomenclatura statistica del traffico (NST/R), omogenea per classificazione a quella utilizzata nella ripartizione merceologica delle statistiche sul trasporto su strada, l'ISTAT fornisce i dati solo a livello regionale e solo per sezione<sup>7</sup> e per grandi ripartizioni geografiche<sup>8</sup>.

### 3.2 La metodologia utilizzata per la ricostruzione delle matrici O/D del traffico internazionale

Ai fini dello studio sono state costruite le matrici del trasporto su strada con origine o destinazione tutte e 103 le province italiane e i poli esteri al territorio nazionale considerati dall'ISTAT nella zonizzazione dei flussi di traffico (statistiche sui "Trasporti su strada") che individuano i seguenti 16 poli esteri:

<b>n.</b>	<b>Centroidi</b>	<b>n.</b>	<b>Centroidi</b>
<b>1</b>	Francia	<b>9</b>	Spagna
<b>2</b>	Paesi Bassi	<b>10</b>	Belgio
<b>3</b>	Germania	<b>11</b>	Lussemburgo
<b>4</b>	Regno Unito	<b>12</b>	Svezia
<b>5</b>	Irlanda	<b>13</b>	Finlandia
<b>6</b>	Danimarca	<b>14</b>	Austria
<b>7</b>	Grecia	<b>15</b>	Svizzera
<b>8</b>	Portogallo	<b>16</b>	Altri Paesi

Come si vede sono considerati separatamente tutti i principali paesi europei, mentre sono aggregati i paesi dell'Europa Centro-Orientale (Ungheria, Slovacchia, Rep. Ceca, Polonia e paesi dell'ex Unione Sovietica) e della penisola Balcanica (paesi dell'ex Jugoslavia, Albania, Romania, Bulgaria, Turchia). Gli "Altri Paesi" assorbono comunque una quota limitata dei traffici su strada complessivi: secondo i dati 2004, la quota dei traffici diretti verso questi paesi dall'Italia è inferiore al 9% del totale, mentre la quota dei traffici proveniente da questi paesi è pari all'8,4% del totale.

La costruzione delle matrici O/D provinciali relative al traffico merci su strada da (o verso) l'estero è stata effettuata attraverso l'adozione di un modello in grado di integrare le informazioni desunte dalle Statistiche del Commercio con l'Estero con le informazioni delle

<sup>7</sup> Prodotti agricoli e animali vivi, derrate alimentari e foraggiere, combustibili minerali solidi, prodotti petroliferi, minerali e cascami per la metallurgia, prodotti metallurgici, minerali greggi o manufatti e materiali da costruzione, concimi, prodotti chimici, macchine, veicoli, oggetti manufatti e transazioni speciali.

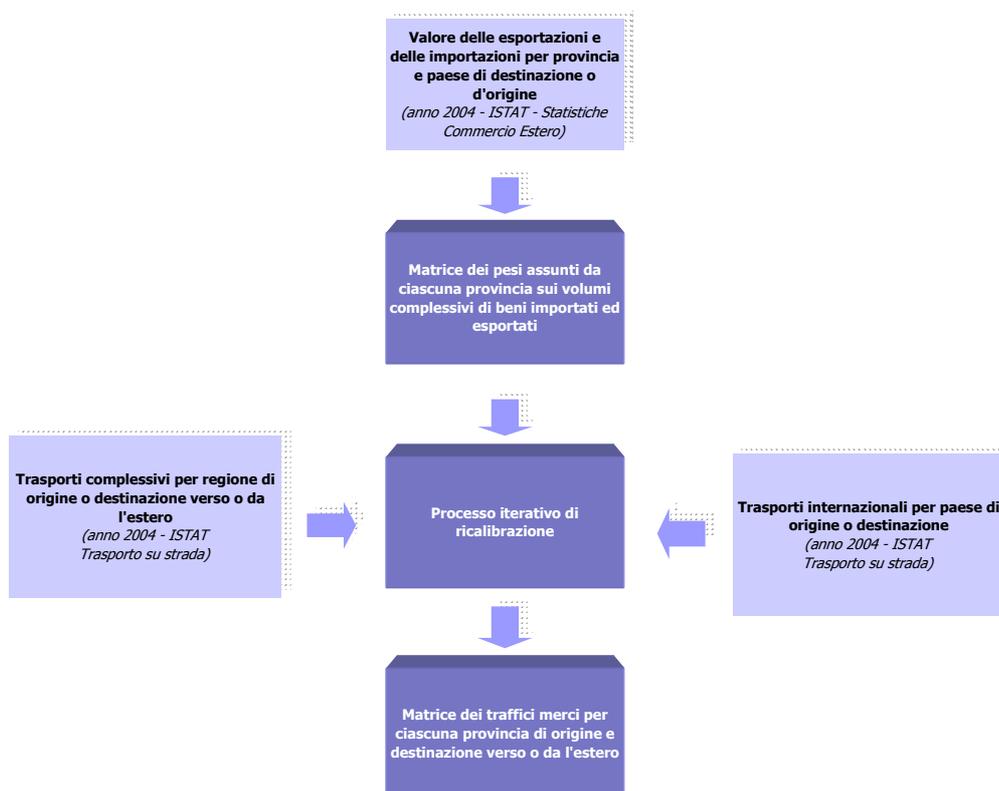
<sup>8</sup> UE 25, Europa centro orientale, Altri paesi europei, Africa settentrionale, Altri paesi africani, America settentrionale, America centro meridionale, Medio oriente, Asia centrale, Asia orientale.

---

statistiche sul Trasporto su Strada. La metodologia adottata, illustrata schematicamente nella figura che segue, è stata implementata sulla base dei seguenti passaggi:

- 1) sulla base di dati sul Commercio con l'Estero si sono calcolati i pesi assunti da ciascuna provincia sui volumi complessivi di beni importati ed esportati;
- 2) la matrice dei coefficienti ottenuta è stata utilizzata per ripartire a livello provinciale il traffico merci su strada da (o verso) l'estero;
- 3) al fine di assicurare la corrispondenza fra i valori stimati e i dati ISTAT, le matrici provinciali sono state vincolate: a) *per i totali di riga* (il traffico complessivo di ciascuna provincia da o verso l'estero), si è posto che i traffici merci su strada di tutte le province di una Regione *i* da o verso l'estero siano pari al valore stimato per quella regione dall'ISTAT; b) *per i totali di colonna* (il traffico complessivo per o da ciascun polo estero), si è posto che i traffici internazionali su strada di tutte le province da (o verso) il singolo polo estero siano pari al valore stimato per quel polo dall'ISTAT<sup>9</sup>.

**SCHEMA METODOLOGICO UTILIZZATO PER LA RICOSTRUZIONE DELLA MATRICE DI ORIGINE / DESTINAZIONE PROVINCIALE DEI TRAFFICI INTERNAZIONALI DEL TRASPORTO SU STRADA**



<sup>9</sup> Anche in questo caso il rispetto dei vincoli (di riga e di colonna) è stato assicurato attraverso la un processo iterativo di risoluzione matematica del tipo precedentemente descritto.

---

Il procedimento appena illustrato ha consentito di ricostruire 2 distinte matrici relative: 1) ai flussi di traffico con origine le province italiane e destinazione i poli esteri; 2) ai flussi di traffico con destinazione le province italiane e origine i poli esteri.

## **4. La ricostruzione della matrice provinciale O/D dei traffici ferroviari**

### **4.1 La matrice dei traffici nazionali**

#### **4.1.1 Le fonti statistiche utilizzate**

L'ostacolo principale che si è dovuto superare nella definizione della matrice O/D del trasporto nazionale di merci su ferro riguarda l'aggiornamento delle fonti statistiche relative alle relazioni di traffico esistenti tra le diverse regioni italiane. Al momento della costruzione del modello, l'unica fonte disponibile era infatti rappresentata dall'indagine condotta dalle Ferrovie dello Stato nel 1998<sup>10</sup>, che ricostruisce il traffico merci ferroviario in entrata ed in uscita da ciascuna regione verso tutte le altre al netto dei carri privati vuoti<sup>11</sup>.

Come illustrato nel paragrafo successivo, l'aggiornamento della matrice nazionale O/D su ferro è stata quindi possibile solo sulla base dei dati dell'indagine EUROSTAT *Railway Transport measurement goods, passengers and accidents*<sup>12</sup>. Si tratta di stime realizzate seguendo il regolamento comunitario CE 91/2003, che risponde alle accresciute esigenze informative determinatesi in seguito al processo di liberalizzazione del servizio di trasporto ferroviario nazionale. La serie storica disponibile consente un aggiornamento annuale sia pure in ritardo di circa due anni (per alcuni dati la frequenza è anche quadrimestrale). Per la ricostruzione dell'articolazione provinciale dei traffici merci ferroviari si è inoltre utilizzata la composizione provinciale delle merci veicolate dal vettore ferroviario in ingresso e in uscita da ciascuna regione che sono state elaborate nell'ambito dei lavori svolti dal Consorzio TRAIN<sup>13</sup> e di seguito riportate.

<b>Provincia</b>	<b>% FS ingresso</b>	<b>% FS uscita</b>	<b>Provincia</b>	<b>% FS ingresso</b>	<b>% FS uscita</b>
<b>TO</b>	46,0%	37,3%	<b>AR</b>	6,0%	15,6%
<b>VC</b>	1,0%	1,3%	<b>SI</b>	1,0%	3,4%
<b>NO</b>	11,0%	6,8%	<b>GR</b>	1,0%	0,7%

<sup>10</sup> Cfr. Conto Nazionale dei Trasporti 2001, Tav. IV.1.3A

<sup>11</sup> L'Istat ha recentemente elaborato con le Ferrovie dello Stato una nuova matrice O/D del traffico merci ferroviario aggiornata al 2004 che tuttavia ragioni di "riservatezza statistica" non consentirebbero di divulgare con grave danno per la conoscenza del settore.

<sup>12</sup> Le stime relative al traffico merci ferroviario in migliaia di tonnellate ed al netto dei carri privati vuoti vengono effettuate seguendo il regolamento comunitario CE 91/2003, che risponde alle accresciute esigenze informative determinatesi in seguito al processo di liberalizzazione del servizio di trasporto ferroviario nazionale. La serie storica pubblicata sul sito dell'EUROSTAT è in grado di fornire un aggiornamento di tali traffici fino al 2005 con periodicità annuale (per alcuni dati la frequenza è anche quadrimestrale).

<sup>13</sup> Cfr. D'Appolonia (2004), Progetto Consorzio Train.

---

<b>CN</b>	11,0%	16,9%	<b>PO</b>	1,0%	1,4%
<b>AT</b>	3,0%	1,1%	<b>PG</b>	10,0%	29,0%
<b>AL</b>	23,0%	33,0%	<b>TR</b>	90,0%	71,0%
<b>BI</b>	4,0%	2,3%	<b>PU</b>	2,0%	0,7%
<b>VB</b>	1,0%	1,3%	<b>AN</b>	94,0%	76,9%
<b>AO</b>	100,0%	100,0%	<b>MC</b>	2,0%	3,5%
<b>VA</b>	1,0%	0,9%	<b>AP</b>	2,0%	18,9%
<b>CO</b>	3,0%	5,1%	<b>VT</b>	2,0%	6,0%
<b>SO</b>	5,0%	0,0%	<b>RI</b>	0,0%	0,8%
<b>MI</b>	64,0%	46,2%	<b>RM</b>	52,0%	25,1%
<b>BG</b>	9,0%	14,4%	<b>LT</b>	11,0%	10,5%
<b>BS</b>	4,0%	10,8%	<b>FR</b>	35,0%	57,6%
<b>PV</b>	4,0%	2,8%	<b>AQ</b>	6,0%	7,6%
<b>CR</b>	1,0%	6,8%	<b>TE</b>	2,0%	8,0%
<b>MN</b>	5,0%	8,2%	<b>PE</b>	66,0%	24,5%
<b>LC</b>	2,0%	3,4%	<b>CH</b>	26,0%	59,9%
<b>LO</b>	2,0%	1,4%	<b>CB</b>	100,0%	98,9%
<b>BZ</b>	54,0%	69,1%	<b>IS</b>	0,0%	1,1%
<b>TN</b>	46,0%	30,9%	<b>CE</b>	10,0%	13,9%
<b>VR</b>	17,0%	39,7%	<b>BN</b>	2,0%	6,1%
<b>VI</b>	2,0%	4,8%	<b>NA</b>	66,0%	57,0%
<b>BL</b>	0,0%	2,3%	<b>AV</b>	2,0%	14,6%
<b>TV</b>	6,0%	3,6%	<b>SA</b>	20,0%	8,4%
<b>VE</b>	54,0%	32,1%	<b>FG</b>	4,0%	4,9%
<b>PD</b>	18,0%	16,0%	<b>BA</b>	7,0%	32,1%
<b>RO</b>	3,0%	1,5%	<b>TA</b>	72,0%	30,7%
<b>UD</b>	40,0%	30,2%	<b>BR</b>	15,0%	26,5%
<b>GO</b>	7,0%	5,6%	<b>LE</b>	2,0%	5,8%
<b>TS</b>	45,0%	54,9%	<b>PZ</b>	64,0%	97,2%
<b>PN</b>	8,0%	9,3%	<b>MT</b>	36,0%	2,8%
<b>IM</b>	1,0%	1,3%	<b>CS</b>	56,0%	23,0%
<b>SV</b>	10,0%	10,0%	<b>CZ</b>	12,0%	23,0%
<b>GE</b>	75,0%	75,1%	<b>RC</b>	20,0%	35,1%
<b>SP</b>	14,0%	13,6%	<b>KR</b>	8,0%	12,6%
<b>PC</b>	10,0%	23,4%	<b>VV</b>	4,0%	6,3%
<b>PR</b>	4,0%	2,9%	<b>TP</b>	1,0%	2,7%
<b>RE</b>	23,0%	11,5%	<b>PA</b>	26,0%	33,4%
<b>MO</b>	19,0%	9,3%	<b>ME</b>	16,0%	11,5%
<b>BO</b>	26,0%	31,7%	<b>AG</b>	3,0%	2,6%
<b>FE</b>	5,0%	6,9%	<b>CL</b>	12,0%	3,6%
<b>RA</b>	12,0%	12,5%	<b>EN</b>	1,0%	0,3%
<b>FC</b>	0,0%	0,8%	<b>CT</b>	27,0%	35,0%
<b>RN</b>	1,0%	1,0%	<b>RG</b>	3,0%	6,6%
<b>MS</b>	9,0%	11,1%	<b>SR</b>	11,0%	4,3%
<b>LU</b>	8,0%	3,9%	<b>SS</b>	43,0%	22,1%
<b>PT</b>	2,0%	1,3%	<b>NU</b>	8,0%	1,7%
<b>FI</b>	2,0%	3,3%	<b>CA</b>	47,0%	68,3%
<b>LI</b>	69,0%	56,1%	<b>OR</b>	2,0%	7,9%
<b>PI</b>	1,0%	3,2%			

---

---

### **4.1.2 La metodologia di costruzione della matrice O/D del traffico nazionale**

La definizione delle relazioni di traffico merci ferroviario tra le province italiane ha richiesto in via preliminare un aggiornamento dei flussi riportati nella matrice regionale O/D del 1998 e pubblicata nel Conto Nazionale dei Trasporti. L'obiettivo è stato raggiunto attraverso un procedimento iterativo che ha consentito di definire i traffici merci in entrata ed in uscita da ciascuna regione al 2004 attraverso i seguenti passaggi:

- 1) in primo luogo si è stimato il valore dei coefficienti indicanti il peso del traffico merci di ciascuna regione rispetto a tutte le altre regioni italiane sul totale nazionale ( $C_{ij}/C_{tot}$ ) così come sono desumibili dalla matrice origine / destinazione del 1998 riportata nel Conto Nazionale dei Trasporti;
- 2) la matrice dei coefficienti è stata utilizzata per ripartire, sempre a livello regionale, il volume complessivo del traffico merci nazionale al 2002 di fonte EUROSTAT<sup>14</sup>, ottenendo in tal modo una matrice regionale O/D del traffico merci ferroviario aggiornata al 2002;
- 3) l'aggiornamento all'anno 2004 è stato infine ottenuto ipotizzando un'invarianza nelle relazioni di traffico tra ciascuna regione e tutte le altre rispetto a quanto stimato per l'anno 2002.

Al fine di articolare la matrice a livello provinciale, sono stati infine utilizzati i coefficienti di ripartizione elaborati del Consorzio TRAIN (2004) in grado di evidenziare la capacità di veicolare una determinata quantità di merce da parte della rete infrastrutturale - afferente a ciascuna provincia italiana - indipendentemente dalla domanda espressa dal tessuto produttivo locale. In pratica, il traffico merci veicolato attraverso il vettore ferroviario tra le province italiane, appartenenti a regioni diverse, è stato determinato applicando al flusso complessivo di scambio della regione i-esima verso la regione j-esima le percentuali di ripartizione delle province di origine, prima, e quelle delle province di destinazione, poi. Si è così ottenuta la quantità di merce trasportata da tutte le province della regione i-esima verso tutte le province della regione j-esima nell'ipotesi che ci siano relazioni di traffico tra tutte queste. I flussi tra le province di una stessa regione si valutano applicando le medesime percentuali ricavate per i flussi extra-regionali (rispettivamente in entrata ed in uscita) al valore dei flussi intra-regionali.

## **4.2 Le matrici dei traffici internazionali**

### **4.2.1 Le fonti statistiche utilizzate**

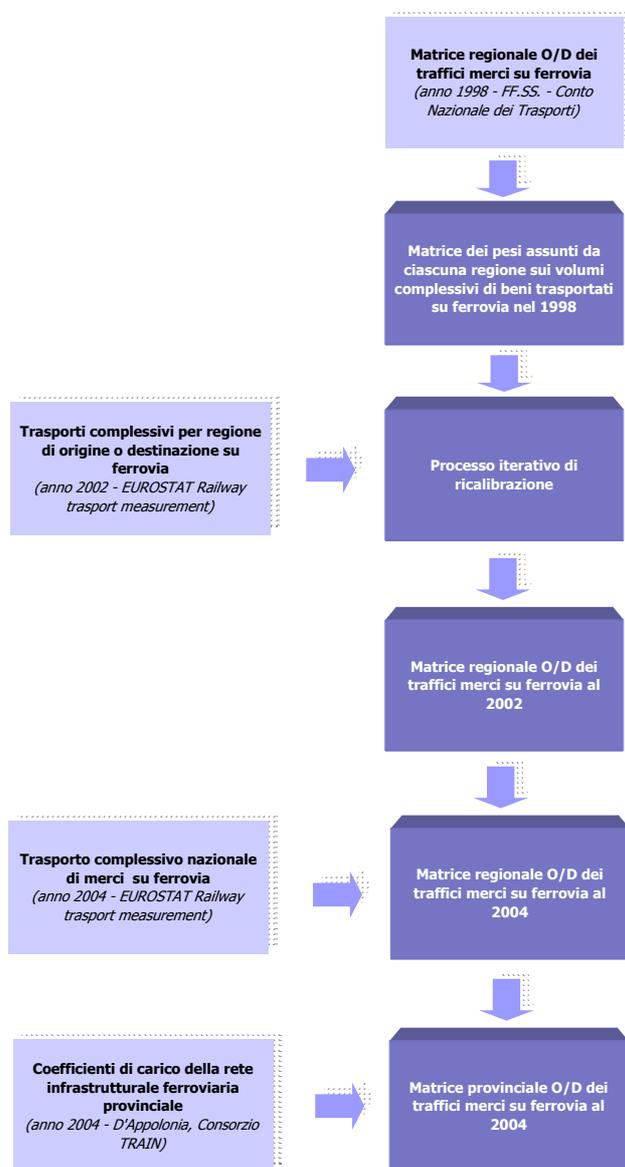
Per la definizione delle matrici provinciali di import ed export veicolato attraverso il vettore ferroviario, si è fatto ricorso in larga parte alle stesse fonti statistiche utilizzate per la costruzione delle matrici provinciali stradali<sup>15</sup>. La maggior parte delle informazioni di base sono state infatti desunte dal *database* Coeweb dell'Istat - Statistiche del Commercio

<sup>14</sup> Per l'anno 2002, l'Eurostat fornisce rispettivamente il traffico complessivo di merci sia in uscita che in entrata da ciascuna regione italiana verso tutte le altre.

<sup>15</sup> Per questa ragione, si rimanda al paragrafo precedente l'approfondimento delle caratteristiche e della tipologia delle fonti statistiche.

Estero all'interno del quale è stato possibile acquisire i seguenti dati necessari alla definizione delle matrici provinciali:

**SCHEMA METODOLOGICO UTILIZZATO PER LA RICOSTRUZIONE DELLA MATRICE DI ORIGINE / DESTINAZIONE PROVINCIALE DEI TRAFFICI NAZIONALI DEL TRASPORTO SU FERRO**



- ▶ flussi commerciali relativi alle importazioni ed esportazioni da (e verso) ciascuna provincia italiana con il Resto del Mondo. Questi traffici sono classificati secondo la nomenclatura NST/R per ciò che concerne le diverse categorie merceologiche delle merci scambiate;
- ▶ ripartizione dei flussi commerciali delle importazioni e delle esportazioni secondo la modalità di trasporto. Il database Coeweb dell'Istat distingue al riguardo 5 diverse modalità utilizzate per lo scambio delle merci tra le regioni

---

italiane ed il Resto del Mondo costituite dai vettori stradale, ferroviario, aereo, marittimo ed altro mezzo di trasporto (tali informazioni non sono disponibili a livello provinciale). Per alcune tipologie di merci la modalità di trasporto non viene invece dichiarata.

Per quanto riguarda, invece, il volume delle esportazioni e delle importazioni italiane da (e verso) i diversi Paesi europei, veicolate attraverso il vettore ferroviario si è fatto riferimento ai dati EUROSTAT, i quali forniscono con cadenza annuale attraverso la pubblicazione Railway transport measurement – Good dati dettagliati sull'effettivo traffico merci tra il nostro Paese ed il Resto del Mondo veicolati sia in ingresso che in uscita attraverso le infrastrutture ferroviarie.

Ulteriori informazioni necessarie alla definizione della matrice provinciale O/D su ferro riguardano la ripartizione degli scambi merci sulla base delle capacità di smistamento dell'infrastruttura ferroviaria afferente a ciascuna provincia italiana (Consorzio TRAIN 2004). Come vedremo, questi pesi sono stati utilizzati per stimare il traffico merci ferroviario in entrata ed in uscita da ciascuna provincia da (e verso) l'estero, considerando non il peso delle esportazioni di una determinata provincia sulle esportazioni (o sulle importazioni) della regione di competenza, quanto sulla capacità della propria rete ferroviaria di veicolare una determinata domanda di traffico in entrata o in uscita.

Così come per il traffico merci su strada, i centroidi esteri presi in esame per la definizione della matrice provinciale O/D del traffico ferroviario sono costituiti da tutti i principali paesi europei, mentre sono stati accorpati i paesi dell'Europa Centro-Orientale (Ungheria, Slovacchia, Rep. Ceca, Polonia e paesi dell'ex Unione Sovietica) e della penisola Balcanica (paesi dell'ex Jugoslavia, Albania, Romania, Bulgaria, Turchia).

<b>n.</b>	<b>Centroidi</b>	<b>n.</b>	<b>Centroidi</b>
<b>1</b>	Belgio	<b>9</b>	Portogallo
<b>2</b>	Danimarca	<b>10</b>	Regno Unito
<b>3</b>	Francia	<b>11</b>	Spagna
<b>4</b>	Germania	<b>12</b>	Svezia
<b>5</b>	Grecia	<b>13</b>	Finlandia
<b>6</b>	Irlanda	<b>14</b>	Austria
<b>7</b>	Lussemburgo	<b>15</b>	Svizzera
<b>8</b>	Paesi Bassi	<b>16</b>	Altri Paesi

#### **4.2.2 La metodologia di costruzione delle matrici O/D del traffico internazionale**

In questo paragrafo viene illustrato il procedimento seguito per la definizione della matrice delle esportazioni tra le province italiane verso l'estero attraverso l'impiego del vettore ferroviario, una metodologia che è stata applicata in maniera speculare anche alla costruzione della matrice delle importazioni dall'estero verso le province italiane.

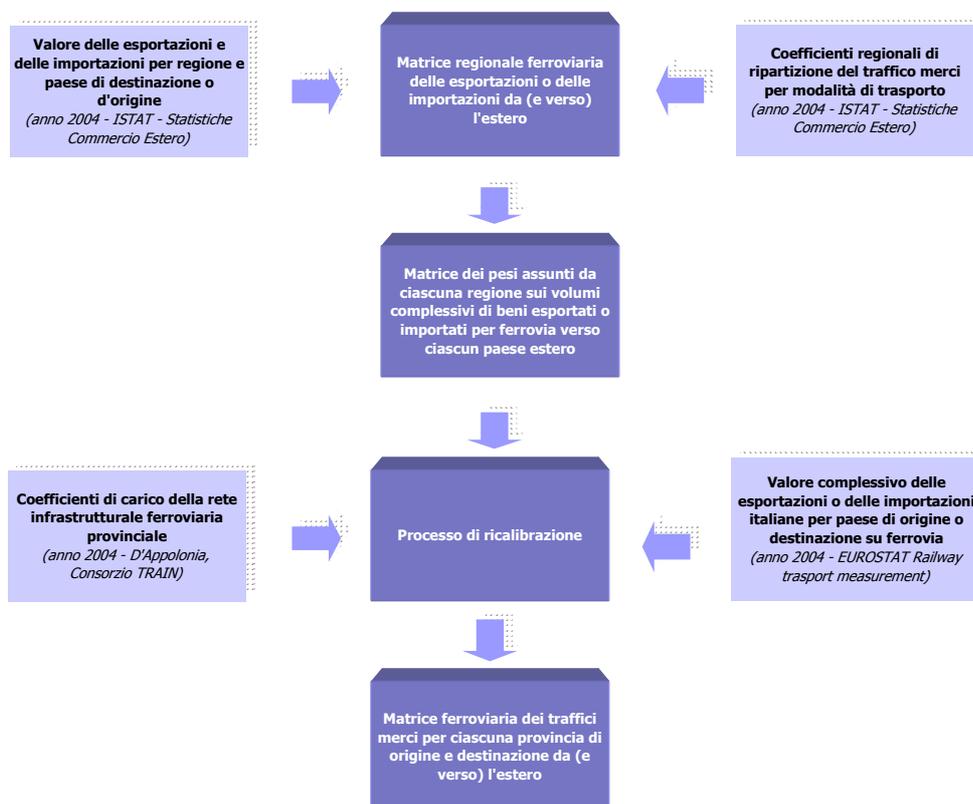
Il primo passo è stato quello di stimare la matrice ferroviaria delle esportazioni regionali verso l'estero. A tale scopo sono stati applicati i coefficienti di ripartizione del traffico merci per modalità di trasporto ai flussi commerciali totali in uscita da ciascuna regione italiana verso i diversi paesi esteri presi in esame secondo lo schema illustrato in precedenza.

Successivamente è stata calcolata la matrice dei coefficienti relativi al peso delle esportazioni ferroviarie di ciascuna regione sul totale del traffico merci diretto verso ciascuno dei paesi esteri.

La matrice provinciale delle esportazioni veicolate attraverso il vettore ferroviario è stata quindi ottenuta attraverso i seguenti due passaggi:

- 1) il traffico merci ferroviario in uscita da ciascuna provincia verso l'estero è stato stimato applicando i coefficienti calcolati dal Consorzio TRAIN – che misurano la capacità di smistamento della rete infrastrutturale di ciascuna provincia – alla quota delle esportazioni di competenza della regione di appartenenza, ottenuta attraverso la matrice costruita in precedenza;
- 2) successivamente è stato necessario ricalibrare i valori così ottenuti per rispettare il vincolo di colonna definito dal volume delle esportazioni italiane al di fonte EUROSTAT verso ciascun paese estero europeo.

**SCHEMA METODOLOGICO UTILIZZATO PER LA RICOSTRUZIONE DELLA MATRICE DI ORIGINE / DESTINAZIONE PROVINCIALE DEI TRAFFICI INTERNAZIONALI DEL TRASPORTO SU FERRO**



Il procedimento appena illustrato ha così consentito di ricostruire 2 matrici con origine o destinazione le province italiane e la zonizzazione estera di riferimento per il trasporto su ferro:

- ▶ matrice delle relazioni con origine le province italiane e destinazione i poli esteri;

- 
- ▶ matrice delle relazioni con destinazione le province italiane e origine i poli esteri.

## **5. La ricostruzione della matrice provinciale O/D dei traffici marittimi**

### **5.1 Le fonti statistiche utilizzate**

La principale fonte statistica sui traffici marittimi è rappresentata dalla Rilevazione sul Trasporto Marittimo condotta dall'ISTAT. La rilevazione ha carattere censuario, riferendosi all'insieme degli arrivi e delle partenze registrati nei porti italiani. Le sue caratteristiche metodologiche corrispondono a quelle fissate dalla Direttiva n.64/95 del Consiglio dell'Unione europea dell'8 dicembre 1995, concernente la rilevazione statistica dei trasporti di merci e di passeggeri via mare. L'unità di rilevazione è la nave mercantile, cioè qualunque imbarcazione adibita al trasporto marittimo, escludendo quindi le navi da pesca, le navi officina per il trattamento del pesce, le navi da trivellazione e da esplorazione, le navi adibite a servizi portuali, le draghe, le navi per la ricerca, le navi da guerra e le imbarcazioni utilizzate unicamente a fini non commerciali.

La rilevazione viene condotta dagli organi periferici preposti: gli Uffici doganali (Dogane principali, Dogane secondarie, Sezioni doganali, Posti doganali, Posti di osservazione e Comandi di Brigata della Guardia di Finanza in servizio fuori dei circuiti doganali) e gli Uffici marittimi (Capitanerie di porto, Uffici circondariali marittimi, Uffici locali marittimi e le Delegazioni di spiaggia). Gli Uffici doganali distribuiscono i questionari ISTAT ai rispondenti, rappresentati dai capitani delle navi o chi per loro (raccomandatario marittimo, agente o spedizioniere), che sono tenuti a compilare la dichiarazione statistica di arrivo o di partenza.

Nella Banca Dati dell'EUROSTAT sono contenute le informazioni relative alla quantità di merce imbarcata e sbarcata, espresse in tonnellate, disaggregate per singolo porto, e, nel caso della navigazione internazionale, per paese di provenienza o destinazione. I flussi di merce sono inoltre distinti per tipologia di carico (rinfusa liquida, rinfusa solida, contenitori, automezzi e mezzi trainati ed altro carico).

### **5.2 La metodologia utilizzata per la ricostruzione delle matrici O/D del trasporto merci in navigazione di cabotaggio**

Per quanto riguarda il traffico marittimo di cabotaggio, le informazioni dell'ISTAT e dell'EUROSTAT indicano le quantità di merce in navigazione nazionale imbarcata e sbarcata nei singoli porti, ma non il porto di origine o di destinazione. Si è dovuto così provvedere all'elaborazione di una stima dei flussi di traffico marittimi interportuali, dove ogni porto è stato ricondotto alla sua provincia di appartenenza.

La matrice O/D dei traffici marittimi che è stata ricostruita nel presente lavoro non è comprensiva dei volumi di traffico relativi alle rinfusa liquide che, per la loro tipologia, rappresentano un comparto di trasporto indipendente ed ininfluente per il SYLOG (il trasporto da e per gli impianti di lavorazione è svolto prevalentemente a mezzo di condotte), né i traffici con automezzi già ricompresi nella matrice dei trasporti su gomma.

Per ricostruire la matrice provinciale, si è proceduto attraverso le seguenti fasi:

- a) si sono inizialmente attribuite le quantità di imbarco e di sbarco dei singoli porti alla provincia di appartenenza, considerando separatamente i traffici in contenitore e quelli relative alle rinfuse solide ed altre tipologie;
- b) si sono successivamente stimate due differenti matrici O/D di traffico (una per i traffici di merce in contenitore e l'altra per le rinfuse solide ed altre tipologie di merci) stimando i flussi di traffico interportuali in funzione del peso assunto da ogni singolo porto sul totale degli imbarchi e degli sbarchi e assumendo come vincolo che non vi siano flussi di merci tra porto e porto di una stessa regione.

$$TON_{ij} = P_i * P_j * Ton \quad [6]$$

dove:

<b>TON<sub>ij</sub></b>	Merce espressa in tonnellate trasportata dai porti della provincia di origine <i>i</i> ai porti della provincia di destinazione <i>j</i>
<b>P<sub>i</sub></b>	Quota delle merci imbarcate nei porti della provincia <i>i</i> sul totale delle merci trasportate in navigazione di cabotaggio
<b>P<sub>j</sub></b>	Quota delle merci sbarcate nei porti della provincia <i>j</i> sul totale delle merci trasportate in navigazione di cabotaggio
<b>Ton</b>	Merce totale espressa in tonnellate trasportata in navigazione di cabotaggio

### 5.3 La metodologia utilizzata per la ricostruzione delle matrici O/D del trasporto merci internazionale

La ricostruzione delle matrici O/D dei traffici internazionali sono state desunte direttamente dai dati EUROSTAT. Questi presentano, infatti, le quantità di merce imbarcata e sbarcata, espressa in tonnellate, per singolo porto e per singolo paese di provenienza o destinazione. Anche in questo caso i traffici di ogni porto sono stati riattribuiti alla provincia di appartenenza. Ai fini del presente studio le matrici del trasporto marittimo seguono per i traffici europei la zonizzazione già utilizzata per i traffici su gomma e su ferro, mentre per quanto riguarda i traffici con i paesi extra-europei, i flussi sono stati accorpate in 9 poli esteri, rappresentanti altrettante macroaree. In particolare, la zonizzazione utilizzata, che permette di ricomprendere nell'analisi tutte i traffici generati o destinati da o verso l'Italia, assume i seguenti centroidi:

n.	Centroidi	n.	Centroidi
1	Francia	14	Austria
2	Paesi Bassi	15	Svizzera
3	Germania	16	Altri paesi europei
4	Regno Unito	17	Africa settentrionale
5	Irlanda	18	Altri paesi africani
6	Danimarca	19	America settentrionale
7	Grecia	20	America centro-meridionale
8	Portogallo	21	Medio oriente
9	Spagna	22	Asia centrale

---

<b>10</b>	Belgio	<b>23</b>	Asia orientale
<b>11</b>	Lussemburgo	<b>24</b>	Oceania
<b>12</b>	Svezia	<b>25</b>	Altri territori
<b>13</b>	Finlandia		

---

Anche per i flussi dei traffici marittimi internazionali sono state ricostruite due distinte matrici, una per i traffici in contenitore e una per i traffici relativi alle rinfusa solide ed altre tipologie di merci.

## **6. LA RICOSTRUZIONE DEGLI SCENARI EVOLUTIVI DEI TRAFFICI MERCI NAZIONALI A LIVELLO PROVINCIALE**

### **6.1 Premessa**

La rappresentazione della domanda e dell'offerta futura del trasporto merci si basa, in primo luogo, sulla elaborazione di scenari evolutivi di quelle grandezze socio-economiche che sono in grado di modificare nel tempo tali flussi e su un modello in grado di spiegare la relazione esistente fra queste variabili e la distribuzione sul territorio delle merci. Naturalmente, previsioni di lungo periodo, come quelle richieste per impostare una adeguata politica infrastrutturale, presentano un inevitabile margine di aleatorietà. Non esistono infatti modelli economici, anche fra quelli più raffinati e complessi, in grado di prevedere quali possano essere i futuri sentieri di sviluppo di medio-lungo periodo dell'economia italiana. Gli scenari elaborati all'interno del Modello non vogliono dunque costituire delle previsioni ma delle rappresentazioni alternative del futuro assetto economico territoriale del Paese - e quindi della domanda e dell'offerta di merce delle province italiane - definite tenendo conto di alcune ipotesi circa i processi di sviluppo di lungo periodo che interesseranno la struttura produttiva nazionale.

In ogni caso, la ricostruzione degli scenari evolutivi del traffico merci nazionale fra le province italiane richiede la predisposizione di una metodologia che sia in grado di:

- ▶ ricostruire un modello di generazione e distribuzione delle merci che sia in funzione diretta della localizzazione delle attività di produzione e di consumo;
- ▶ definire il quadro di riferimento delle principali variabili economiche;
- ▶ stimare, a partire dalle variabili esogene nazionali ed internazionali, la crescita economica delle diverse province;
- ▶ ricostruire le matrici O/D nazionali dei traffici merci fra tutte le province italiane all'orizzonte di riferimento delle analisi.

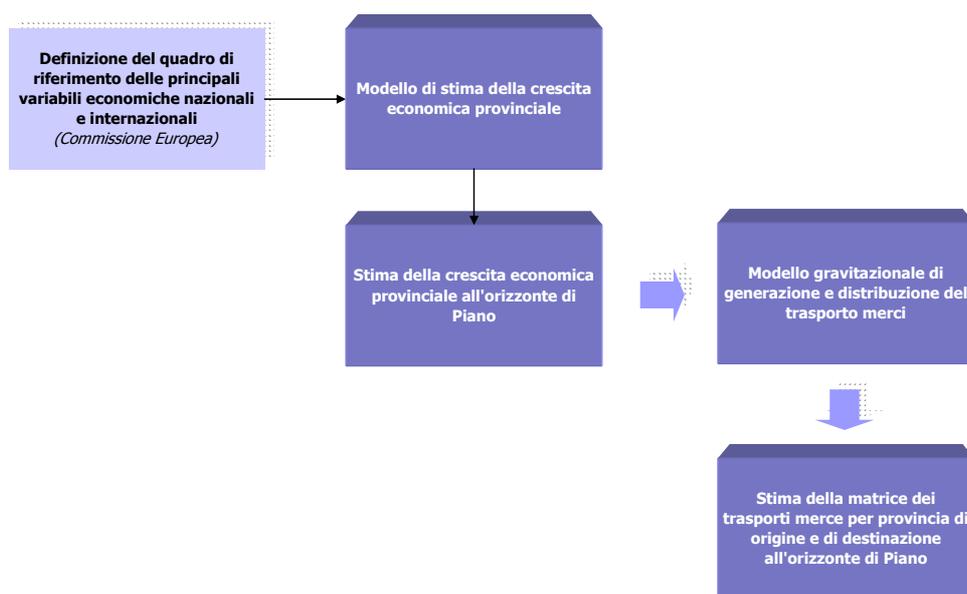
La metodologia di tipo economico e statistico messa a punto è stata elaborata con l'intento di consentire un aggiornamento costante della matrice origine/destinazione stessa e nello stesso tempo di garantire una certa elasticità per la simulazione di diverse ipotesi di scenario.

### **6.2 Il modello nazionale di generazione e distribuzione delle merci**

La proiezione al futuro della crescita dei traffici merci fra le province italiane è stata ottenuta attraverso l'adozione di un approccio metodologico simile a quello già utilizzato

per la ricostruzione delle matrici nazionali O/D del trasporto merci su strada. Anche in questo caso, la stima dei flussi di merce fra due differenti province è stata ottenuta attraverso l'impostazione di un modello gravitazionale<sup>16</sup> in grado di spiegare la relazione esistente fra i flussi di merce e la dinamica economica e di proiettare al futuro l'evoluzione dei traffici merci in conseguenza delle modificazione intercorse nel tessuto produttivo provinciale.

**SCHEMA METODOLOGICO UTILIZZATO PER LA RICOSTRUZIONE DELLA MATRICE NAZIONALE DI ORIGINE E DESTINAZIONE DEL TRASPORTO MERCE**



In particolare, l'offerta di merci che necessita di essere trasportata è posta in funzione della produzione di beni dei settori agricolo e industriale, così come la domanda di merci è posta in relazione con la domanda di consumo ed è quindi in funzione dell'evoluzione complessiva del valore aggiunto delle diverse province. Il modello di generazione e distribuzione delle merci è stato testato sulla matrice O/D nazionale ricostruita per l'anno 2004 per l'insieme delle modalità di trasporto, ed ha assunto la forma:

$$\text{Log}(\text{TON}_{ij}) = \alpha_i + \beta \text{Log}(\text{VA}_i) + \gamma \text{Log}(\text{VA I-A}_i) - \delta \text{Log}(\text{C}_{ij}) + \lambda \text{Port}_i \quad [7]$$

e dove:

<b>TON<sub>ij</sub></b>	Merce espressa in tonnellate trasportata dalla regione di origine <i>i</i> alla regione di destinazione <i>j</i>
-------------------------	--

<sup>16</sup> Cfr. paragrafo 2.2.

$K_i$	Dummy della regione di origine $i$
$VA_j$	Valore aggiunto della regione di destinazione $j$ , assunta come <i>proxy</i> della domanda di merce
$VA I-A_i$	Valore aggiunto regionale del settore dell'industria in senso stretto e del settore agricolo della regione di origine $j$ , assunta come <i>proxy</i> dell'offerta di merce
$C_{ij}$	Costi generalizzati di trasporto fra la regione di origine $i$ e la regione di destinazione $j$
$Port_i$	Merce espressa in tonnellate sbarcata ed imbarcata nei porti della regione $i$
$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \lambda$	sono i coefficienti della regressione.

A differenza del modello utilizzato per la provincializzazione dei traffici stradali, è stata in questo caso inserita una nuova variabile ( $Port_i$ ) per tener conto della presenza dei porti nella spiegazione dei flussi di traffico fra le diverse regioni. Ancora una volta, i costi generalizzati di trasporto sono quelli definiti nell'ambito del modello SYLOG-ENEA. L'equazione è stata quindi regredita in *cross-section* su tutte le regioni italiane, utilizzando il metodo *Cross-section SUR (Seemingly Unrelated Regressions)* per evitare perturbazioni dovute alla presenza di eteroschedasticità-autocorrelazione fra i residui.

<b>Dependent Variable: LOG(TON<sub>ij</sub>)</b>				
Method: Pooled EGLS (Cross-section SUR)				
Cross-sections included: 20				
Total pool (unbalanced) observations: 350				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(VA <sub>j</sub> )	<b>0,903</b>	0,020	45,929	0,000
LOG(VA I-A <sub>i</sub> )	<b>0,443</b>	0,022	20,084	0,000
LOG(C <sub>ij</sub> )	<b>-1,711</b>	0,030	-57,060	0,000
Port <sub>i</sub>	<b>1,83E-4</b>	0,000	12,931	0,000
DPIE	<b>0,863</b>	0,077	11,254	0,000
DVAO	<b>-1,791</b>	0,270	-6,645	0,000
DLOM	<b>1,102</b>	0,084	13,062	0,000
DTRE	<b>-0,250</b>	0,079	-3,174	0,002
DVEN	<b>0,302</b>	0,071	4,258	0,000
DEMR	<b>0,536</b>	0,077	6,990	0,000
DMOL	<b>-0,853</b>	0,077	-11,077	0,000
DCAM	<b>0,429</b>	0,074	5,774	0,000
DBAS	<b>-0,328</b>	0,073	-4,487	0,000
DSIC	<b>0,406</b>	0,069	5,838	0,000
DSAR	<b>-0,585</b>	0,108	-5,402	0,000
<b>Weighted Statistics</b>				
R-squared	0,996	Mean dependent var	16,682	
Adjusted R-squared	0,996	S.D. dependent var	13,944	
S.E. of regression	0,914	Sum squared resid	279,673	
Durbin-Watson stat	1,937			
<b>Unweighted Statistics</b>				
R-squared	0,777	Mean dependent var	5,770	
Sum squared resid	252,753	Durbin-Watson stat	1,429	

---

Come vede la stima presenta una elevata significatività statistica, sia per quanto riguarda l'equazione nel suo complesso, sia per quanto riguarda la significatività dei coefficienti delle variabili indipendenti.

I risultati della regressione sono stati successivamente utilizzati per stimare i flussi di merci interprovinciali. La stima ottenuta è stata, infine, sottoposta ad un processo di ricalibrazione al fine di assicurare la corrispondenza fra i dati stimati dal nuovo modello gravitazionale con i flussi di traffico precedentemente stimati sul traffico complessivo nazionale per il 2004.

### **6.3 Definizione del quadro di riferimento delle principali variabili economiche nazionali e internazionali**

Considerate le finalità del lavoro, il modello messo a punto per la stima della dinamica economica delle province italiane è stato ricostruito con lo scopo di renderlo facilmente implementabile nel tempo: si è così impostato un modello semplificato che, a partire dalla dinamica economica nazionale, fosse in grado di produrre una stima dell'evoluzione economica delle diverse province senza richiedere procedure econometriche complesse di analisi.

Per alimentare il modello precedentemente descritto è in ogni caso necessario definire un quadro coerente di ipotesi riferite all'evoluzione delle principali determinanti economiche da cui far discendere la dinamica del valore aggiunto delle diverse province per l'intero periodo preso a riferimento dalle analisi.

Pur se esistono istituti privati di ricerca che periodicamente elaborano previsioni sull'evoluzione economica dei principali Paesi<sup>17</sup>, non esistono stime ufficiali sulla crescita di lungo periodo come quelle che si richiedono per l'implementazione di una corretta valutazione della politica infrastrutturale nazionale. Le previsioni elaborate periodicamente dall'IMF, dall'OCSE e dalla Commissione Europea, ad esempio, coprono un periodo temporale che raramente si spinge oltre i due anni. Tuttavia, sia l'OCSE che la Commissione Europea nella loro attività di sorveglianza della politica economica e di bilancio dei diversi Stati, ricorrono al concetto e alla misurazione del prodotto potenziale, definito come quel tasso di crescita che un'economia è in grado di sostenere senza generare tensioni inflazionistiche: con riferimento al medio periodo, la stima dell'andamento della produzione potenziale è utilizzato per determinare il sentiero della crescita considerata "sostenibile"; nel breve periodo, il confronto con il PIL reale effettivo costituisce un indicatore di potenziali pressioni inflazionistiche future.

La metodologia ufficialmente seguita dagli Organismi Internazionali per il calcolo del PIL potenziale si basa sull'analisi di una funzione di produzione del tipo *Cobb-Douglas* a due fattori, lavoro e capitale. Coerentemente a tale impostazione, il prodotto potenziale corrisponde al livello della produzione che si ottiene quando il tasso di utilizzazione del capitale è considerato a livelli "normali", il fattore lavoro (dipendente da fattori legati all'evoluzione demografica e all'evoluzione dei tassi di partecipazione), è impiegato coerentemente con il tasso naturale di disoccupazione ed, infine, la produttività totale dei fattori coincide con quella di lungo periodo (vedi Box. 1).

<sup>17</sup> ad esempio istituti privati come il Global Insight e l'Oxford Economic, che forniscono previsioni delle principali variabili economiche per un arco temporale ventennale per oltre 150 Paesi o il Global growth centres della Deutsche Bank che stima la crescita del PIL per 34 paesi.

---

**Box. 1 - La metodologia utilizzata dalla Commissione Europea per la stima del prodotto potenziale \***

La metodologia di stima adottata dalla CE si basa su una funzione di produzione Cobb-Douglas a due fattori. Analiticamente la ben nota relazione si esprime come segue:

$$Y_t = L_t^a K_t^{(1-a)} TFP_t$$

Tale equazione costituisce la funzione di produzione aggregata, dove (1-a) ed a indicano rispettivamente la quota di prodotto da capitale (K) e da lavoro (L) sul PIL;  $TFP_t$  coincide con la produttività totale dei fattori, e viene calcolata come residuo a partire dalla funzione di produzione stessa. La funzione richiede l'assunzione preliminare di alcune ipotesi restrittive quali la presenza di rendimenti di scala costanti, perfetta sostituibilità tra il fattore lavoro e capitale e neutralità del progresso tecnico.

Il passaggio del PIL effettivo al PIL potenziale richiede la determinazione dei valori potenziali dei fattori capitale e lavoro e della TFP. Per la determinazione della TFP non viene utilizzato nessun particolare modello teorico, ma viene assunta un'evoluzione tendenziale calcolata attraverso l'utilizzo di un filtro Hodrick-Prescott in grado di smussare le componenti cicliche; così come non viene fatta nessuna distinzione fra il valore attuale e potenziale del capitale, in quanto un normale livello di utilizzazione è già assunto nel *trend* della TFP. L'occupazione potenziale viene definita, viceversa, come il livello di occupazione compatibile con una non accelerazione del tasso di crescita dei salari (NAWRU), ed è quindi calcolata come:

$$LP_t = POP_t^w PART_t^T (1-NAWRU_t)$$

Dove  $POP_t^w$  è la popolazione in età lavorativa e  $PART_t^T$  è il *trend* del tasso di partecipazione della forza lavoro (calcolato anche in questo caso attraverso un filtro Hodrick-Prescott). L'occupazione potenziale viene quindi posta in funzione delle dinamiche demografiche e del *trend* di crescita dei tassi di partecipazione della forza lavoro al mercato del lavoro, sotto il vincolo di un tasso di disoccupazione che non acceleri il tasso di crescita dei salari (NAWRU).

In definitiva, una volta stimati il NAWRU e i *trend* di crescita del tasso di partecipazione e della TFP, il prodotto potenziale viene calcolato come:

$$YP_t = (POP_t^w PART_t^T (1-NAWRU_t))^a K_t^{(1-a)} TFP_t^T$$

\* Per una trattazione completa della metodologia utilizzata dalla CE si veda C. Denis, K Mc Marrow e W. Rogers "Production function approach to calculating potential growth and output gaps – estimates for the EU Member States and the US", *European Economy, Economic Papers*, n° 176, September 2002. Per la metodologia utilizzata dall'OCSE si veda Giorno C., P. Richardson, D. Roseveare, P. van den Noord, "Estimating potential output, output gaps and structural budget balances", *OECD Economic Department Working Paper*, n°157, 1995.

Tali metodologie, pur se giustamente criticate a livello teorico<sup>18</sup>, presentano il doppio vantaggio:

- ▶ di essere ufficialmente riconosciute ed utilizzate dai principali Organismi Internazionali;
- ▶ di essere facilmente reperibili; la stima del tasso di crescita potenziale viene, infatti, aggiornato annualmente dalla CE per tutti i paesi europei e ogni due anni dall'OCSE per tutti i paesi membri, e può così essere utilizzato facilmente per futuri aggiustamenti degli scenari previsivi;

Per la loro ufficialità e la loro disponibilità si ritiene quindi che il tasso di crescita potenziale stimato dalla CE e dall'OCSE, possa rappresentare la cornice di riferimento ideale nell'ambito del quale impostare gli scenari di crescita di medio-lungo periodo del valore aggiunto provinciale. Alla base degli scenari di crescita dei traffici merci, elaborati nei paragrafi successivi, si sono pertanto presi a riferimento i tassi di crescita potenziali stimati dalla Commissione Europea<sup>19</sup> e che sono riportati nella tabella seguente:

	<b>Tasso di crescita potenziale</b>		<b>Tasso di crescita potenziale</b>
<b>ITALIA</b>	<b>1.5</b>	Spagna	3.6
Francia	2.3	Belgio	2.2
Paesi Bassi	2.1	Lussemburgo	4.4
Germania	1.4	Svezia	3.0
Regno Unito	2.6	Finlandia	2.9
Irlanda	5.2	Austria	2.2
Danimarca	2.5	Stati Uniti*	3.2
Grecia	3.5	Giappone *	1.6
Portogallo	1.4		

\* per il Giappone e gli Stati Uniti si è fatto riferimento all'OCSE "Economic Outlook", dicembre 2006.  
Fonte: CE - ECFIN, autunno 2006.

#### **6.4 La metodologia utilizzata per la costruzione del modello di stima della crescita economica provinciale**

Il modello messo a punto per la stima della dinamica provinciale del valore aggiunto interpreta la crescita provinciale come il risultato della diversa composizione macrosettoriale della struttura produttiva dei diversi territori. In pratica avremo:

$$y_D = \alpha Q_{ad} + \beta Q_{issp} + \delta Q_{atp} \quad [8]$$

dove:

<sup>18</sup> ad esempio per l'utilizzo nelle funzioni di produzione della nozione del capitale, l'utilizzo di ipotesi di neutralità del progresso tecnico e quindi di rendimenti costanti, la mancata presenza di aggiustamenti del ciclo economico legati all'evoluzione dei tassi di cambio, alla mancata considerazione di limiti all'attività produttiva dovuti alla presenza di vincoli esteri e di sostenibilità dei debiti.

<sup>19</sup> Per i Paesi Europei si è fatto riferimento ai dati dell'European Commission, Directorate general ECFIN, "Cyclical Adjustment of Budget Balances", Autumn 2006.

$Y_p$	Tasso di crescita del valore aggiunto della provincia $p$
$Q_{ap}$	Peso percentuale del valore aggiunto dell'agricoltura sul valore aggiunto complessivo della provincia $p$
$Q_{issp}$	Peso percentuale del valore aggiunto dell'industria in senso stretto sul valore aggiunto complessivo della provincia $p$
$Q_{atp}$	Peso percentuale del valore aggiunto delle altre attività sul valore aggiunto complessivo della provincia $p$
$\alpha$	Tasso di crescita nazionale del settore agricolo
$\beta$	Tasso di crescita nazionale del settore dell'industria in senso stretto
$\delta$	Tasso di crescita nazionale delle altre attività

Con:

$$Y = Y_{p1} + Y_{p2} + \dots + Y_{p103} \quad [9]$$

La somma del valore aggiunto delle diverse province è naturalmente pari al valore aggiunto complessivo dell'intera economia nazionale, il cui tasso di crescita è per ipotesi uguale al tasso di crescita potenziale stimato dalla Commissione Europea. A livello settoriale si è scelto di mantenere costanti le elasticità dei diversi macrosettori rispetto alla crescita del PIL nazionale in linea con quanto evidenziato durante l'ultimo ciclo economico (1993-2002). Il fine è, infatti, quello di impostare scenari di crescita tendenziali dell'economia nazionale che presuppongono, per loro natura, l'invarianza dei comportamenti degli operatori e la prosecuzione degli attuali processi di trasformazione dell'economia nazionale.

L'ipotesi di assumere una la dinamica del valore aggiunto provinciale che sia in funzione della sola composizione macrosettoriale deriva, ancora una volta, dall'esigenza di impostare scenari di lungo periodo come quelli richiesti per l'analisi delle politiche di infrastrutturazione nazionale. L'ampia volatilità che a livello provinciale si registra nella dinamica macrosettoriale ha sconsigliato, infatti, l'adozione di approcci più complessi volti ad individuare *trend* differenti di crescita dei settori a livello provinciale. Ad esempio la ricostruzione di elasticità fra la crescita settoriale provinciale e la crescita nazionale potrebbe risentire di eventi difficilmente replicabili, che, viceversa, se proiettati al futuro nel lungo periodo potrebbero generare forti divaricazione nei sentieri di crescita delle diverse province<sup>20</sup>.

## 6.5 La ricostruzione della matrice O/D dei traffici merci nazionali all'orizzonte di riferimento

Una volta stimata la crescita futura del valore aggiunto settoriale delle differenti province, i nuovi valori sono stati applicati al modello gravitazionale di generazione e distribuzione delle merci illustrato precedentemente. Il modello fornisce una proiezione, all'orizzonte di riferimento dell'analisi, dei traffici nazionali di merci che intercorrono fra le diverse province italiane.

<sup>20</sup> Ad esempio anche l'utilizzo di tecniche volte ad individuare l'evoluzione tendenziale di crescita settoriale delle diverse province attraverso l'uso di un filtro *Hodrick-Prescott* non sarebbe sufficiente per rimuovere dinamiche recenti difficilmente replicabili anche nel prossimo futuro.

In particolare, il flusso di traffico fra la provincia  $i$  e la provincia  $j$  al tempo  $n$  viene ottenuto attraverso l'equazione seguente e successivamente ricalibrato sulla base dei parametri già calcolati nel modello per garantire la corrispondenza delle stime ai risultati effettivi.

$$\text{TON}_{ij(t+n)} = \text{Exp} [\alpha_i + \beta \text{Log}(\text{VA}_j)_{(t+n)} + \gamma \text{Log}(\text{VA I-A}_i)_{(t+n)} - \delta \text{Log}(C_{ij}) + \lambda \text{Port}_i]_{(t+n)} \quad [10]$$

Nel nostro caso, il modello è stato testato su un orizzonte temporale di 10 anni: assumendo una crescita media annua dell'1,5% del valore aggiunto nazionale (pari al tasso del PIL potenziale stimato dalla CE) il modello restituisce una stima dei traffici merce nazionali che dalle 1.421.477 migliaia di tonnellate del 2004 passerebbero alle 1.668.306 migliaia di tonnellate del 2014. Si registrerebbe una crescita dei traffici merci nazionali del 17,4% a fronte di una crescita del valore aggiunto nazionale del 16,1%. L'elasticità stimata fra la crescita degli spostamenti merci e la crescita del PIL nazionale risulta così pari ad 1,08 nel suo complesso.

#### Scenari dei traffici merci nazionali al 2014

	2004	2014
<b>Spostamenti merci (mgl. di tonnellate)</b>	<b>1.421.477</b>	<b>1.668.306</b>
Tasso di crescita medio annuo del valore aggiunto		1,50
Tasso di crescita medio annuo degli spostamenti merci		1,62
<b>Elasticità spostamenti merci / PIL</b>		<b>1,08</b>

## 7. LA RICOSTRUZIONE DEGLI SCENARI EVOLUTIVI DEI TRAFFICI MERCI INTERNAZIONALI A LIVELLO PROVINCIALE

### 7.1 Premessa

Anche in questo caso è bene precisare che il modello di previsione dei flussi di traffico delle merci fra le province italiane e la zonizzazione estera di riferimento costituisce una mera simulazione di possibili scenari evolutivi della domanda e dell'offerta di merce che si fondano su ipotesi di base prese a riferimento dei processi di sviluppo di lungo periodo della struttura produttiva nazionale e dei suoi scambi con l'estero.

Data la stretta correlazione esistente fra i flussi di traffico di merci con l'estero e la dinamica delle esportazioni e delle importazioni nazionali rispetto ai diversi *partner* commerciali, è necessario in primo luogo quantificare la probabile evoluzione futura degli scambi commerciali. Il modello di simulazione che è stato messo a punto ricostruisce una

dinamica degli scambi di tipo tendenziale che, per sua natura, presuppone la prosecuzione degli attuali processi di trasformazione della struttura produttiva italiana.

Il modello di simulazione degli scenari evolutivi dei traffici merci con origine o destinazione le province italiane ricostruisce una stima dei flussi di merce per tutta la seguente zonizzazione estera:

<b>n.</b>	<b>Centroidi</b>	<b>n.</b>	<b>Centroidi</b>
<b>1</b>	Francia	<b>13</b>	Finlandia
<b>2</b>	Paesi Bassi	<b>14</b>	Austria
<b>3</b>	Germania	<b>15</b>	Svizzera
<b>4</b>	Regno Unito	<b>16</b>	Altri paesi europei
<b>5</b>	Irlanda	<b>17</b>	Africa settentrionale
<b>6</b>	Danimarca	<b>18</b>	Altri paesi africani
<b>7</b>	Grecia	<b>19</b>	America settentrionale
<b>8</b>	Portogallo	<b>20</b>	America centro-meridionale
<b>9</b>	Spagna	<b>21</b>	Medio oriente
<b>10</b>	Belgio	<b>22</b>	Asia centrale
<b>11</b>	Lussemburgo	<b>23</b>	Asia orientale
<b>12</b>	Svezia	<b>24</b>	Oceania

In particolare, il modello ricostruisce due distinte matrici di traffico all'orizzonte di riferimento delle analisi:

- ▶ *la prima*, relativa ai traffici merci con origine le province italiane e destinazione i centroidi esteri;
- ▶ *la seconda*, relativa ai traffici merci con destinazione le province italiane e origine i centroidi esteri.

## **7.2 La metodologia utilizzata per la ricostruzione degli scenari evolutivi dei traffici merci internazionali**

La metodologia utilizzata per la ricostruzione dell'evoluzione futura degli scambi commerciali con l'estero si basa sull'assunto che le dinamiche delle esportazioni e delle importazioni rispetto all'evoluzione del prodotto interno lordo nazionale si mantengano in linea con quanto evidenziato nel recente passato. Si è in definitiva ipotizzato che l'elasticità delle esportazioni o delle importazioni rispetto al PIL si mantengano costanti, e rispettivamente:

$$\varepsilon_i = (\Delta \text{exp}_i / \text{exp}_i) / (\Delta \text{Pil} / \text{Pil}) \quad [11]$$

e:

$$\delta_i = (\Delta \text{imp}_i / \text{imp}_i) / (\Delta \text{Pil} / \text{Pil}) \quad [12]$$

I valori di  $\varepsilon_i$  e  $\delta_i$  misurano così la variazione degli scambi nazionali (esportazioni ed importazioni) rispetto ad un centroide estero  $i$  dovuti ad una corrispondente variazione del PIL. Le elasticità dei valori delle esportazioni e delle importazioni rispetto al PIL sono state

---

calcolate su serie storiche depurare dagli effetti legati alle dinamiche cicliche attraverso l'applicazione di un filtro *Hodrick-Prescott* (vedi Box. 2). Tale metodologia è utilizzata anche dalla Commissione Europea per stimare la crescita del PIL potenziale per quei paesi membri (Repubblica Ceca, Ungheria, Polonia, Estonia, ecc.) per i quali la carenza di informazioni statistiche non consente l'applicazione delle metodologie di stima basate sull'uso delle funzioni di produzione. Le serie storiche delle esportazioni e delle importazioni ottenute con il filtro *Hodrick-Prescott* possono così essere interpretate come dinamiche tendenziali ("potenziali") delle esportazioni e delle importazioni nazionali rispetto alle diverse aree estere di riferimento.

### **Box. 2 - Il filtro Hodrick-Prescott**

Il filtro Hodrick-Prescott \* è uno strumento largamente usato in econometria per depurare dalle componenti cicliche le serie storiche e ottenere così il trend di lungo periodo delle serie stesse. Tecnicamente, il filtro Hodrick-Prescott estrae il *trend* ( $y_T$ ) della serie ( $y_t$ ) mediante la minimizzazione della seguente funzione:

$$\min \sum (y_t - y_T)^2 + \lambda \sum ((y_{T+1} - y_T) - (y_T - y_{T-1}))^2$$

il primo termine rappresenta la somma dei quadrati delle deviazioni della serie dal *trend*; il secondo termine è un multiplo (con fattore  $\lambda$ ) della somma dei quadrati delle differenze seconde della componente di *trend* della serie. Il parametro  $\lambda$  rappresenta il peso, o meglio, la penalità attribuita alla variabilità del secondo termine rispetto al primo. Più alto è il valore di  $\lambda$  più alta è la penalità. Hodrick e Prescott mettono in evidenza come per serie annuali  $\lambda$  assuma un valore pari a 100.

\* Hodrick, C. Prescott, "Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation," Journal of Money, Credit, and Banking, 1997.

In particolare, le elasticità delle esportazioni e delle importazioni sono state calcolate, per ogni area di riferimento, sulle serie storiche nazionali dell'ISTAT<sup>21</sup> relative:

- ▶ alle esportazioni ed importazioni espresse in quantità; in questo modo le elasticità forniscono un'indicazione diretta della relazione esistente fra la variazione del PIL e la quantità fisica dei beni scambiati;
- ▶ ai settori della classificazione CPAteco rilevanti per le analisi dei flussi di traffico merci del modello (A - Prodotti dell'agricoltura, della caccia e della silvicoltura, B - Prodotti della pesca e della piscicoltura, D - Prodotti trasformati e manufatti); gli scambi commerciali considerati sono quindi al netto dei volumi relativi ai prodotti petroliferi che rappresentano una tipologia di merce indipendente ed ininfluente per il SYLOG;
- ▶ al periodo 1996-2005, scelto per depurare l'evoluzione degli scambi commerciali dalle componenti legate alla dinamica del tasso di cambio.

A livello provinciale, la stima dei flussi di traffico con l'estero delle diverse province viene ottenuta assumendo un'ipotesi di neutralità dell'evoluzione delle esportazioni ed importazioni provinciali rispetto alle differenti zonizzazioni estere. Si è, infatti, ipotizzato

<sup>21</sup> Cfr. ISTAT "Coeweb - banca dati sul Commercio con l'estero"

che la quota delle esportazioni e delle importazioni di ogni singola provincia rispetto a ciascun centroide estero rimanga costante nel tempo. In pratica avremo:

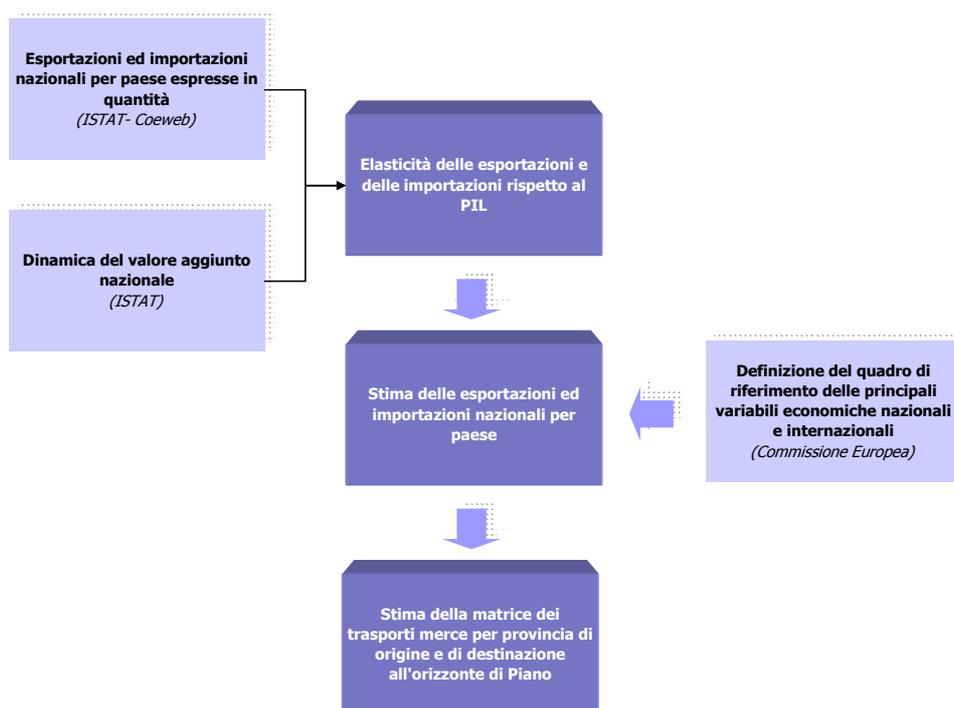
$$X_{pi(t+n)} / X_{toti(t+n)} = X_{pi(t)} / X_{toti(t)} \quad [13]$$

dove:

$X_{pi}$	Quantità esportata od importata dalla provincia $p$ verso o da il centroide estero $i$
$X_{toti}$	Quantità esportata od importata a livello nazionale verso o da il centroide estero $i$

La dinamica di crescita complessiva dei flussi di traffico con l'estero di ogni singola provincia è quindi in relazione alla sola differente composizione geografica degli scambi commerciali.

#### SCHEMA METODOLOGICO UTILIZZATO PER LA RICOSTRUZIONE DELLA MATRICE INTERNAZIONALI DI ORIGINE E DESTINAZIONE DEL TRASPORTO MERCE



Anche in questo caso, la metodologia di tipo economico e statistico messa a punto è stata elaborata con l'intento di consentire un aggiornamento costante della matrice internazionale origine/destinazione e nello stesso tempo di garantire una certa elasticità per la simulazione di diverse ipotesi di scenario.

### 7.3 La ricostruzione della matrice O/D dei traffici merci internazionali all'orizzonte di riferimento

La ricostruzione dei flussi di merce fra una provincia di origine o di destinazione verso o da un centroide estero viene ottenuta all'interno del modello attraverso le seguenti equazioni:

- 1) per i flussi di merce con origine la provincia  $i$  e destinazione il centroide estero  $j$  al tempo  $n$

$$\text{TON}_{ij(t+n)} = Q_{ij(t)} * (X_{j(t)} * (1 + (\epsilon_j * y))^n) \quad [14]$$

- 2) per i flussi di merce con destinazione la provincia  $i$  e origine il centroide estero  $j$  al tempo  $n$

$$\text{TON}_{ij(t+n)} = P_{ij(t)} * (M_{j(t)} * (1 + (\delta_j * y))^n) \quad [15]$$

dove:

$Q_{ij}$	Quota dei flussi di traffico della provincia $i$ verso il centroide $j$ sul totale nazionale
$P_{ij}$	Quota dei flussi di traffico verso la provincia $i$ dal centroide $j$ sul totale nazionale
$X_j$	Flussi di traffico nazionali espressi in tonnellate verso il centroide $j$
$M_j$	Flussi di traffico nazionali espressi in tonnellate dal centroide $j$
$y_n$	Tasso di crescita del valore aggiunto nazionale
$\epsilon_j, \delta_j$	Elasticità dei traffici rispetto alla crescita nazionale

Anche in questo caso, il modello è stato testato su un orizzonte temporale di 10 anni: data una crescita media annua dell'1,5% del valore aggiunto nazionale (il PIL potenziale stimato dalla CE), i flussi di traffico complessivi verso l'estero passerebbero dalle 75.063 migliaia di tonnellate del 2004 alle 101.824 migliaia di tonnellate del 2014. I flussi di merci con destinazione il territorio nazionale l'estero passerebbero dalle 164.336 migliaia di tonnellate del 2004 alle 208.536 migliaia di tonnellate del 2014. Si registrerebbe così una crescita dei traffici merci internazionali del 36% e del 27% rispettivamente per le merci in entrata ed in uscita dal territorio nazionale, a fronte di una crescita del valore aggiunto nazionale del 16,1%, con una elasticità fra la crescita degli spostamenti merci e la crescita del PIL nazionale pari a 2,06 e 1,61.

#### Scenari dei traffici merci internazionali al 2014

	2004	2014
<b>Spostamenti merci verso l'estero (mgl. di tonnellate)</b>	<b>75.063</b>	<b>101.824</b>
<b>Spostamenti merci dall'estero (mgl. di tonnellate)</b>	<b>164.336</b>	<b>208.536</b>
Tasso di crescita medio annuo del valore aggiunto		1,50
Tasso di crescita medio annuo degli spostamenti merci verso l'estero		3,10

---

Tasso di crescita medio annuo degli spostamenti merci dall'estero	2,41
<b>Elasticità degli spostamenti merci verso l'estero rispetto al PIL</b>	<b>2,06</b>
<b>Elasticità degli spostamenti merci dall'estero rispetto al PIL</b>	<b>1,61</b>

---

## 8. Considerazioni conclusive

L'intensità e le caratteristiche dei cambiamenti che hanno interessato - e interesseranno - l'economia internazionale, hanno riproposto negli ultimi anni il tema centrale delle politiche per la competitività e più in generale l'esigenza di un ripensamento del modello di sviluppo che caratterizza l'economia italiana. I punti deboli dell'economia nazionale sono noti da tempo e riconducibili ad alcune caratteristiche modificabili solo attraverso processi di medio-lungo periodo. Tra questi, accanto allo sfavorevole orientamento settoriale, al "nanismo" imprenditoriale, all'inefficienza della P.A. ed al persistere di forti divari territoriali, la scarsa dotazione infrastrutturale, materiale ed immateriale, costituisce indubbiamente uno dei principali ostacoli strutturali alla valorizzazione del potenziale di crescita economica del nostro Paese.

L'identificazione di un sistema di priorità e di coerenze per le politiche infrastrutturali in un'ottica di lungo periodo, richiede tuttavia un corrispondente quadro delle conoscenze che - almeno nel caso del trasporto merci - non sembra allo stato attuale disponibile, come dimostra d'altro canto l'assenza di una adeguata pianificazione generale del settore. Si tratta nondimeno di strumenti imprescindibili se si vogliono impostare politiche infrastrutturali e di sviluppo territoriale in grado di favorire un recupero di competitività del tessuto produttivo italiano.

In questo quadro, lo scopo limitato del presente contributo era quello di condividere lo sforzo realizzato - nell'ambito dei modelli sviluppati dall'ENEA per la simulazione e valutazione di scenari di intervento sul sistema del trasporto merci multimodale - nel mettere a sistema il patrimonio informativo comunemente disponibile con i dati statistici offerti dalle principali fonti statistiche sistematiche esistenti. Come si è visto si tratta di un approccio complesso ma non particolarmente sofisticato e quindi largamente riproducibile e utilizzabile nell'ambito della comunità scientifica e della ricerca applicata.

Su questa base, le prime applicazioni condotte attraverso la costruzione di scenari di crescita dell'economia italiana, nonché la valutazione delle loro potenziali conseguenze sui flussi di interscambio delle merci nel nostro Paese, mostrano chiaramente l'importanza di fondare le grandi scelte infrastrutturali sulla costruzione di scenari di alternativi sviluppo economico territoriale e l'implementazione di modelli di simulazione.

E' naturalmente sempre difficile ricostruire degli scenari di lungo periodo in grado di prevedere quali possano essere i futuri sviluppi dell'economia nazionale. Nel modello utilizzato sono state introdotte come esogene le prospettive di crescita mondiale identificate per il medio-lungo periodo nei (pochissimi) studi condotti a tale scopo a livello internazionale. Su questa base, nonché attraverso l'elaborazione di uno specifico scenario per l'economia italiana, sono state valutate le ricadute sia di tipo macro-settoriale che più specificamente territoriale sul sistema del trasporto merci italiano.

---

Per quanto si tratti di un esercizio con inevitabili margini di approssimazione, nello scenario elaborato - di tipo strettamente tendenziale - i risultati delle simulazioni evidenziano come, all'interno di un quadro di crescita modesta che continuerebbe ad interessare l'economia italiana, si assisterebbe ad un'ulteriore accelerazione nella crescita della domanda di trasporto merci sia interna (+1,6% annuo) che soprattutto internazionale (3,1% annuo nel caso delle esportazioni). Considerato lo stato attuale delle infrastrutture nel nostro Paese, è evidente come la semplice prosecuzione delle attuali dinamiche - peraltro insufficienti dal punto di vista economico - non risulterebbe in ogni caso sostenibile.