

Tullio Gregori
Università degli Studi di Trieste,

Un'analisi dell'impatto dei costi del trasporto sulla produzione italiana

Sommario

L'obiettivo di questo lavoro è lo studio degli effetti sul sistema produttivo italiano di una variazione dei costi del trasporto. A questo proposito consideriamo un modello di equilibrio parziale a più nazioni basato sull'approccio di Johansen, che endogenizza solo il lato dell'offerta. Ciò permette di analizzare gli effetti sia sulle variabili nominali sia su quelle reali dovuti ad un miglioramento delle infrastrutture di trasporto nazionali e con l'estero. Il modello è applicato ad un sistema a tre aree geografiche formate dall'Italia, dall'insieme dei più importanti paesi europei e dal resto del mondo. L'analisi quantitativa permette di valutare le variazioni nei prezzi, prodotto e flussi commerciali in seguito a delle modificazioni nei costi del trasporto nelle e tra le tre aree geografiche.

Keywords: Computable General Equilibrium, Johansen model, Transport costs

JEL: R40

1 Introduzione

In questo lavoro analizziamo le conseguenze sulla produzione di una variazione del costo del trasporto dovuti alla creazione di nuove infrastrutture o al cambiamento dei prezzi dei fattori produttivi, come quello del petrolio. In letteratura esistono numerosi approcci affrontano questo problema con analisi che spaziano da quelle di tipo qualitativo a quelle costi e benefici sino a stime econometriche di forme ridotte o funzioni aggregate (Mera, 1973, Aschauer, 1989; Nadiri e Mamuneas, 1996; Demetriades e Mamuneas, 2000; Canning, 1999; Canning e Bennathan, 2000; Anderson e Lakshmanan, 2007; Lakshmanan, 2011). In realtà, questi effetti possono essere valutati correttamente solo sulla base di un approccio che mette in evidenza le complesse interrelazioni tra il sistema economico e quello dei trasporti. Le prime formulazioni a più settori assumono che il valore del trasporto sia del tipo iceberg (Samuelson, 1954), ma questa ipotesi può produrre dei rilevanti problemi di specificazione nei modelli multisettoriali (Oosterhaven e Knaap, 2003; Tavasszy *et al.*, 2002). Infatti, l'approccio *à la iceberg* ipotizza che il trasporto sia ottenuto esattamente nella stessa maniera del bene trasportato, visto che il costo relativo è una quota dello stesso bene. Questa ipotesi è ragionevole in un'impostazione macro dove c'è un'unica funzione di produzione, ma non ha molto senso in un modello multisettoriale. Inoltre, un minor costo del trasporto implica che i trasportatori possono contrarre l'output, pur soddisfacendo la stessa domanda, ed il consumo può crescere senza ulteriore produzione. Addirittura si possono avere risultati perversi con riduzioni del costo che aumentano la domanda, ma diminuiscono l'output poiché il bene che arriva a destinazione è una quota maggiore. In questo contesto appare più opportuno descrivere l'interazione tra domanda ed offerta di trasporto nell'ambito di un modello di equilibrio economico generale computabile (CGE) evidenziando *"the effects of such changes (that) can, at least in principle, be traced through the whole system, with full account taken of interdependencies that exist"* (Spencer, 1988). I primi modelli in questa direzione sono quelli multiregionali di tipo Input Output (Isard, 1951; Chenery, 1953; Moses, 1955) che includono uno o più settori dei trasporti, ma adottano delle ipotesi particolarmente restrittive sulla tecnologia. Al contrario i modelli CGE multiregionali si basano sull'idea che la domanda di trasporto è una domanda derivata spesso per beni geograficamente differenziati (Friesz, Suo e Westin, 1998; Bröcker e Mercenier, 2013; Chen e Haynes, 2015). I modelli CGE costituiscono un approccio coerente con solide microfondazioni e permettono lo studio dell'interazione tra i diversi agenti economici mettendo in luce gli effetti complessivi, ed in particolare sul benessere, degli shock esogeni. Tuttavia, richiedono uno sforzo notevole per la loro calibrazione e sono criticabili per la mancanza di una verifica completa della sensitività rispetto all'insieme, invero ampio, dei parametri. Un specificazione che si colloca tra i modelli CGE e quelli Input Output si basa sul

famoso contributo di Johansen (1960). Si tratta di un modello che può essere interpretato come un'approssimazione lineare ad una soluzione di equilibrio generale ovvero, più correttamente, basato sulla teoria della produzione con funzioni di tipo Cobb Douglas. Questo modello è stato applicato anche in ambito multiregionale tra gli altri da Dixon *et al.* (1982) e Morgan *et al.* (1989). Qui presentiamo un'estensione dovuta a Roson (1991), che adatta il modello di Liew and Liew (1984a,b, 1988), introducendo delle funzioni di produzione del tipo CES. In questo approccio le domande di beni intermedi dipendono anche dai prezzi relativi, oltre che dal costo del trasporto, superando uno dei limiti principali dei primi modelli interregionali à la Isard e Moses. Non a caso lo stesso Moses (1955) ha evidenziato che sono numerosi i fattori che possono modificare i coefficienti di scambio tra le diverse aree geografiche. Nella prossima sezione introduciamo questa variante del modello di Liew-Liew che considera però solo il lato della produzione. Si tratta di un approccio di equilibrio parziale multisetoriale che trascurava volutamente la parte riguardante la domanda di beni di consumo delle famiglie e della Pubblica Amministrazione perché vuole mettere in evidenza il ruolo dell'elasticità di sostituzione tecnica nella determinazione delle variazioni dell'output in seguito ad una modificazione del prezzo dei beni trasportati. Infatti, il modello è applicato ad un sistema formato da tre sistemi economici. In primo luogo consideriamo l'economia italiana, quindi un gruppo di paesi europei che coincide sostanzialmente con l'area iniziale dell'euro e quindi il resto del mondo. Utilizzando il database WIOD analizziamo le conseguenze sulla produzione italiana facendo variare l'elasticità di sostituzione, che è il parametro chiave di questo approccio.

2. Un modello di equilibrio economico parziale

In questa sezione prendiamo in esame l'approccio multisetoriale dei modelli multiregionali introdotto da Liew e Liew (1984a,b, 1985, 1988, 1992) ed ampliato da Roson (1991), Gregori (2000) e gli stessi Liew e Liew (2002). Adottiamo la specificazione descritta da questi ultimi, assumendo che ogni prodotto realizzato nel settore j -esimo del paese r sia ottenuto combinando beni intermedi, lavoro e capitale mediante una funzione di produzione omogenea del tipo CES:

$$(x_j^r)^{-\rho_j^r} = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}^{sr} (x_{ij}^{sr})^{-\rho_j^r} + \gamma_j^r (L_j^r)^{-\rho_j^r} + \delta_j^r (K_j^r)^{-\rho_j^r} \quad (2.1)$$

che soddisfa la condizione di omogeneità:

$$\sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}^{sr} + \gamma_j^r + \delta_j^r = 1 \quad (2.2)$$

con:

x_j^r quantità dell' j -esimo output prodotto nella nazione r ,

x_{ij}^{sr} quantità dell' i -esimo bene intermedio prodotto nella nazione s ed acquisito dall'industria j localizzata nella nazione r ,

L_j^r servizi da lavoro utilizzati dall'industria j della nazione r ,

K_j^r servizi da capitale utilizzati dall'industria j della nazione r ,

ed in cui si è fatto uso dell'ipotesi di Armington per differenziare i beni prodotti nei diversi paesi. Queste ipotesi ci permettono di impostare il problema di massimo per ogni settore:

$$\text{Max}_{x_j^r} \quad \Pi_j^r = p_j^r x_j^r - \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n p_{ij}^{sr} x_{ij}^{sr} - \omega_j^r L_j^r - v_j^r K_j^r \quad (2.2)$$

$$\text{c. v.} \quad x_j^r = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ij}^{sr} + \sum_{s=1}^m f_j^{rs} \quad j = 1, \dots, n; \quad r = 1, \dots, m \quad (2.3)$$

dove:

p_j^r è il prezzo dell' j -esimo output prodotto nella nazione r ,

p_{ij}^{sr} è il prezzo dell' i -esimo output prodotto in s e comprato dal settore j della nazione r ,

ω_j^r è il salario unitario pagato dal settore j della nazione r ,

v_j^r è il costo per unità di capitale pagato dal settore j della nazione r ,

f_j^{rs} è la domanda finale dell' j -esimo bene prodotto in r e comprato dalla nazione s .

La soluzione del modello è data dalla domanda di beni intermedi e fattori produttivi che, per il j -esimo settore produttivo del paese r , è:

$$x_{ij}^{sr} = \left(\alpha_{ij}^{sr} \frac{p_j^r}{p_{ij}^{sr}} \right)^{\sigma_j^r} x_j^r \quad (2.4)$$

$$L_j^r = \left(\gamma_j^r \frac{p_j^r}{\omega_j^r} \right)^{\sigma_j^r} x_j^r \quad (2.5)$$

$$K_j^r = \left(\delta_j^r \frac{p_j^r}{v_j^r} \right)^{\sigma_j^r} x_j^r \quad (2.6)$$

ove $\sigma_j^r = (1 + \rho_j^r)^{-1}$ è l'elasticità di sostituzione. Alle domande di beni intermedi, capitale e lavoro dobbiamo aggiungere il sistema delle funzioni d'offerta:

$$(p_j^r)^{\lambda_j^r} = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n (\alpha_{ij}^{sr})^{\sigma_j^r} (p_{ij}^{sr})^{\lambda_j^r} + (\omega_j^r)^{\sigma_j^r} (L_j^r)^{\lambda_j^r} + (v_j^r)^{\sigma_j^r} (K_j^r)^{\lambda_j^r} \quad (2.7)$$

con $\lambda_j^r = \rho_j^r / (1 + \rho_j^r) = 1 - \sigma_j^r$.

Ipotizziamo inoltre che non vi sia nessuna discriminazione di prezzo nei mercati nazionali, per cui si paga lo stesso ammontare per ogni unità del bene i -esimo e vale la:

$$p_{ij}^{sr} = p_i^r \quad j = 1, \dots, n, \quad s = 1, \dots, m. \quad (2.8)$$

Inoltre, seguendo Liew-Liew (1984a,b), assumiamo che il costo di trasporto unitario del bene i -esimo dal paese s a quello r , che indichiamo con η_i^{sr} , sia una quota di quello in s :

$$\eta_i^{sr} = \mu_i^{sr} p_i^s. \quad (2.9)$$

In questo contesto, il prezzo d'acquisto d'equilibrio è dato dalla:

$$p_{ij}^{sr} = p_i^s + \eta_i^{sr} = (1 + \mu_i^{sr}) p_i^s = c_i^{sr} p_i^s \quad i, j = 1, \dots, n; r, s = 1, \dots, m \quad (2.10)$$

dove $c_i^{sr} > 1$ può essere definito come il costo del fattore trasporto. Questo modo di procedere può essere criticato per le ipotesi alquanto restrittive sulla forma funzionale adottata, sulla forma di mercato e sulle modalità di fissazione del prezzo del trasporto. Tuttavia, questo approccio ha il notevole vantaggio di restringere il numero delle variabili endogene da $(nm)^2$ a sole nm e quello di mantenere la forma lineare *à la* Johansen. Infatti, il sistema dei prezzi può essere riscritto come:

$$(p_j^r)^{\lambda_j^r} = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n (\alpha_{ij}^{sr})^{\sigma_j^r} (c_i^{sr} p_i^s)^{\lambda_j^r} + (\gamma_j^r)^{\sigma_j^r} (\omega_j^r)^{\lambda_j^r} + (\delta_j^r)^{\sigma_j^r} (v_j^r)^{\lambda_j^r} \quad (2.11)$$

ed espresso in forma compatta:

$$\mathbf{p}^\lambda = \mathbf{H}\mathbf{p}^\lambda + \hat{\boldsymbol{\gamma}} \boldsymbol{\omega} + \hat{\boldsymbol{\delta}} \mathbf{v} \quad (2.12)$$

dove \mathbf{p}^λ è un vettore con nm componenti date da $(p_j^r)^{\lambda_j^r}$, \mathbf{H} è una matrice di dimensione (nm, nm) composta da $(\alpha_{ij}^{sr})^{\sigma_j^r} (c_i^{sr})^{\lambda_j^r}$, $\hat{\boldsymbol{\gamma}}$ e $\hat{\boldsymbol{\delta}}$ sono matrici diagonali con parametri $(\gamma_j^r)^{\sigma_j^r}, (\delta_j^r)^{\sigma_j^r}$ sulla diagonale principale. Se $(\mathbf{I} - \mathbf{H})$ è invertibile il sistema dei prezzi (2.12) può essere calcolato opportunamente, anche se non è possibile discernere facilmente gli effetti di una variazione dei costi di trasporto insiti in \mathbf{H} . Il sistema (2.12) risulta molto più semplice da calcolare se ipotizziamo che le funzioni di produzione di tutti i settori di tutti i paesi siano caratterizzati dalla stessa elasticità di sostituzione $\sigma = (1 + \rho_j^r)^{-1} \forall i, r$, come ipotizzato da Roson (1991). In questo caso è opportuno riparametrizzare il modello con $\alpha_{ij}^{sr} = (\tilde{\alpha}_{ij}^{sr})^{-\rho}$, $\gamma_j^r = (\tilde{\gamma}_j^r)^{-\rho}$, $\delta_j^r = (\tilde{\delta}_j^r)^{-\rho}$ in modo tale da poter riscrivere le equazioni dei prezzi:

$$(p_j^r)^\lambda = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \left(\frac{c_i^{sr} p_i^s}{\tilde{\alpha}_{ij}^{sr}} \right)^\lambda + \left(\frac{\omega_j^r}{\tilde{\gamma}} \right)^\lambda + \left(\frac{v_j^r}{\tilde{\delta}} \right)^\lambda, \quad (2.13)$$

la cui soluzione è immediata nel caso di funzioni di produzione Cobb Douglas con elasticità di sostituzione unitaria ($\sigma \rightarrow 1, \lambda \rightarrow 0$):

$$\ln p_j^r = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}^{sr} \ln(c_i^{sr} p_i^s) + \gamma_j^r \ln \omega_j^r + \delta_j^r \ln v_j^r, \quad (2.14)$$

che può essere espresso in forma lineare:

$$\ln \mathbf{p} = (\mathbf{I} - \mathbf{S})^{-1} (\mathbf{W} \ln \mathbf{c} + \hat{\boldsymbol{\gamma}} \ln \boldsymbol{\omega} + \hat{\boldsymbol{\delta}} \ln \mathbf{v}) \quad (2.15)$$

con

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} \alpha^{11} & \dots & \alpha^{m1} \\ \vdots & \alpha^{sr} & \vdots \\ \alpha^{1m} & \dots & \alpha^{mm} \end{bmatrix}; \quad \alpha^{sr} = \begin{bmatrix} \alpha_{11}^{sr} & \dots & \alpha_{n1}^{sr} \\ \vdots & \alpha_{ij}^{sr} & \vdots \\ \alpha_{1n}^{sr} & \dots & \alpha_{nn}^{sr} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} \mathbf{W}^1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \mathbf{W}^m \end{bmatrix}; \quad \mathbf{W}^r = \begin{bmatrix} \alpha_{11}^{1r} & \dots & \alpha_{n1}^{1r} \dots \alpha_{11}^{mr} & \dots & \alpha_{n1}^{mr} \\ \vdots & & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{1n}^{1r} & \dots & \alpha_{nn}^{1r} \dots \alpha_{1n}^{mr} & \dots & \alpha_{nn}^{mr} \end{bmatrix}$$

ove \mathbf{S} è una matrice di dimensione $(nm \times nm)$ costituita a blocchi di α^{sr} . Analogamente \mathbf{W} è una matrice di dimensione $(nm \times nm^2)$ a blocchi di \mathbf{W}^r lungo la diagonale principale. Inoltre, $(\mathbf{I} - \mathbf{S})^{-1}\hat{\boldsymbol{\gamma}}$ è la matrice (diagonale) delle elasticità dei prezzi rispetto al costo del lavoro e $(\mathbf{I} - \mathbf{S})^{-1}\hat{\boldsymbol{\delta}}$ del capitale. Poiché $\ln c$ misura la variazione percentuale dei prezzi del costo del trasporto dei (n) beni tra gli (m) paesi è evidente che il prodotto $(\mathbf{I} - \mathbf{S})^{-1}\mathbf{W}$ è la matrice delle elasticità dei prezzi rispetto al costo del trasporto. Il sistema lineare con funzioni di produzione Cobb Douglas è stato introdotto da Johansen (1960) ed è stato applicato al sistema dei trasporti multiregionale da Liew e Liew, (1984a e b). In realtà, seguendo Roson (1991), possiamo utilizzare la (2.13) per valutare l'effetto di una variazione del margine del trasporto poiché:

$$d(p_j^r)^\lambda = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \left(\frac{c_i^{sr}}{\bar{\alpha}_{ij}^{sr}} \right)^\lambda d(p_i^s)^\lambda + \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \left(\frac{p_i^s}{\bar{\alpha}_{ij}^{sr}} \right)^\lambda \frac{d(c_i^{sr})^\lambda}{(c_i^{sr})^\lambda}. \quad (2.16)$$

Se facciamo uso delle condizioni relative al semplice unitario ($p_j^r = 1, \forall i, j$) adottato nella calibrazione relativa all'anno base abbiamo che le quote del prodotto nell'anno base sono pari a $\bar{a}_{ij}^{sr} = (c_i^{sr})^\sigma (\bar{\alpha}_{ij}^{sr})^\lambda$, per cui:

$$d(p_j^r)^\lambda = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \bar{a}_{ij}^{sr} c_i^{sr} d(p_i^s)^\lambda + \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \bar{a}_{ij}^{sr} c_i^{sr} \frac{d(c_i^{sr})^\lambda}{(c_i^{sr})^\lambda},$$

e quindi

$$\ln p_j^r = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \bar{a}_{ij}^{sr} c_i^{sr} \ln(p_i^s) + \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \bar{a}_{ij}^{sr} c_i^{sr} \ln(c_i^{sr}), \quad (2.17)$$

visto che $dp^\lambda = dp^\lambda/p^\lambda = d \ln p^\lambda = \lambda d \ln p$ e $dc^\lambda/c^\lambda = \lambda d \ln c$ ed è possibile eliminare il parametro relativo all'elasticità. In conclusione vale il sistema lineare:

$$\ln \mathbf{p} = (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{S}})^{-1} \bar{\mathbf{W}} \ln \mathbf{c} \quad (2.18)$$

con

$$\bar{\mathbf{S}} = \begin{bmatrix} \bar{\alpha}_c^{11} & \dots & \bar{\alpha}_c^{m1} \\ \vdots & \bar{\alpha}_c^{sr} & \vdots \\ \bar{\alpha}_c^{1m} & \dots & \bar{\alpha}_c^{mm} \end{bmatrix}; \quad \bar{\alpha}_c^{sr} = \begin{bmatrix} \bar{a}_{11}^{sr} c_1^{sr} & \dots & \bar{a}_{n1}^{sr} c_n^{sr} \\ \vdots & \bar{a}_{ij}^{sr} c_i^{sr} & \vdots \\ \bar{a}_{1n}^{sr} c_1^{sr} & \dots & \bar{a}_{nn}^{sr} c_n^{sr} \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} \mathbf{W}^1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \mathbf{W}^m \end{bmatrix}; \quad \mathbf{W}^r = \begin{bmatrix} \bar{a}_{11}^{1r} c_1^{1r} & \dots & \bar{a}_{n1}^{1r} c_n^{1r} & \dots & \bar{a}_{11}^{mr} c_1^{mr} & \dots & \bar{a}_{n1}^{mr} c_n^{mr} \\ \vdots & & \vdots & \dots & \vdots & & \vdots \\ \bar{a}_{1n}^{1r} c_n^{1r} & \dots & \bar{a}_{nn}^{1r} c_n^{1r} & \dots & \bar{a}_{1n}^{mr} c_n^{mr} & \dots & \bar{a}_{nn}^{mr} c_n^{mr} \end{bmatrix}.$$

In questo modo, avendo determinato i costi del trasporto iniziale, possiamo vedere gli effetti di una loro successiva variazione. Roson suggerisce che “*it may be reasonable to approximate $\bar{a}_{ij}^{sr} c_i^{sr}$ parameters simply by ordinary input output coefficients estimated by a base-year table. This in order to avoid the estimation of all the transport margins, which can be expensive*” (Roson, 1991, p. 113). Ad ogni modo, avendo determinato la variazione dei prezzi è immediato calcolare quella delle quantità. Queste sono date dalla domanda, in quanto valgono i vincoli di bilancio dei singoli mercati:

$$x_j^r = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ij}^{sr} + \sum_{s=1}^m f_j^{rs} \quad j = 1, \dots, n; \quad r = 1, \dots, m \quad (2.3)$$

dove il prodotto dell’ i -esimo settore della nazione s deve essere pari alla domanda totale data dalla somma di quella intermedia e finale proveniente da tutti i paesi. Il nostro modello non è di equilibrio economico generale e mantiene esogena la domanda finale. Il motivo di questa scelta è già stato spiegato nell’introduzione, in quanto in questa sede vogliamo studiare nel dettaglio i meccanismi di propagazione dei prezzi dal lato dell’offerta. A questo punto non seguiamo l’impostazione di Liew-Liew (1984a,b) che utilizzano l’ipotesi di Moses (1955) per semplificare l’analisi dei *trade coefficients*, in quanto in questo modo si impongono delle restrizioni non accettabili (Gregori, 2000). È piuttosto preferibile utilizzare l’impostazione tradizionale:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Ax} + \mathbf{f} \quad (2.19)$$

ove \mathbf{A} è la matrice dei coefficienti tecnici che dipendono dai prezzi e \mathbf{f} è il vettore della domanda finale. La soluzione della (2.17) è quella usuale Leonteffiana:

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{f} \quad (2.20)$$

che può essere utilizzata per ottenere la variazione della produzione:

$$d\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}d\mathbf{f} + (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}d(\mathbf{A})\mathbf{x}, \quad (2.21)$$

da cui si derivano gli effetti di sostituzione tecnica e spaziale. Se ci soffermiamo solo sulla variazione indotta dal cambiamento del costo del trasporto il primo addendo della (2.21) è nullo, mentre la variazione dei coefficienti della matrice del secondo sono dati da:

$$\partial \ln a_{ij}^{sr} = \sigma (\partial \ln p_j^r - \partial \ln c_i^{sr} - \partial \ln p_i^s) \quad (2.22)$$

con funzioni di produzione CES ad elasticità comune, ovvero:

$$a_{ij}^{sr} = \left[\frac{(\alpha_{ij}^{sr})^{\frac{1}{\sigma}} p_j^r}{c_i^{sr} p_j^s} \right]^{\sigma} \quad (2.22bis)$$

che, nel caso di funzioni Cobb Douglas, si riduce a

$$a_{ij}^{sr} = \frac{\alpha_{ij}^{sr} p_j^r}{c_i^{sr} p_j^s}. \quad (2.23)$$

3 Database ed analisi d'impatto

I dati utilizzati nell'analisi sono tratti dal World Input Output Database (WIOD, Timmer *et al.* 2015), che fornisce una serie storica di tavole Input Output (WIOT) dal 1995 al 2011 sia a prezzi correnti sia a prezzi dell'anno precedente per 40 paesi più il resto del mondo. Questo progetto ha preso spunto dal Global Trade Analysis Project (GTAP) spostando il focus sulle transazioni intersettoriali esplicitate nelle matrici Input Output (Trefler e Zhu, 2010; Johnson e Noguera, 2012; Koopman et al., 2014). Da un punto di vista statistico il sistema WIOT è una combinazione di tavole IO nazionali in cui l'utilizzo dei prodotti è suddiviso sulla base della loro origine a livello intermedio e finale. L'utilizzo combinato delle informazioni relative alle transazioni nazionali ed internazionali offre la possibilità di analizzare nel dettaglio la catena della formazione del valore su scala mondiale detta *Global Supply Chain* (Baldwin e Lopez-Gonzales, 2013; Timmer *et al.*, 2013; Los *et al.*, 2015) nonché il contenuto di valore aggiunto nazionale delle esportazioni sulla scia del fondamentale contributo di Hummels *et al.* (2001) (vedi anche Wang *et al.*, 2013; Koopman *et al.*, 2014; Johnson, 2014). Le matrici Input Output sono derivate da un set di tavole delle risorse ed impieghi (*Supply and Use Matrix*) sulla cui base è stato implementato l'approccio alla Leontieff, che prevede la corrispondenza biunivoca tra prodotti ed industrie. Il WIOT è stato costruito utilizzando la regola delle "fixed product sales", che ipotizza che ogni prodotto ha una sua specifica struttura di beni utilizzati

indipendentemente dall'industria che l'ha effettivamente prodotto. Si tratta di un'ipotesi discutibile (Miller e Balir, 2001), ma necessaria per passare da un sistema di tavole rettangolari per prodotti/industrie, con 59 prodotti e 35 industrie basate su CPA, NACE rev. 1 (ISIC rev. 2), a quelle simmetriche. Ovviamente anche il processo di armonizzazione dei dati non è affatto facile e, nell'ultima revisione, si considera un insieme di 35 settori classificati secondo ISIC rev. 3. Questo sistema trova anche una buona corrispondenza con EUKLEMS, da cui si possono trarre importanti informazioni sull'utilizzo dei fattori primari, con l'eccezione proprio dei settori del trasporto. La classificazione dei tre settori del trasporto indagati è quella tradizionale e comprende: servizi di trasporto terrestre e di trasporto mediante condotte, servizi di trasporto marittimo e per vie d'acqua ed infine quelli aerei.

Naturalmente in questo contesto mondiale sono proprio i flussi commerciali tra i diversi paesi che assumono una rilevanza particolare. I dati utilizzati per i beni sono quelli dell'UN COMTRADE database con una classificazione a HS6-digit. Queste ampie categorie sono state successivamente aggregate per corrispondere alla classificazione adottata, mentre per i servizi sono stati utilizzati dati da fonti disparate ove disponibili. La chiusura del modello riguarda il 41esimo paese ovvero il Resto del Mondo (RdM). Innanzitutto, vogliamo sottolineare il fatto che, per essendo un'entità importante, pesa solo per circa il 15% del valore aggiunto mondiale. Quindi gran parte del prodotto è realizzato nei 40 paesi sotto indagine. Tuttavia il Resto del Mondo assume un ruolo fondamentale nello scambio commerciale e proprio nei settori dei trasporti. Infatti, le esportazioni a questa regione da parte di ogni nazione e settore industriale sono definite in modo residuale per garantire la coerenza dei conti, in modo tale che le esportazioni verso tutti i paesi (incluso il RdM) sono esattamente eguali a quelle riportate nella matrici dell'assorbimento. Questi flussi sono stati anche ritoccati dalla procedura RAS di bilanciamento delle tavole, per cui *“UN COMTRADE data are not necessarily maintained in all cases”* (Timmer *et al.*, 2015, p. 26).

In conclusione, ogni tavola Input Output comprende 41 sistemi economici formati da 40 paesi e 35 settori industriali nonché 5 componenti della domanda finale (Consumi delle famiglie, Consumi delle organizzazioni non-profit, Consumi della Pubblica Amministrazione, Investimenti fissi lordi, Variazione delle scorte ed oggetti di valore) ed alcune righe relative ad aggiustamenti del valore aggiunto per un totale di 1443 righe e 1641 colonne. La matrice Input Output complessiva ha dimensione (1435x1435). I flussi sono espressi in dollari americano utilizzando tassi di cambio correnti con gli evidenti limiti dovuti al non aver adottato i prezzi legati alla Parità dei Poteri d'acquisto. Questo potrebbe essere un problema notevole per alcune analisi, come la valutazione delle Global Supply Chains, ma ha un rilevanza minore nella nostra

analisi d'impatto dove i parametri chiave sono dati dalla quote di spesa. Nelle tavole 1 e 2 presentiamo gli effetti sulla produzione italiana dovuti ad una diminuzione del costo del trasporto italiano in alcuni anni. In particolare, nella prima mostriamo le variazioni percentuali nella produzione settoriale ed in quella totale generate da una riduzione del costo del trasporto delle merci sul suolo nazionale pari al 10%. Invece, nella seconda, sono riportate le variazioni percentuali della produzione settoriale e nazionale in seguito ad un minore costo, sempre pari al 10%, del trasporto delle merci da e per l'Italia, ma senza nessuna variazione per quanto concerne i flussi interni. In ambedue i casi abbiamo ipotizzato che la tecnologia sia ovunque del tipo Cobb Douglas, come nell'impostazione standard *à la* Liew e Liew.

	1995	2000	2005	2011
Totale	8.19%	8.81%	9.02%	8.13%
1 Agriculture, Hunting, Forestry and Fishing	8.67%	8.14%	7.65%	7.61%
2 Mining and Quarrying	17.23%	16.24%	20.34%	17.81%
3 Food, Beverages and Tobacco	7.74%	8.23%	7.96%	7.49%
4 Textiles and Textile Products	7.49%	7.27%	7.20%	6.15%
5 Leather, Leather and Footwear	6.86%	7.83%	7.61%	6.12%
6 Wood and Products of Wood and Cork	15.86%	16.67%	16.22%	14.91%
7 Pulp, Paper, Paper, Printing and Publishing	14.15%	15.50%	15.84%	14.35%
8 Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel	8.00%	6.39%	5.68%	4.09%
9 Chemicals and Chemical Products	11.13%	10.72%	10.51%	9.25%
10 Rubber and Plastics	12.90%	13.42%	13.05%	11.30%
11 Other Non-Metallic Mineral	14.52%	15.51%	17.13%	16.12%
12 Basic Metals and Fabricated Metal	16.11%	15.18%	15.70%	13.45%
13 Machinery, Nec	5.78%	6.48%	6.92%	6.17%
14 Electrical and Optical Equipment	8.82%	9.34%	10.17%	7.95%
15 Transport Equipment	6.15%	6.74%	6.98%	5.90%
16 Manufacturing, Nec; Recycling	5.47%	5.81%	7.25%	6.62%
17 Electricity, Gas and Water Supply	10.99%	12.70%	12.78%	9.73%
18 Construction	5.38%	5.57%	5.57%	5.25%
19 Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles	6.38%	7.46%	7.13%	6.73%
20 Wholesale Trade	11.78%	12.56%	12.92%	12.63%
21 Retail Trade, Except of Motor Vehicles	7.94%	8.52%	9.45%	8.76%
22 Hotels and Restaurants	4.27%	5.07%	4.71%	4.27%
23 Activities of Travel Agencies	8.43%	9.89%	9.94%	10.00%
24 Post and Telecommunications	10.69%	11.51%	12.45%	11.48%
25 Financial Intermediation	10.20%	13.88%	15.09%	13.01%
26 Real Estate Activities	3.97%	4.20%	4.49%	3.96%
27 Renting of M&Eq and Other Business Act.	15.04%	15.86%	16.60%	16.33%
28 Public Admin and Defence;	0.12%	0.12%	0.09%	0.09%
29 Education	0.90%	1.22%	1.10%	1.04%
30 Health and Social Work	0.91%	1.18%	0.83%	0.92%
31 Other Community, Social and Personal Services	7.17%	8.14%	7.82%	7.30%
32 Private Households with Employed Persons	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Tavola 1 - Variazioni percentuali della produzione italiana in seguito ad una diminuzione del 10% del costo del trasporto in Italia (funzioni Cobb Douglas)

Possiamo veder come gli effetti siano cospicui, per cui la riduzione del costo del trasporto si riflette, anche attraverso i prezzi come indicato dalla (2.22), nelle quote di beni intermedi e quindi nell'output domandato. Ad ogni modo l'effetto finale è decisamente importante poiché la produzione nazionale aumenta sempre non meno dell'8,13% sino a toccare il massimo del 9,11% nel 2002. Le differenze tra i diversi settori sono rilevanti, con aumenti maggiori nel secondario ed inferiori nei servizi. Ma se quest'ultimo risultato è largamente atteso, soprattutto per quelli pubblici, colpisce il notevole incremento nelle attività estrattive in quelle dei metalli di base, del legno e della carta.

	1995	2000	2005	2011
Totale	1.37%	1.49%	1.54%	1.80%
1 Agriculture, Hunting, Forestry and Fishing	0.26%	0.38%	0.43%	0.68%
2 Mining and Quarrying	1.39%	1.50%	1.76%	3.37%
3 Food, Beverages and Tobacco	0.46%	0.54%	0.52%	0.65%
4 Textiles and Textile Products	2.40%	2.48%	2.20%	1.99%
5 Leather, Leather and Footwear	1.82%	2.25%	1.93%	2.08%
6 Wood and Products of Wood and Cork	2.10%	2.27%	2.29%	2.87%
7 Pulp, Paper, Paper , Printing and Publishing	2.39%	2.44%	2.42%	2.85%
8 Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel	2.58%	3.66%	3.88%	5.21%
9 Chemicals and Chemical Products	4.41%	4.75%	4.95%	5.84%
10 Rubber and Plastics	4.27%	4.64%	4.95%	6.23%
11 Other Non-Metallic Mineral	3.95%	3.92%	3.52%	4.22%
12 Basic Metals and Fabricated Metal	4.30%	4.49%	5.32%	6.84%
13 Machinery, Nec	2.50%	2.79%	3.20%	3.85%
14 Electrical and Optical Equipment	3.41%	3.74%	3.94%	4.86%
15 Transport Equipment	2.76%	3.48%	3.80%	4.22%
16 Manufacturing, Nec; Recycling	1.29%	1.22%	1.50%	1.78%
17 Electricity, Gas and Water Supply	1.17%	1.83%	2.08%	3.14%
18 Construction	0.31%	0.32%	0.31%	0.32%
19 Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles	0.50%	0.62%	0.65%	0.70%
20 Wholesale Trade	1.13%	1.23%	1.25%	1.38%
21 Retail Trade, Except of Motor Vehicles	0.55%	0.66%	0.80%	0.93%
22 Hotels and Restaurants	0.22%	0.26%	0.24%	0.28%
23 Activities of Travel Agencies	1.75%	1.32%	1.21%	1.27%
24 Post and Telecommunications	0.53%	0.83%	0.87%	1.00%
25 Financial Intermediation	0.52%	0.65%	0.72%	0.85%
26 Real Estate Activities	0.11%	0.13%	0.09%	0.07%
27 Renting of M&Eq and Other Business Act.	1.21%	1.23%	1.53%	1.60%
28 Public Admin and Defence;	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
29 Education	0.03%	0.03%	0.02%	0.03%
30 Health and Social Work	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%
31 Other Community, Social and Personal Services	0.37%	0.43%	0.44%	0.47%
32 Private Households with Employed Persons	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Tavola 2 - Variazioni percentuali della produzione italiana in seguito ad una diminuzione del 10% del costo del trasporto da e verso l'Italia (funzioni Cobb Douglas)

Ma ci sono delle variazioni rilevanti anche nei settori dei servizi alle imprese, come quelli legati all'intermediazione finanziaria, del commercio e particolarmente nelle altre attività di servizio alle imprese, come pure nella categoria residuale delle attività di servizio sociali e personali. Insomma, sembra evidente che i collegamenti tra i diversi settori dell'economia italiana sono rilevanti e pervasivi.

I risultati sono interessanti anche nel secondo caso esaminato ovvero con riferimento alla riduzione del 10% del costo del trasporto tra l'Italia, il nocciolo duro dell'economia europea ed il resto del mondo, come mostra la tabella 2.

Complessivamente l'incremento della produzione si attesta attorno ad un punto percentuale e mezzo con il massimo però nel 2011 ed il minimo nel 1999 e la variazione totale, che ammonta sempre meno del 2%, è appena un quarto di quella vista nella simulazione precedente. Ad esempio, nella prima osservazione relativa al 1995 è solo il 16,7%. Gli effetti di una riduzione del 10% del costo del trasporto con l'estero produce delle variazioni meno rilevanti e pervasive di quello interno e neppure l'andamento tra le due serie non pare essere molto simile. Ad ogni modo, in questo caso beneficiano maggiormente di questa riduzione i settori del secondario tradizionalmente più importanti nella nostra economia come Tessile, Chimico, della Plastica e gomma, ancora dei Metalli di base, ma anche i mezzi di trasporto e gli Altri minerali non metalliferi.

Vediamo ora la situazione nel caso di una tecnologia decisamente diversa, ovvero con una CES con elasticità esattamente pari alla metà della Cobb Douglas ovvero con $\sigma = 0,5$. Possiamo notare immediatamente come la variazione complessiva sia decisamente inferiore, di poco meno della metà di quanto registrato nel caso di funzione di produzione con elasticità unitaria. Insomma pare che i processi moltiplicativi insiti nel modello non siano tali da far variare prodotto e coefficienti input output se non di circa il 47%.

	1995	2000	2005	2011
Totale	3.85%	4.13%	4.22%	3.82%
1 Agricoltura, Hunting, Forestry and Fishing	4.08%	3.83%	3.60%	3.59%
2 Mining and Quarrying	8.07%	7.59%	9.48%	8.36%
3 Food, Beverages and Tobacco	3.63%	3.85%	3.73%	3.52%
4 Textiles and Textile Products	3.54%	3.44%	3.40%	2.91%
5 Leather, Leather and Footwear	3.24%	3.69%	3.58%	2.90%
6 Wood and Products of Wood and Cork	7.41%	7.77%	7.55%	6.99%
7 Pulp, Paper, Paper , Printing and Publishing	6.59%	7.20%	7.34%	6.69%
8 Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel	3.75%	3.00%	2.67%	1.93%
9 Chemicals and Chemical Products	5.24%	5.05%	4.95%	4.39%
10 Rubber and Plastics	6.07%	6.31%	6.14%	5.35%
11 Other Non-Metallic Mineral	6.84%	7.29%	8.03%	7.59%
12 Basic Metals and Fabricated Metal	7.56%	7.13%	7.36%	6.36%
13 Machinery, Nec	2.74%	3.06%	3.27%	2.94%
14 Electrical and Optical Equipment	4.17%	4.41%	4.79%	3.78%
15 Transport Equipment	2.92%	3.20%	3.31%	2.82%
16 Manufacturing, Nec; Recycling	2.56%	2.71%	3.38%	3.11%
17 Electricity, Gas and Water Supply	5.15%	5.93%	5.96%	4.58%
18 Construction	2.52%	2.60%	2.59%	2.46%
19 Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles	2.99%	3.48%	3.33%	3.15%
20 Wholesale Trade	5.51%	5.86%	6.03%	5.91%
21 Retail Trade, Except of Motor Vehicles	3.73%	4.00%	4.42%	4.12%
22 Hotels and Restaurants	2.00%	2.37%	2.19%	1.99%
23 Activities of Travel Agencies	3.96%	4.62%	4.63%	4.67%
24 Post and Telecommunications	5.01%	5.37%	5.80%	5.36%
25 Financial Intermediation	4.78%	6.45%	7.01%	6.07%
26 Real Estate Activities	1.87%	1.97%	2.11%	1.87%
27 Renting of M&Eq and Other Business Act.	7.03%	7.39%	7.73%	7.62%
28 Public Admin and Defence;	0.06%	0.06%	0.04%	0.04%
29 Education	0.43%	0.58%	0.52%	0.49%
30 Health and Social Work	0.44%	0.56%	0.40%	0.44%
31 Other Community, Social and Personal Services	3.37%	3.81%	3.66%	3.43%
32 Private Households with Employed Persons	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Tavola 3 - Variazioni percentuali della produzione italiana in seguito ad una diminuzione del 10% del costo del trasporto in Italia (funzioni CES elasticità 0.5)

	1995	2000	2005	2011
Totale	0.66%	0.72%	0.75%	0.87%
1 Agriculture, Hunting, Forestry and Fishing	0.12%	0.18%	0.20%	0.33%
2 Mining and Quarrying	0.66%	0.72%	0.84%	1.62%
3 Food, Beverages and Tobacco	0.22%	0.27%	0.25%	0.32%
4 Textiles and Textile Products	1.16%	1.20%	1.07%	0.97%
5 Leather, Leather and Footwear	0.89%	1.09%	0.94%	1.01%
6 Wood and Products of Wood and Cork	1.02%	1.10%	1.11%	1.39%
7 Pulp, Paper, Paper , Printing and Publishing	1.16%	1.18%	1.17%	1.38%
8 Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel	1.26%	1.78%	1.88%	2.51%
9 Chemicals and Chemical Products	2.14%	2.30%	2.40%	2.82%
10 Rubber and Plastics	2.07%	2.25%	2.40%	3.02%
11 Other Non-Metallic Mineral	1.92%	1.90%	1.71%	2.05%
12 Basic Metals and Fabricated Metal	2.09%	2.18%	2.58%	3.31%
13 Machinery, Nec	1.21%	1.36%	1.55%	1.86%
14 Electrical and Optical Equipment	1.65%	1.81%	1.91%	2.35%
15 Transport Equipment	1.34%	1.69%	1.84%	2.04%
16 Manufacturing, Nec; Recycling	0.63%	0.59%	0.73%	0.86%
17 Electricity, Gas and Water Supply	0.57%	0.89%	1.02%	1.53%
18 Construction	0.15%	0.15%	0.15%	0.16%
19 Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles	0.24%	0.30%	0.32%	0.34%
20 Wholesale Trade	0.54%	0.59%	0.60%	0.66%
21 Retail Trade, Except of Motor Vehicles	0.26%	0.32%	0.39%	0.45%
22 Hotels and Restaurants	0.10%	0.13%	0.12%	0.13%
23 Activities of Travel Agencies	0.85%	0.64%	0.59%	0.61%
24 Post and Telecommunications	0.26%	0.40%	0.42%	0.48%
25 Financial Intermediation	0.25%	0.31%	0.34%	0.41%
26 Real Estate Activities	0.05%	0.06%	0.04%	0.03%
27 Renting of M&Eq and Other Business Act.	0.58%	0.59%	0.74%	0.77%
28 Public Admin and Defence;	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%
29 Education	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%
30 Health and Social Work	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%
31 Other Community, Social and Personal Services	0.18%	0.21%	0.21%	0.22%
32 Private Households with Employed Persons	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Tavola 4 - Variazioni percentuali della produzione italiana in seguito ad una diminuzione del 10% del costo del trasporto da e verso l'Italia (funzioni Cobb Douglas)

Questo fa nascere il sospetto che in effetti l'elasticità di sostituzione sia il parametro chiave di questo modello, almeno per quanto concerne la magnitudo delle elasticità del costo del trasporto. Per questo motivo abbiamo condotto un esercizio di analisi della sensitività facendo variare questo parametro da valori anche superiori a quelli unitari, precisamente 1,25, sino quasi ad annullarlo per ottenere una tecnologia prossima a quella Leonteffiana. Nelle figure 1 e 2 riportiamo i confronti che sono maggiormente significativi ovvero i valori della variazione relativi alla produzione complessiva nei diversi anni con riferimento alla tecnologia

Cobb Douglas e ad una CES con minima elasticità di sostituzione ($\sigma = 0.01$). Dall'esame del modello è evidente che per la (2.18), a parità di shock esogeno, le variazioni dei prezzi sono indipendenti dall'elasticità e dagli stessi costi di trasporto se adottiamo il suggerimento di Roson e calibriamo i parametri $\bar{a}_{ij}^{sr} c_i^{sr}$ sulla base delle quote di spesa desunte dalle tavole Input Output. Quindi, per la (2.22), i coefficienti variabili cambiano proporzionalmente al valore dell'elasticità ed un suo dimezzamento comporta un decremento simile nella variazione del prodotto. Allora, per rendere significativo il paragone, abbiamo diversificato i valori relativi all'asse delle ordinate in modo tale che coincidessero i punti delle combinazioni iniziali (anno 1995). Le figure confermano quanto abbiamo appena affermato e mostrano come l'elasticità di sostituzione sia il parametro chiave che determina la magnitudo delle variazioni del prodotto sia dei singoli settori sia dell'intera economia.

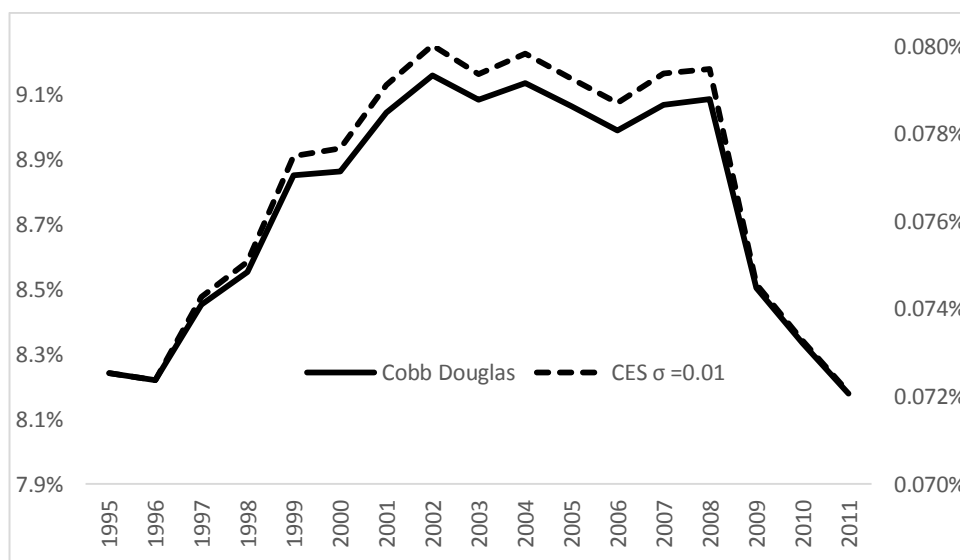


Figura 1 - Variazioni percentuali della produzione italiana in seguito ad una diminuzione del 10% del costo del trasporto in Italia con Cobb Douglas e CES con $\sigma = 0.01$

Tuttavia, se da una parte dobbiamo ammettere che il valore della variazione dell'output dipende essenzialmente dall'elasticità di sostituzione, dall'altra, non possiamo non notare che il pattern, pur rimanendo essenzialmente lo stesso, rivela le differenze dell'impatto della riduzione del costo del trasporto nel tempo. In altre parole possiamo affermare che i cambiamenti negli acquisti dei fattori della produzione e nei bei intermedi, che sono avvenuti sino al 2011 hanno aumentato la sensibilità del sistema economico italiano, che poteva essere

molto più produttivo in seguito ad una caduta del costo del trasporto interno dai primi anni 2000 fino alla recessione del 2008. Questa differenza è pari all'incirca il 11% dal punto di massimo registrato nel 2007 e quello di minimo del 2011 per quanto concerne la tecnologia Cobb Douglas e leggermente inferiore, attorno al 10%, per quella CES con $\sigma = 0.01$.

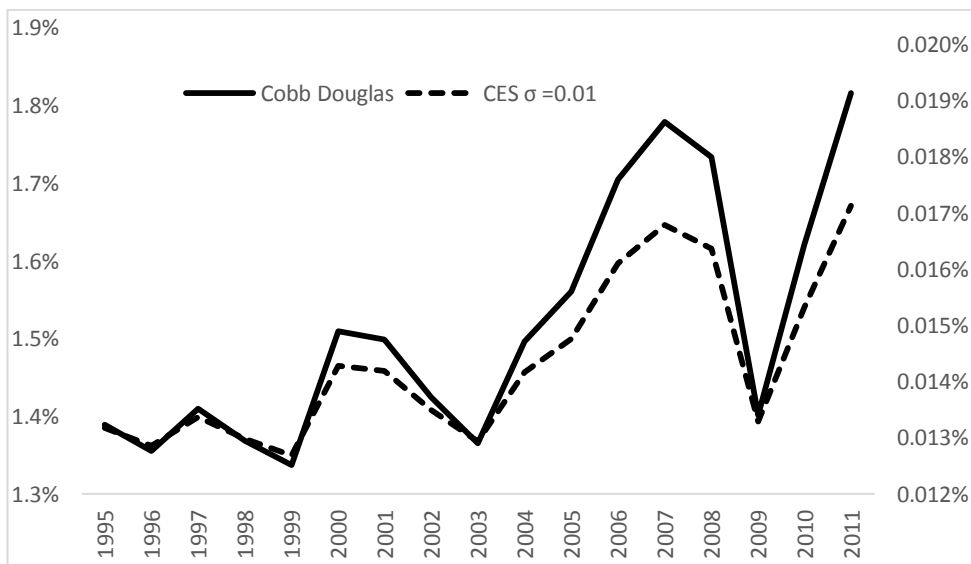


Figura 2 - Variazioni percentuali della produzione italiana in seguito ad una diminuzione del 10% del costo del trasporto da e verso l'Italia con funzioni Cobb Douglas e CES con $\sigma = 0.01$

La situazione è interessante anche per quanto attiene alla variazione della produzione in seguito ad una riduzione del 10% del costo del trasporto da e per l'Italia, con esclusione dei flussi interni. La figura 2, in cui sono stati scalati i valori in modo da essere coincidenti nel 1995, mostra come i valori sono pressoché coincidenti sino al 2003, anno a partire dal quale si registra un certo decoupling tra le due variabili con un incremento maggiore nel caso di una tecnologia Cobb Douglas. Tuttavia, il forte shock esogeno della crisi mondiale innescatasi nell'ultimo trimestre del 2008 fa crollare ambedue in modo da risultare grossomodo gli stessi di quasi dieci anni prima. Il successivo rimbalzo è pure notevole: nel giro di appena si supera il massimo precedente ed una riduzione del 10% del costo del trasporto con l'estero può produrre un incremento dell'1,8% della produzione nazionale nel caso di una Cobb Douglas, che è il valore maggiore riscontrato in tutto il campione. Ovviamente, con tecnologia prossima alla Leonteffiana la variazione è minima, ma nel 2011 si registra pure sempre il massimo assoluto.

4 Conclusioni

In questo lavoro abbiamo preso in esame un modello à la Johansen con funzioni di produzione del tipo CES relativamente a tre sistemi economici formati dall'Italia, dai principali paesi europei e dal resto del mondo. Obiettivo dell'analisi è la valutazione degli effetti di una variazione del costo del trasporto all'interno del sistema produttivo italiano e con gli altri paesi sia sui prezzi che sulle quantità. A questo scopo il modello è stato calibrato utilizzando i dati forniti dal WIOD, che copre gli anni 1995-2011, e l'analisi d'impatto richiede solo l'individuazione dell'elasticità di sostituzione, che è ipotizzata essere comune a tutte le tecnologie dei diversi settori e paesi. In questo modo possiamo vedere non tanto la variazione della produzione rispetto a quella realizzata se riduciamo il costo del trasporto, quanto il suo pattern. Infatti, è evidente che al diminuire dell'elasticità di sostituzione si attenua l'effetto sull'output e, nel caso limite di funzioni di produzione Leonteffiane, questo si annulla in virtù della dicotomia prezzi/quantità di questa specificazione. Tuttavia, è facile mostrare come il profilo temporale rimane identico nel periodo considerato ed un calo del costo del trasporto del 10% provoca lo stesso pattern qualunque sia l'elasticità di sostituzione. Questo risultato è interessante perché mostra come in alcuni anni la sensibilità della produzione nazionale al costo della movimentazione dei beni sia alquanto significativa, ma dall'altro richiede una più accurata specificazione delle tecnologie e quindi la calibrazione di un modello di equilibrio computazionale generale.

Bibliografia

- Anderson, William P., Lakshmanan, T.R. (2007) "Infrastructure and productivity: what are the underlying mechanisms?" in: Karlsson, C., Anderson, W. P., Johansson, B., Kobayashi, K. (eds.), *The Management and Measurement of Infrastructure: Performance, Efficiency and Innovation*, Edward Elgar, UK, pp. 147–164.
- Aschauer, D. A. (1989) "Is Public Expenditure Productive?", *Journal of Monetary Economics*, 23(2), 177-200.
- Baldwin, R. E. e Lopez-Gonzalez, J. (2013) "Supply-chain Trade: A Portrait of Global Patterns and Several Testable Hypotheses", NBER working paper 18957.

- Bröcker, J. e Mercenier, J. (2013) “General Equilibrium Models for Transportation Economics”, in de Palma, A., Lindsey, R., Quinet, E. e Vickerman, R.(eds) *A Handbook Of Transport Economics*, Edward Elgar, Cheltenham, 21-44.
- Canning, D. (1999), ‘Infrastructure’s contribution to aggregate output,’ World Bank Policy Research Working Paper, No. 2246, Washington, D.C.
- Canning, D., Bennathan, E. (2000) “The Social Rate of Return on Infrastructure Investments”, World Bank research project , RPO 680-89, Washington, D.C.
- Chenery, H. B., (1953) “Regional Analysis” in Chenery, H. B., Clark, P. and Cao Pinna, V., 1953. *The Structure and Growth of the Italian Economy*, Rome: U.S. Mutual Security Agency.
- Chen, Z. e Haynes, K E. (2015) “Spatial Impact of Transportation Infrastructure: A Spatial Econometric CGE Approach”, in Nijkamp, Rose, P. A. e Karima Kourtit, K. (eds) *Regional Science Matters*, Springer, 163-86.
- Demetriades, P., Mamuneas, T.F., (2000) “Intertemporal output and employment effects of public infrastructure capital: evidence from 12 OECD countries”, *The Economic Journal*, 110, 687–712.
- Dixon, P. B., Parmenter, R.B., Sutton, J., Vincent, D. P. (1982) *ORANI a multisectoral model of the Australian economy*, North Holland, Amsterdam.
- Dixon, P. B., Madden, J., Peter, W. E. (1992) “The effects of reallocating general revenue assistance among the Australian states”, *Economic Record*, **69**,367-81
- Friesz, T. L., Suo, Z. G., Westin, L. (1998) “Integration of freight network and computable general equilibrium models” in Lundquist L. et al., (eds) *Network infrastructure and urban environment*, Springer, Berlin.
- Gregori, T. (2000) “Transport impact analysis and price propagation effects in Johansen models”, *Trasporti Europei*, Agosto, 37-49.
- Hummels,D., Ishii, J. e Yi, K.-M. “The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade”, *Journal of International Economics* , 54, 75–96.
- Isard, W., (1951), “Interregional input/output analysis: a model of a space economy”, *Review of Economics and Statistics*, **33**, 318-328.
- Johansen, L. (1960), *A multi-sectoral study of economic growth*, North Holland, Amsterdam.
- Johnson, R. C., (2014) “Five Facts about Value-added Exports and Implications for Macroeconomics and Trade Research”, *Journal of Economic Perspectives*, 28, 119–42.

- Johnson, R. C. e Noguera, G. (2012) “Accounting for Intermediates: Production Sharing and Trade in Value Added”, *Journal of International Economics*, 86, 224–36.
- Koopman, R., Wang, Z. e Wei, S.-J. (2014) “Tracing Value-added and Double Counting in Gross Exports,” *American Economic Review*, 104, 459–94.
- Lakshmanan, T.R. (2011) “The broader economic consequences of transport infrastructure investments”, *Journal of Transport Geography*, 19(1), 1-12.
- Liew, L. H. (1984a), “A Johansen model for regional analysis”, *Regional Science and Urban Economics*, **14**, 129-146.
- Liew, C.K., Liew, C.,H., (1984b), “Measuring the development impact of a proposed transportation system”, *Regional Science and Urban Economics*, **14**, 175-198.
- Liew, C.K., Liew, C.,H., (1985), “Measuring the development impact of a transportation system: a simplified approach”, *Journal of Regional Science*, **25**, 241-257.
- Liew, C.K., Liew, C.,H., (1988), “Measuring the effect of cost variation of industrial output”, *Journal of Regional Science*, **28**, 563-578.
- Liew, C.K., Liew, C.,H., (1992), “Why Are Japanese Industries Immune to Devaluation of the Dollar?”, *Economic System Research*, 4(2), pp. 189-200.
- Liew, C.K., Liew, C.,H., (1992), A comparative study of 'multiproduct' vs 'single-product' household interactive variable input-output models, *Regional Science and Urban Economics*, **22**, 285-290.
- Los, B., Timmer, M. P. e de Vries, G. J. (2015) “How Global are Global Value Chains? A New Approach to Measure International Fragmentation”, *Journal of Regional Science*, 55, 66–92.
- Mera, K., (1973) “Regional production functions and social overhead capital: an analysis of the Japanese case”, *Regional and Urban Economics*, 3, 157–186.
- Miller, R. E. e Blair, P. D. (2009) *Input–Output Analysis: Foundations and Extensions*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Morgan, W., Mutti, J. And Patridge, M. (1989) “A regional general equilibrium model of the United States: tax effects on factor movements and regional production”, *Review of Economic Studies*, 626-635.
- Moses, L., N., (1955), “The stability of interregional trade pattern and input-output analysis”, *American Economic Review*, **45**, 803-832.
- Nadiri, I. M., Mamuneas, T.P., (1996) “Constitution of Highway Capital to Industry and National Productivity Groups”, Report Prepared for FHWA, Office of Policy Development.

- Miller, M. H, Spencer, J. E., (1977), “The static economic effects of the UK joining the EEC: a general equilibrium approach”, *Review of Economic Studies*, **44**, 71-93.
- Oosterhaven, J. and T. Knaap (2003). Spatial Economic Impacts of Transport Infrastructure Investments, in Pearman, A., Mackie, P. e Nellthorp, J. (eds) *Transport Projects, Programmes and Policies: Evaluation Needs and Capabilities*, Ashgate, pp. 87–105.
- Roson R., (1991), “The adjustment of interregional input-output coefficients under heterogeneous price sensitivity”, *The Annals of Regional Science Review*, **25**, 101-114.
- Samuelson, Paul A. (1954) “The Transfer Problem and Transport Costs, II: Analysis of Effects of Trade Impediments”, *The Economic Journal*, 64(254), pp. 264–289.
- Spencer, J. E., (1988) “Computable general equilibrium, trade, factor mobility and the regions”, in Harrigan, F., McGregor, P., (eds), *Recent advances in regional economic modelling*, Pion, London.
- Tavasszy, L., M. Thissen, J. Muskens, e J. Oosterhaven (2002) “Pitfalls and solutions in the application of spatial computable general equilibrium models for transport appraisal”, ERSA conference papers, European Regional Science Association.
- Timmer, M. P., Los, B., Stehrer, R. e de Vries, G. J. (2013) “Fragmentation, Incomes and Jobs. An Analysis of European Competitiveness,” *Economic Policy*, 28(76), 613–61.
- Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B. Stehrer, R. e de Vries, G. J. (2015) “An Illustrated User Guide to the World Input–Output Database: the Case of Global Automotive Production”, *Review of International Economics*, DOI: 10.1111/roie.12178
- Trefler, D. e Zhu, S. C. (2010) “The Structure of Factor Content Predictions,” *Journal of International Economics*, 82, 195–207.
- Wang, Z., Wei, S.-J., e Zhu, K. (2013) “Quantifying International Production Sharing at the Bilateral and Sector Levels,” NBER working paper 19677.