



I costi esterni della mobilità: tipologie e metodi di stima

TeMA
00.07

Contributi

Trimestrale del Laboratorio
Territorio Mobilità e Ambiente - TeMALab

<http://www.tema.unina.it>
ISSN 1970-9870
anno 0 - num. 0 - dicembre/2007 - pagg. 59-63

Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio
Università degli Studi di Napoli Federico II

© Copyright dell'autore.

The External Costs of Urban Mobility

Mariano Gallo

Dipartimento di Ingegneria, Piazza Roma 21, Benevento
Università degli Studi del Sannio
Tel.: +39 0824 305565; Fax: +39 0824 325246
e-mail: gallo@unisannio.it; web: www.marianogallo.it

Introduzione

La mobilità urbana ed extraurbana è causa di differenti tipologie di costi che ricadono sui diversi attori coinvolti: amministrazioni pubbliche, aziende di trasporto, utenti e collettività.

Da questo punto di vista, i costi dei sistemi di trasporto possono essere suddivisi in tre tipologie principali: i costi di produzione del servizio, i costi di uso del servizio ed i costi esterni.

I costi di produzione sono sostenuti, secondo i casi, da Enti Pubblici, da aziende pubbliche o private o da amministrazioni locali, per la costruzione, manutenzione e gestione delle infrastrutture di trasporto (strade, ferrovie, aeroporti, ecc.), per l'acquisto e la manutenzione dei veicoli di trasporto collettivo (autobus, treni, aerei, ecc.) e per l'esercizio e la gestione dei sistemi di trasporto collettivo (costo del personale, carburanti, lubrificanti, spese generali, assicurazioni, ecc.).

I costi di uso del servizio sono sostenuti dagli utenti del sistema di trasporto (acquisto veicoli privati, manutenzione veicoli privati, carburanti, lubrificanti, pedaggi autostradali, costi della sosta, titoli di viaggio trasporto collettivo, ecc.). I "costi esterni", invece, pur essendo prodotti dall'esercizio e dall'uso dei sistemi di trasporto, ricadono sulla collettività nel suo complesso, cioè anche su chi non utilizza il sistema di trasporto; tali costi sono indicati anche come "costi sociali" e rappresentano le "esternalità" prodotte dal sistema di trasporto.

È importante notare come anche una (gran) parte dei costi di produzione del servizio (ad esempio i costi di costruzione e manutenzione delle strade pubbliche ed i contributi alle aziende di trasporto collettivo) ricadono sulla collettività; questi costi sono già (totalmente o in parte) internalizzati nel sistema dei trasporti poiché si può assumere che essi siano coperti dalle accise sui carburanti, dalle tasse sui veicoli

Transportation system costs are generally classified in three main groups: the service production costs, the user costs and the external costs. The service production costs are borne by public bodies, enterprises or local authorities as regards the maintenance and construction of infrastructures, and by transit companies as regards the purchase and maintenance of transit vehicles and as regards the management of transit systems.

The costs borne by users are mainly private car purchasing, maintenance costs, fuel, highway fares, transit fares, parking fares, etc. The external costs, instead, even if are produced by running and use of transportation systems, are borne by the whole community; indeed, also who does not use the transportation system bears these costs. The external costs usually considered are sometime called social costs, since they impact on the society and represent the externalities of the mobility.

The main externalities of mobility are due to greenhouse gas emissions, air pollution, noise, accidents and congestion. Some of these externalities, as air pollution, noise and congestion, produce a sensible reduction of quality of life in urban areas, while the other ones generate high social impacts (accidents) and long-time effects on climate (greenhouse gas emissions). In the literature several studies can be found about the evaluation of external costs. In this paper, after a literature review, some results about the estimation of main external costs in Europe are summarised and discussed.

e da tutte le altre forme di tassazione che gravano sugli utenti del sistema.

Se i proventi dell'intera tassazione coprono più dell'ammontare di questi costi, la differenza può essere vista come una parziale internalizzazione dei costi esterni; viceversa, se queste tasse coprono solo una parte di questi costi la differenza dovrebbe essere sommata ai costi esterni.

I costi esterni

Il concetto di esternalità occupa un ruolo centrale nella teoria microeconomica classica ed è stato discusso da molti autori a partire dal 1920; per uno stato dell'arte vedi il lavoro di Danielis (2001). Alcune definizioni recenti di esternalità sono riportate in Baumol e Oates (1988) e Verhoef (1996).

Esaminando le definizioni proposte dai diversi autori si può riassumere che una esternalità negativa è un costo che è prodotto da un certo soggetto A ma è sostenuto da un altro soggetto B; in particolare, il soggetto A non considera gli effetti che il proprio comportamento ha sul soggetto B e non compensa in alcun modo il soggetto B dei costi che quest'ultimo è costretto a sostenere.

I costi esterni possono essere "totali", se rappresentano l'intero ammontare dei costi esterni prodotti, "medi", se rappresentano il costo per unità di traffico (veic-km, pass-km, t-km, ecc.) e "marginali" se rappresentano i costi prodotti, a partire dalla situazione attuale, dall'immissione nel sistema di una unità di traffico aggiuntiva.

L'importanza della valutazione dei costi esterni è stata riconosciuta dai principali documenti di politica internazionale e comunitaria, tra cui l'Agenda 21 (United Nations 1992) ed il V Programma d'azione ambientale (Unione Europea 1993), nei quali essa è considerata il presupposto economico per lo sviluppo sostenibile. Il Libro Verde (European Commission 1995) è finalizzato all'individuazione di metodologie per l'internalizzazione dei costi esterni dovuti ai trasporti. L'attenzione dell'Unione Europea per le problematiche connesse alle esternalità del settore dei trasporti, con particolare attenzione per i problemi ambientali, è evidenziata nel Libro Bianco sulla politica dei trasporti (European Commission 2001) e dai diversi progetti di ricerca promossi e finanziati, quali ad esempio: CORINAIR (1988), EXTERNE (1991) e UNITE (2003).

A livello internazionale, il Protocollo di Kyoto (1997), cui i Paesi della Comunità Europea hanno aderito, indica gli obiettivi di riduzione dei gas serra emessi in atmosfera; in

particolare, i trasporti costituiscono uno dei settori economici di maggiore impatto.

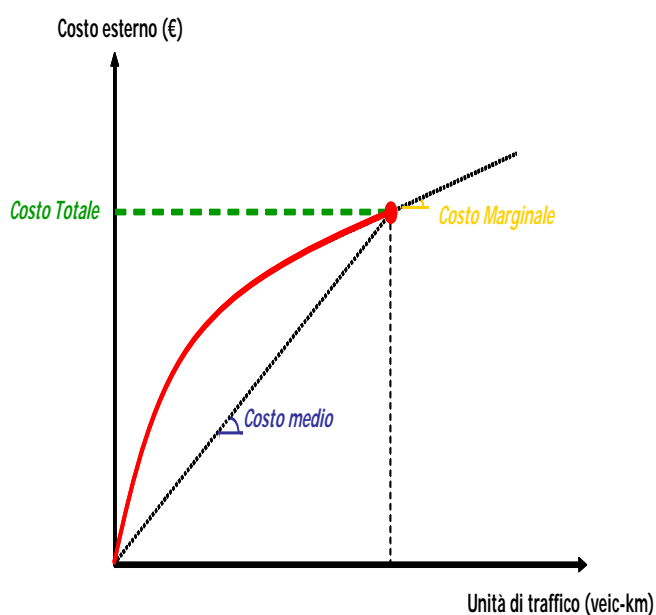
A livello nazionale, il Piano Generale dei Trasporti e della Logistica (Ministero dei Trasporti e della Navigazione 2001) denuncia lo squilibrio modale a favore del trasporto individuale esistente in Italia e le conseguenti esternalità negative in termini di impatto ambientale e di incidentalità; la mobilità sostenibile è uno dei temi centrali del Piano.

Il concetto di "mobilità sostenibile" si inquadra nel più generale concetto di "sviluppo sostenibile", una cui definizione organica è riportata nel Rapporto Brundland (WCED 1987) che definisce sostenibile uno sviluppo che soddisfi i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere le possibilità per le generazioni future di soddisfare i propri bisogni.

I costi esterni prodotti dai sistemi di trasporto possono essere suddivisi in "principali" e "secondari". I primi sono quei costi che risultano essere quantitativamente rilevanti e che sono stati studiati più o meno ampiamente in letteratura e sono riconducibili a: emissioni di gas serra, inquinamento atmosferico, inquinamento acustico, incidentalità e congestione. I costi esterni secondari, invece, sono quelli che si presume abbiano effetti poco rilevanti e/o non facilmente quantificabili; in generale, essi non sono stati oggetto di ricerche e studi sistematici ed i più importanti sono: l'inquinamento delle acque e dei suoli, i danni prodotti dalle vibrazioni, i danni a natura e paesaggio, l'intrusione visiva, l'effetto barriera, l'occupazione del suolo, l'inquinamento elettromagnetico, ecc. In letteratura indicazioni per la stima dei costi esterni prodotti dai sistemi di trasporto sono state proposte in numerosi studi.

Alcuni lavori non propongono delle metodologie analitiche; ad esempio in EMT (1998) si fornisce una stima dei costi esterni in Europa basata sulle esperienze dei rappresentanti degli stati membri, mentre in Nash (1999) si forniscono delle raccomandazioni da seguire per il calcolo dei costi esterni. Altri lavori si riferiscono ad esperienze specifiche relative a corridoi europei (QUITS 1998; Nash 2000) o a casi nazionali (Samson et al. 1998; Proost e Van Dender 1999).

Il calcolo dei costi esterni marginali è affrontato nei progetti europei RECORDIT (2001), per il trasporto merci, e in UNITE (2003) in termini più generali; uno studio dei costi esterni marginali in ambito urbano è riportato in Mayeres et al. (1996). La stima dei costi esterni medi è studiata da Dings (1991) per il trasporto aereo e da Maibach e Schneider (2002) per le principali modalità di trasporto. Gli studi di Amici della Terra e Ferrovie dello Stato (2002) e INFRAS/IWW (2004) propongono diverse metodologie di stima dei costi esterni; il primo, in particolare, si riferisce al caso italiano e calcola i costi esterni totali e specifici delle diverse modalità di trasporto. Il secondo, esamina i costi esterni medi, marginali e totali per i diversi paesi europei, fornendo indicazioni sui metodi di stima e sui dati di input utilizzati.



Rappresentazione grafica delle diverse tipologie di costi esterni.

I costi esterni principali

Emissioni di gas serra

L'atmosfera terrestre è composta da diversi gas, tra cui i principali sono l'ossigeno (O), l'anidride carbonica (CO₂) ed il vapore acqueo (H₂O); altri gas meno presenti sono il metano (CH₄) e l'ozono (O₃), di origine naturale, ed alcuni composti alogenati di origine artificiale. L'anidride carbonica ed il vapore acqueo sono i principali gas responsabili del cosiddetto "effetto serra", che è quel fenomeno per il quale l'energia solare che arriva sulla Terra non viene completamente dispersa verso lo spazio, consentendo di mantenere una temperatura media del pianeta di circa 34 gradi.

Negli ultimi anni, le sempre maggiori emissioni di anidride carbonica dovute alle attività antropiche hanno aumentato la concentrazione di CO₂ nell'atmosfera, con conseguente aumento dell'effetto serra e della temperatura media del pianeta; tale aumento di temperatura conduce ad un'alterazione del clima dagli effetti imprevedibili. Per far fronte a questa situazione, il Protocollo di Kyoto (1997), impegna i paesi industrializzati a ridurre, entro il 2010, le loro emissioni annue di CO₂ del 5% rispetto ai livelli del 1990.

La valutazione dei costi esterni connessi alle emissioni di gas serra è in generale effettuata (Amici della Terra e Ferrovie dello Stato 2002; UNITE 2003; INFRAS/IWW 2004; Gallo 2006) calcolando le emissioni totali di CO₂ equivalenti e moltiplicando tali quantità per un fattore di costo; quest'ultimo rappresenta un valore ombra per tonnellata di CO₂ che, nella maggior parte dei casi, è stimato come il costo medio che i Paesi dovrebbero sostenere per ridurre le emissioni, in base a quanto previsto dal Protocollo di Kyoto.

La definizione del valore ombra non è univoca ed immediata; i valori proposti in letteratura variano tra 20 • e 135 • per tonnellata di CO₂ equivalente (INFRAS/IWW 2004). I gas serra generalmente considerati sono l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄) ed il protossido di azoto (N₂O); le emissioni relative agli ultimi due si trasformano in tonnellate di CO₂ equivalenti, secondo i fattori di conversione: 1 t CH₄ = 21 t CO₂ eq; 1 t N₂O = 310 t CO₂ eq.

Il rapporto INFRAS/IWW (2004) stima all'anno 2000 per i 17 paesi

Europei esaminati un ammontare totale di costi esterni dovuti alle emissioni di gas serra pari a 195.714 milioni di euro, di cui oltre il 57 % è dovuto al trasporto stradale (passeggeri e merci) e quasi il 41 % al trasporto aereo; minori quote percentuali sono attribuite al trasporto ferroviario ed al trasporto marittimo.

Inquinamento atmosferico

L'inquinamento atmosferico è una delle principali cause di riduzione della qualità della vita nelle grandi città; esso produce danni alla salute degli individui, alle coltivazioni ed agli edifici storici e monumentali. Si rinvia all'ampia letteratura disponibile per una descrizione accurata delle tipologie di agenti inquinanti, dei danni prodotti e dell'influenza dei sistemi di trasporto sull'inquinamento totale (vedi ad esempio Bickel e Friedrich 2001). Una stima per l'Italia dei costi prodotti dal trasporto stradale è riportata nel lavoro di Danielis e Chiabai (1998).

La stima dei costi esterni è in generale effettuata in funzione delle emissioni totali dovute ai trasporti dei principali composti inquinanti: anidride solforosa (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), polveri sottili (PM10), monossido di carbonio (CO) e composti organici volatili non metanici (COVNM). La stima dei



costi esterni prodotti dall'inquinamento atmosferico può essere ottenuta, in prima approssimazione, moltiplicando le emissioni totali per un valore di danno unitario (in euro/t), assunto in generale differente tra ambito urbano ed extraurbano, in funzione dei diversi livelli di esposizione della popolazione agli agenti inquinanti.

Tale valore di danno unitario dovrebbe essere ottenuto in base alle risultanze di apposite indagini epidemiologiche che correlino l'incidenza delle malattie dell'apparato respiratorio alle emissioni inquinanti nell'area presa in considerazione.

Risultati di maggiore dettaglio si possono ottenere utilizzando modelli di emissione, per la stima degli inquinanti emessi, modelli di dispersione, per la stima delle concentrazioni di agenti inquinanti e dati di esposizione agli agenti inquinanti; studi di questo tipo possono essere però effettuati solo su aree ristrette, considerati tutti i fattori ambientali di cui bisogna tener conto nei modelli di dispersione e della difficoltà di correlare i livelli di esposizione ai danni alla salute umana.

A livello europeo (INFRAS/IWW 2004) l'inquinamento atmosferico produce costi esterni ammontanti a 174.617 milioni di euro, per il 94 % prodotti dal trasporto su strada.

Inquinamento acustico

Il rumore prodotto dai sistemi di trasporto in alcuni casi costituisce una vera e propria fonte di inquinamento che ha effetti sulla salute umana e sulla qualità della vita. Il calcolo dei costi esterni dovuti al rumore non è semplice, soprattutto a causa della mancanza di dati; infatti, i diversi studi ritrovati in letteratura (Amici della Terra e Ferrovie dello Stato 2002; UNITE 2003; INFRAS/IWW 2004) si basano sul numero di persone esposte ai diversi livelli di rumore. In Italia i dati forniti dal Ministero dell'Ambiente e dall'OCSE (Amici della Terra e Ferrovie dello Stato 2002) sono relativi al numero di persone esposte ai diversi livelli di rumore nelle città con popolazione residente superiore a 10.000 abitanti, disaggregato per modo di trasporto. In generale, i costi esterni dovuti all'inquinamento acustico si calcolano prendendo in considerazione le seguenti voci di costo:

- la disponibilità a pagare per ridurre il rumore cui si è sottoposti;
- i costi connessi ai rischi di malattie prodotte dall'esposizione al rumore.

La prima voce è relativa a quanto si è disposti a pagare per ridurre il livello di rumore a cui si è esposti al di sotto di soglie di comfort individuabili in 65 dB(A) di giorno e 55 dB(A) di notte; tali disponibilità a pagare possono essere rilevate con apposite indagini ai residenti.

La seconda voce necessita, come nel caso dell'inquinamento atmosferico, di incrociare dati epidemiologici, relativi a malattie cardio-vascolari e ad altre malattie correlabili con

gli effetti del rumore, con i dati di esposizione alle diverse soglie di rumore. In questo caso è, poi, necessario attribuire ad ogni patologia un costo, funzione di un valore ombra della vita umana (per uno studio di dettaglio a riguardo si veda il lavoro di de Blaeij et al. 2003) per i decessi, e funzione di un costo aggiuntivo per le cure mediche. L'inquinamento acustico genera a livello europeo (INFRAS/IWW 2004) costi esterni per 45.644 milioni di euro, di cui oltre l'88% è attribuibile al trasporto su strada (passeggeri e merci).

Incidentalità

Ogni anno negli Stati Membri dell'Unione Europea gli incidenti stradali provocano oltre 40.000 morti ed oltre 1 milione di feriti; ai problemi sociali, si aggiunge il danno economico prodotto dall'incidentalità stradale.

La stima dei costi esterni prodotti dall'incidentalità stradale tiene conto delle seguenti voci di costo:

- il costo dei danni alle persone;
- il costo connesso alla perdita di produttività e di consumi;
- altri costi, relativi a cure mediche, costi amministrativi e giudiziari.

Non si considerano i danni materiali perché essendo rimborsati dalle compagnie di assicurazione non sono considerati esterni al sistema, ma ricadono per intero sugli utenti dello stesso. La prima voce è in generale stimata in funzione di un valore ombra attribuito alla vita umana, ad ogni ferito grave e ad ogni ferito lieve, e del numero di vittime degli incidenti stradali.

La seconda voce è stimata in funzione dei giorni medi di inattività dovuti alle ferite riportate negli incidenti, differenti per tipologia di danno subito, e di un valore medio attribuito ad ogni giorno di inattività; tale valore è assunto diverso per un giorno di inattività di un occupato, nel qual caso esso stima la perdita di produzione, e per un giorno di inattività di un non occupato, nel qual caso stima la perdita di consumi.

La terza voce è in generale rilevabile dalle statistiche nazionali. A livello europeo (INFRAS/IWW 2004) si è stimato che gli incidenti stradali hanno prodotto nel 2000 costi esterni ammontanti a 156.439 milioni di Euro, quasi interamente attribuibili al trasporto su strada (99,5%).

Congestione

La congestione è un fenomeno che coinvolge prevalentemente il trasporto stradale, soprattutto in ambito urbano. La valutazione delle esternalità dovute alla congestione può essere effettuata valutando il tempo perso dagli utenti nel sistema congestionato rispetto al caso di assenza di congestione, ed attribuendo un valore a tale tempo. Il progetto INFRAS/IWW (2004) stima per questo fattore una perdita di efficienza economica per l'Europa di 33 miliardi di euro nel 2000.

Considerazioni conclusive

I costi esterni prodotti dai sistemi di trasporto hanno un impatto notevole sull'assetto economico e sociale di tutti i Paesi europei; da una loro valutazione non possono prescindere le politiche di investimento e di sviluppo dei sistemi di trasporto.

Appare pertanto utile che una attenta valutazione dei costi esterni accompagni gli investimenti che sono effettuati a diversi livelli territoriali nel settore dei trasporti; le scelte di politica dei trasporti dovrebbero essere rivolte sempre più a limitare al minimo le esternalità prodotte dal sistema dei trasporti.

Riferimenti bibliografici

- Amici della Terra e Ferrovie dello Stato (2002) I costi ambientali e sociali della mobilità in Italia, Quarto rapporto. Metropolis, Roma.
- Baumol W. J. e Oates W. E. (1988) *The theory of Environmental Policy* (2nd ed.), Cambridge University Press, Cambridge.
- Bickel P. e Friedrich R. (2001) *Environmental external costs of transport*, Springer, Berlin.
- CORINAIR (1988), *European Inventory of emissions of pollutants into the atmosphere, Commission of the European Communities – CORINAIR project*, DG XI, 30/3/1988.
- Danielis R. (2001) *La teoria economica e la stima dei costi esterni dei trasporti*, Università di Trieste e ISTIEE, <http://w3.uniroma1.it/valgesta/costi.pdf>.
- Danielis R., Chiabai A. (1998) Estimating the Cost of Air Pollution from Road Transport in Italy, *Transportation Research D*, 3: 249-258.
- de Blaeij A., Florax R. J. G. M., Rietveld P. e Verhoef E. (2003), "The Value of Statistical Life in Road Safety: a Meta-analysis", *Accident Analysis and Prevention*, 35: 973-986.
- Dings J. M. W. (1991) *External Costs of Aviation; Solutions for Environment*, CE, Delft.
- EMT (1998) *Efficient Transport for Europe*, European Conference of Ministers of Transport, Paris.
- European Commission (1995) *Green Paper – Towards fair and efficient pricing in transport: policy options for internalising the external costs of transport in the European Union*, COM(95)691, Bruxelles.
- European Commission (2001) *White Paper – European transport policy for 2010: time to decide*, Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EXTERNE (1991) *Externalities of Energy*, <http://www.externe.info>
- Gallo M. (2006) Una stima dei costi esterni dei sistemi di trasporto in Regione Campania, in Brunetta G., Fistola R. (eds.) *Trasformazioni, coesioni, sviluppo territoriale. Temi emergenti nelle scienze regionali*, vol. 1390.38, Franco Angeli Editore, Milano, pp. 265-284.
- INFRAS/IWW (2004) *External Costs of Transport, Update Study*, Final Report, Printed by International Railway Union, Paris.
- Maibach M. e Schneider C. (2002), *External Costs of Corridors: a Comparison between Air, Road and Rail*, Final Report for the Air Transport Action Group, Zurich.
- Mayeres I, Ochelen S., Proost S. (1996) The Marginal External Costs of Urban Transport, *Transportation Research D*, 1: 111-130.
- Ministero dei Trasporti e della Navigazione (2001), *Piano Generale dei Trasporti e della Logistica*.
- Nash C. (1999) *CAPRI, Concerted Action on Transport Pricing Research Integration*, Project funded by the European Commission, Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds.
- Nash C. (2000) *PETS, Pricing European Transport Systems*, Project funded by the European Commission, Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds.
- Proost S., Van Dender K. (1999) *TRENEN II STRAN*, Centre for Economic Studies, Katholieke Universiteit, Leuven.
- Protocollo di Kyoto (1997) Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, http://www.minambiente.it/Sito/settori_azione/pia/docs/protocollo_kyoto_it.pdf.
- QUITS (1998) *Quality Indicators for Transport System*, Project funded by the European Commission, Rome, <http://www.cordis.lu/transport/src/quits.htm>.
- RECORDIT (2001) *Real Costs Reduction of Door-to-door Intermodal Transport*, <http://www.recordit.org/index.asp>.
- Samson T., Nash C., Mackie P.J., Shires J., Watkiss P. (1998) *Surface Transport Costs and Charges Great-Britain*, Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds.
- Unione Europea (1993) *V Programma di azione ambientale, per uno sviluppo sostenibile*, UC138.
- UNITE (2003) *Unification of Accounts and Marginal Costs for Transport Efficiency*, <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite>.
- United Nations (1992) *Agenda 21 – United Nations Conference on Environment and Development*, <http://www.un.org/esa/sustdev/agenda21.htm>.
- Verhoef E. (1996) *The economics of regulating road transport*, Edward Elgar Publishing.
- WCED, World Commission on Environment and Development (1987) *Rapporto Brundland*.

TeMA
00.07

Contributi