

ISSN 1825-0211



**AMBIENTE OPERATIVO ED EFFICIENZA  
NEL SETTORE DEL TRASPORTO PUBBLICO  
LOCALE IN ITALIA**

**Simona BIGERNA — Paolo POLINORI**

**Quaderno n. 59 — Maggio 2008**

**QUADERNI DEL DIPARTIMENTO  
DI ECONOMIA, FINANZA  
E STATISTICA**

---

# Ambiente operativo ed efficienza nel settore del Trasporto Pubblico Locale in Italia

Simona Bigerna\* - Paolo Polinori\*\*

\* Dipartimento di Economia, Finanza e Statistica, Università degli Studi di Perugia, tel. +39 075 5855298, fax +39 075 585-5299 e-mail: simonabigerna@unipg.it

\*\*Dipartimento di Economia, Finanza e Statistica, Università degli Studi di Perugia, (Corresponding author) tel. +39 075 5855002, fax +39 075 585-5299 e-mail: polpa@unipg.it

## **Abstract**

This paper assesses the impact of environmental factors on the efficiency of public transit system within a DEA-based mixed framework. Using a sample of 100 Italian companies, we implement a two-stage method in order to investigate the impact of environmental effects into DEA inefficiency measures. The results point out the relevance of environmental effects and consequently the bias of deterministic DEA approach.

*Keywords: DEA, two-stage, environmental effects, local public transport.*

*JEL classification: D24, C44*

## **RINGRAZIAMENTI**

Una precedente versione del presente contributo è stato presentato alla XXV (Napoli, 17-19 Ottobre 2005) Conferenza Italiana di Scienze Regionali. Oltre i partecipanti alle conferenze gli autori ringraziano C.A. Bollino, per gli utili suggerimenti forniti.

## 1. Introduzione

Il settore del trasporto pubblico locale (TPL) è stato sottoposto negli ultimi anni ad un processo di riforma caratterizzato da ripensamenti e rallentamenti lungo il percorso che avrebbe dovuto portare il settore ad un maggior livello di efficienza rimuovendo i principali ostacoli identificabili nella ridotta concorrenzialità, nell'elevata sussidiazione, nella sovrapposizione di compiti e competenze in sede di programmazione e finanziamento, nella scarsa integrazione modale e anche nel sottodimensionamento delle aziende di trasporto.

D'altro canto i livelli di efficienza che connotano le aziende di TPL non risentono solo delle caratteristiche del processo produttivo e delle dimensioni d'impresa ma sono influenzati in modo apprezzabile anche dalle condizioni dell'ambiente operativo. Generalmente queste condizioni includono la velocità commerciale, la densità abitativa dell'utenza, le caratteristiche del territorio in cui il servizio è erogato e anche la tipologia di sviluppo urbanistico dell'area. Alla luce di queste considerazioni in letteratura si è sviluppato un ampio filone di ricerca finalizzato ad analizzare le determinanti dell'inefficienza aziendale con particolare enfasi verso quegli elementi che sfuggono alla discrezionalità del management. Una delle conseguenze di questo interesse è stata la definizione di un numero cospicuo di modelli atti ad includere le variabili ambientali nei *framework* di analisi dell'efficienza sia in contesti parametrici che non parametrici. Nel secondo paragrafo è condotta una survey dei principali lavori empirici che hanno analizzato il ruolo dell'ambiente operativo nell'ambito del TPL. L'obiettivo di questo lavoro è quello di portare un contributo aggiuntivo nel dibattito sul TPL nazionale analizzando il ruolo svolto dall'ambiente operativo, nella determinazione dei livelli di efficienza in un campione di aziende di trasporto locale. La procedura multistadio utilizzata consente infatti, di discriminare gli effetti delle variabili discrezionali da quelli delle variabili ambientali. Nel paragrafo 3 si sintetizzano i termini rilevanti del dibattito sulle metodologie multistadio e le basi teoriche dell'analisi condotta. I dati utilizzati nell'analisi sono descritti nel paragrafo 4 mentre l'analisi empirica è presentata nel paragrafo 5, seguono le conclusioni.

## 2. Il ruolo dell'ambiente operativo nel settore del TPL alcune considerazioni sui risultati emersi

Il ruolo dell'ambiente operativo è stato ampiamente indagato in letteratura sia attraverso la stima delle funzioni di costo che delle funzioni di produzione adottando approcci parametrici o non parametrici o, talvolta, implementando i due metodi sugli stessi dati come in Levaggi (1994), Sahoo et al. (1999), Drake e Simper (2002). Esiste inoltre un certo numero di rassegne di questi lavori organizzate secondo vari principi come in Fabbri (1998) per l'analisi parametrica o come in Worthington e Dollery (2001) per entrambi i tipi di analisi. La rassegna qui proposta è finalizzata più limitatamente ad indagare i risultati, emersi in letteratura, sul ruolo dell'ambiente operativo nel TPL, indipendentemente dai metodi di stima e/o computo impiegati nell'analisi dell'efficienza.

### 2.1. I modelli parametrici

In letteratura (Tabella 1) è stato ampiamente dimostrata l'esistenza di fattori esterni alla sfera decisionale del management capaci di incidere la performance delle aziende di TPL, fattori che sovente sono individuati nelle variabili ambientali ed istituzionali. Come è noto gli approcci utilizzati per valutare i livelli d'efficienza di una unità produttiva possono essere variamente suddivisi a seconda che si tratti di approcci di funzione o di frontiera o a seconda che l'analisi utilizzi una metodologia di tipo parametrico o di tipo non parametrico. Nell'ambito degli approcci parametrici le distinzioni più importanti (Balassone et al. 2002) concernono gli studi "di frontiera" vs. "non di frontiera" e le tecniche "deterministiche" vs. quelle "stocastiche". In questa prima survey si è focalizzata l'attenzione sugli studi parametrici che:

- i. hanno direttamente caratterizzato la funzione di costo, o il processo produttivo, con variabili riferibili all'ambiente operativo;

- ii. hanno introdotto delle variabili esplicative dei livelli d'inefficienza propri del campione analizzato.

Storicamente un ruolo importante spetta alle variabili di policy e tra queste particolare attenzione è stata inizialmente rivolta al livello dei sussidi ed alle forme proprietarie delle aziende di trasporto: "... a number of recent US studies have indicated that the level of subsidy and the nature of ownership can influence public transport cost." (Button, O'Donnell, 1985). L'ambiente operativo ha anch'esso, da subito, catalizzato l'attenzione dei ricercatori: "... . Another complication which must also be considered when analysing urban transport service production is the systematic role played by the environmental variables." (Petretto, Viviani 1984); o ancora: "Bus cost differ not simply because of variation in factor input and output levels, but also because of the specifics of the wider urban environment in which the services are provided." (Button, O'Donnell, 1985). Un ulteriore gruppo di variabili sovente prese in considerazione concerne le "caratteristiche della rete" (Fraquelli, Piacenza 2002) che spesso sono incluse nel più ampio gruppo delle variabili ambientali e che rivestono un ruolo fondamentale poiché consentono di indagare il processo produttivo in termini di economia di scala e di densità. Nella letteratura più recente assumono rilevanza anche variabili connesse all'organizzazione delle aziende di TPL quali i livelli di specializzazione (aziende miste vs. aziende urbane o extraurbane), i livelli di differenziazione nell'erogazione dei servizi (aziende monoservizio vs. aziende pluriservizio), sino a giungere ad indicatori di utilizzo degli *asset* quali, ad esempio, il fattore di carico, l'indice di utilizzo dei mezzi nelle fasce di punta rispetto alle fasce di morbida. La tendenza in atto quindi, è quella di ampliare le tipologie di fattori con cui condizionare le analisi dell'efficienza includendo tutti quegli aspetti riconducibili al contesto operativo.

#### 2.1.1. Il ruolo dei sussidi

Il settore del TPL ha beneficiato per lungo tempo di un forte potere monopolistico e tale situazione ha dato luogo a posizioni di rendita tipiche di tutto il settore del servizio pubblico. L'Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato<sup>1</sup> scriveva nella sua Relazione annuale del 1997: "... l'Autorità ha osservato che l'elevato volume di risorse pubbliche assorbite da sussidi ai servizi di trasporto pubblico è riconducibile a scarsi incentivi all'efficienza interna, a cui contribuisce in misura significativa la mancanza di meccanismi concorrenziali.", sottolineando il forte legame tra sussidiazione e livelli d'inefficienza. Esiste d'altro canto un'ampia letteratura che testimonia il ruolo svolto dai sussidi nel determinare un aggravio delle condizioni d'inefficienza aziendale (Anderson, 1983; Pucher, Markstedt, 1983; Pucher et al. 1983; Button, O'Donnell 1985; Filippini, Prioni 1994; Fraquelli, Piacenza 2002; Percoco 2002). In altre parole, l'evidenza empirica (Karlaftis, McCarthy 1997; 1998) indica l'esistenza di un chiaro legame tra l'incremento del livello dei sussidi e la riduzione in termini di *performance* e produttività.

Scendendo nei dettagli diverse sono le modalità con cui i sussidi sono presi in considerazione. Una prima modalità considera il livello dei sussidi ponderati in vario modo: con i ricavi (BOD85, PE02); i passeggeri-km (FP94); o le ore di servizio dei bus (PMH83). Esiste poi una seconda modalità che può definirsi "qualitativa" e che caratterizza i sussidi:

---

<sup>1</sup> L'AGCM in data 15/06/2005 ha aperto una indagine conoscitiva (IC29, provvedimento 14414) riguardante le caratteristiche del settore dei servizi di trasporto pubblico locale in vista del completamento del processo di liberalizzazione.

Tabella. 1 : Una breve rassegna sulle variabili caratterizzanti ed esplicative dell'efficienza nel TPL

<b>Autori</b>	<b>Tipo</b>	<b>Input</b>	<b>Output</b>	<b>Variabili Caratterizzanti</b>	<b>Effetto*</b>	<b>Variabili Esplicative</b>	<b>Effetto*</b>	<b>Dati</b>	<b>Campione</b>
Petretto Viviani 1984 (PV84)	Funzione di produzione	Ore lavoro Nr. Veicoli	Bus-km	Velocità comm. Densità abitativa Densità circolaz. del mezzo privato	R R R			Cross section 1981	84 Az. di trasporto urbano Italia
Button O'Donnell 1985 (BOD85)	Costo tot. +factor share	Bus Lavoro Carburante	Ricavi Passeggeri trasportati	Incidenza sussidi sui ricavi Tipo di controllo autorità locale Densità abitativa Incidenza dei servizi ad operatore unico Intensità di utilizzo dei bus nella fascia di punta rispetto alla morbida	I I I I R			Panel 1971-80	44 Az. di trasporto urbano ed extra-urbano, UK
Viton 1986 (V86)	Funzione di produzione	Ore guida Ore lavoro Carburante Nr. veicoli	Bus-km	Età media parco macchine Intensità di utilizzo dei bus nella fascia di punta rispetto alla morbida	NS NS			Crossn section 1979	67 Az. di trasporto urbano, USA
Levaggi 1994 (L94)	Costo var. +factor share	Lavoro Carburante Materiali e servizi	Passeg-km	Lunghezza rete Velocità comm. Densità abitativa Fattore di carico	R R R R			Cross section 1989	55 Az. di trasporto Urbano, Italia

\*R =rilevante; I = irrilevante; NS = non significativa

(segue Tabella 1)

<b>Autori</b>	<b>Tipo</b>	<b>Input</b>	<b>Output</b>	<b>Variabili Caratterizzanti</b>	<b>Effetto*</b>	<b>Variabili Esplicative</b>	<b>Effetto*</b>	<b>Dati</b>	<b>Campione</b>
Filippini Prioni 1994 (FP94)	Costo tot. + regress espl. effic. di costo	Lavoro Capitale Energia	Posti-km	Lunghezza rete	R	% Deficit cantonale % Invest. Cantionali Incidenza sussidi sui passeggeri-km Sussidi integrativi Indebitamento az.	I. NS NS R R	Cross section 1989	93 Az. di trasporto regionali Svizzera.
Bhattacharyya Kumbhakar Bhattacharyya 1995 (BKB95)	Costo var. e factor share	Carburante Ore guida e manutenz. Altro lavoro	Passeg-km	Quota di bus utilizzati Fattore di carico	R  R	Tasso di utilizzo dei bus Nr guasti/10000km Numero medio giornaliero di veicoli su strada Forme proprietarie dell'azienda	 R R  R R	Panel non bilanciato 1983-87	32 Az. di trasporto India
Bhattacharyya Kumbhakar 1996 (BK96)	Costo var. e factor share	Carburante Ore guida e manutenz. Altro lavoro	Passeg-km	Quota di bus utilizzati Fattore di carico Numero medio giornaliero di veicoli su strada	R  R R			Panel non Bilanciato 1983-87	32 Az. di trasporto, India
Filippini Maggi Prioni 2001 (FMP01)	Costo totale e factor share	Lavoro Capitale Energia	Bus-km	Lunghezza rete Densità delle fermate Dummy per aree montane Progresso tecnolog.	R R R R			Panel 1991-95	34 Az. di trasporto Svizzera

\*R =rilevante; I = irrilevante; NS = non significativa

(segue Tabella 1)

<b>Autori</b>	<b>Tipo</b>	<b>Input</b>	<b>Output</b>	<b>Variabili Caratterizzanti</b>	<b>Effetto*</b>	<b>Variabili Esplicative</b>	<b>Effetto*</b>	<b>Dati</b>	<b>Campione</b>
Fraquelli Piacenza Abrate 2002 (FPA02)	Costo var. e factor share	Lavoro Carburante Materiali e servizi	Posti-km	Velocità comm. Specializzazione Multiprodotto	R R R			Panel 1996-98	45 Az. di trasporto urbano e extra-urb Italia
Fraquelli Piacenza 2002 (FP02)	Costo var. + ineffic.	Lavoro Carburante Materiali e Servizi	Bus-km x posti offerti	Velocità comm. Dummy az. extraurb. Dummy az. miste Progresso tecnolog.	R R R R	Dummy per tipo contratto (dc) Trend ineff. Variabile di interaz. (dc x Vel. comm.)	R R R	Panel 1993-98	45 Az. di trasporto urbano e extra-urb Italia
Percoco 2002 (PE2)	Costo totale + ineffic.	Lavoro Capitale Carburante	Passeggeri trasportati			Incidenza sussidi sui ricavi Ore lavorate	R R	Cross section 1997	99 Az. municip. Italia
Filippini Prioni 2003 (FP03)	Costo totale e factor share	Lavoro Capitale Energia	Bus-km Posti-km	Lunghezza rete Forme proprietarie dell'azienda Progresso tecnolog. Numero fermate Forme proprietarie dell'azienda Progresso tecnolog.	R R R R R R R			Panel 1991-95	34 Az. di trasporto, Svizzera

- i. per *fonte erogatrice* distinguendo tra statali vs. federali (AN82, PMH83, PM83) o tra federali vs. cantonali (FP94);
- ii. per *finalità* come nel caso dei sussidi “integrativi” per le aziende che operano in condizioni particolarmente svantaggiate (FP94);
- iii. per modalità di erogazione individuando i diversi i *tipi di contratto* che regolano l'erogazione dei sussidi stessi (FP02).

Con riferimento alla tabella 2 si evince come relativamente alla fonte erogatrice gli studi condotti con riferimento agli USA nei primi anni '80 sono concordi nell'attribuire un ruolo negativo ai sussidi Federali che, per ogni dollaro aggiuntivo (per ora di servizio) determinano un aggravio dei costi compreso tra i 29 ed i 62 ¢ mentre i sussidi statali e locali si caratterizzano per un impatto più incerto e comunque, a fronte di una medesima variazione, inferiore ai 35 ¢. I riscontri per l'Europa (Svizzera e UK e Italia) sono più incerti con il ruolo dei sussidi che non è così ben delineato. Se lo studio relativo all'Italia individua per l'anno 1999 un incremento dell'inefficienza del 14% (significatività al 10%) per ogni euro aggiuntivo di sussidi per passeggero trasportato dallo studio riferito al Regno Unito non emerge nessun apprezzabile impatto. Infine, nel caso della Svizzera, a fronte di una sostanziale ininfluenza del livello di sussidiazione cantonale emerge il ruolo disincentivante, dei sussidi compensativi erogati alle aziende operanti in contesti ambientali sfavorevoli con queste aziende che fanno registrare un incremento dell'inefficienza di costo di quasi il 20% rispetto alle aziende non compensate.

### 2.1.2. *La forma proprietaria ed il management*

Numerosi sono gli studi che hanno comparato le imprese di TPL pubbliche e private in termini di efficienza (Tabella 3). La valenza di universalità che caratterizza il TPL ha storicamente privilegiato la natura pubblica delle aziende erogatrici che hanno potuto contare a lungo su aiuti economici consistenti. La letteratura è abbastanza concorde nel individuare maggiori livelli di inefficienza nelle aziende pubbliche rispetto a quelle private seppure con delle eccezioni e delle opportune specificazioni. In tal senso vanno interpretati i risultati dello studio di Anderson (AN83) che analizzando gli effetti della proprietà pubblica e dei sussidi sull'efficienza giunge a concludere che più che la natura della proprietà è il problema dimensionale dell'impresa stessa a determinare i livelli di inefficienza. Esistono comunque risultati discordanti su questo aspetto, come testimoniato dai lavori di: Pucher e Markstedt (PM83), Pucher, Markstedt ed Hirschman (PMH83), Perry e Babitsky (PB86), Perry, Babitsky e Gregersen (PBG86), de Rus e Nombela (dRN97), Mizutani e Urakami (MU02) e Filippini e Prioni (FP03). In particolare PM83 dimostrano che il costo operativo orario è inferiore nelle imprese pubbliche e confermano tale risultato in PMH83 dove però evidenziano come le differenze si elidono se valutate in termini di produttività oraria. PB86 riscontrano, invece, una migliore prestazione delle aziende private in termini di redditività e di utilizzo degli *asset*. Più contenuti, seppur sempre significativi, i divari di efficienza tra aziende private ed aziende pubbliche stimati dagli altri autori. dRN97 limitano il divario in termini di costo al 14% in favore delle imprese private mentre per MU02 tale divario sale al 18,4% e si riduce al 13,9% in termini salariali mentre FP03 stimano un aggravio dei costi totali del 24,3% a scapito delle aziende pubbliche. Una specificazione giunge dallo studio di BKB95 che all'interno del settore individua delle differenze d'efficienza che dipendono dal tipo di proprietà pubblica con le aziende governative che risultano più efficienti delle restanti.



Tabella 2: Sussidi quale elemento caratterizzante od esplicativo dell'efficienza nel TPL

Variabile/i	Autore/i	Approccio (METODO DI STIMA)	Tipo	Variabile		Coef. Stimato (t-stat.)**	Effetto
				Modalità*	Media Dev. St.		
SUS(Loc.)/h servizio bus	AN83	2SLS su costo operativo orario	Continua	E	-	-	0,0047 (0,18)
SUS (Stat.)/h servizio bus			Continua	E	-	-	0,0642 (1,37)
SUS (Fed.)/h servizio bus			Continua	E	-	-	0,2790 (6,48)
SUS(Fed.)/h servizio bus	PMH83	OLS su costo operativo orario	Continua	E	6,19	2,34	0,293 (2,39)
		OLS su produtt. oraria	Continua	E	6,19	2,34	-0,015 (-2,50)
SUS (Stat.)/h servizio bus		OLS su costo operativ. orario	Continua	E	2,84	3,69	0,125 (1,59)
		OLS su produtt. oraria	Continua	E	2,84	3,69	-0,005 (-1,21)
Peso dei SUS dedicati (Locali e Statali)		OLS su costo operativ. orario	Dummy	E	0,37	0,48	1,483 (2,45)
		OLS su produtt. oraria	Dummy	E	0,37	0,48	0,006 (0,19)
SUS (Fed.)/h servizio bus	PM83	OLS su costo operativ. orario	Continua	E	6,19	2,34	0,619 (5,16)
SUS (Stat.)/h servizio bus			Continua	E	2,84	3,69	0,338 (4,55)
Peso dei SUS dedicati (Locali e Statali)			Dummy	E	0,37	0,48	2,377 (4,08)
SUS/ricavi	BOD85	Costo totale e factor share	Continua	C	-	-	da -0,002 a -0,021 (-0,06) (-0,76)

\* E = esplicativa, C = caratterizzante; \*\*se non diversamente specificato

(segue Tabella 2)

<b>Variabile/i</b>	<b>Autore/i</b>	<b>Approccio (METODO DI STIMA)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Variabile Modalità*</b>	<b>Media</b>	<b>Dev. St.</b>	<b>Coef. Stimato (t-stat.)**</b>	<b>Effetto</b>
SUS/passeg.-km	FP94	Costo totale + regress. espl. effic. di costo	Continua	E	-	-	-0,000006 (-1,24)	
% Sussidio Cantonale del deficit			Continua	E	-	-	0,00420 (1,34)	
% Sussidio Cantonale agli invest.			Continua	E	-	-	-0,00090 (-0,21)	
Tariffe compensative per Az. operanti in aree rurali			Dummy	E	-	-	0,19501 (2,47)	
SUS/passeg. trasportato	PE02	Costo totale + ineffic.	Continua	E	1,61	0,06	-0,14 (0,07) Err. St	
Tipo di contratto	FP02	Costo variabile + ineffic	Dummy	E				Schemi più incentivanti aumentano eff. del 49 %

\* E = esplicativa, C = caratterizzante; \*\*se non diversamente specificato

Tabella 3: Forma proprietaria quale elemento caratterizzante od esplicativo dell'efficienza nel TPL

Variabile/i	Autore/i	Approccio (METODO DI STIMA)	Variabile		Media	Dev. St.	Coef. Stimato ( <i>t-stat.</i> )**	Effetto
			Tipo	Modalità*				
Prop. Municipale	AN83	2SLS su costo operativ. orario	Dummy	E	-	-	-1,341 (-4,82)	
Oper. Regolato da contratto			Dummy	E	-	-	-0,152 (-0,63)	
Oper. Multi-utility			Dummy	E	-	-	0,190 (0,74)	
Oper. Pubblico appart. ente senza autonomia impositiva			Dummy	E	-	-	-0,533 (-2,62)	
Oper. Pubblico appart. ente con autonomia impositiva			Dummy	E	-	-	-1,112 (-3,05)	
Impresa privata	PM83	OLS su costo operativ. orario	Dummy	E	-	-	-1,722 (-3,12)	
Impresa privata	PMH83	OLS su costo operativ. orario	Dummy	E	0,44	0,50	-0,822 (-1,47)	
		OLS su produtt oraria	Dummy	E	0,44	0,50	0,072 (2,51)	
Tipo di controllo dell'autorità locale	BOD85	Costo totale e factor share	Dummy	C	-	-	da -0,0022 a 0,046 (-0,474) (0,156)	
Proprietà e gestione privata	PB86	OLS su efficienza veicoli	I modelli sono stimati separatamente per gruppi di imprese con caratteristiche diverse. In totale 22 private 144 pubbliche					Le imprese private hanno risultati migliori in termini di redditività e di utilizzo degli asset.
Proprietà e gestione pubblica		OLS su redditività veicoli	Le imprese private si collocano nell'area di New York e New Jersey.					
		OLS su redditività						

\* E = esplicativa, C = caratterizzante; \*\*se non diversamente specificato

(segue Tabella 3)

<b>Variabile/i</b>	<b>Autore/i</b>	<b>Approccio (METODO DI STIMA)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Variabile Modalità*</b>	<b>Media</b>	<b>Dev. St.</b>	<b>Coef. Stimato (t-stat.)**</b>	<b>Effetto</b>
Struttura prop. Imprese pubbliche	BKB95	Costo variabile e factor share	Dummy	C				Esiste nelle imprese indiane una maggior efficienza delle Az. governative sulle altre forme di proprietà pubblica.
Impresa pubblica	dRN97	Costo totale e factor share	Dummy	C	-	-	0,141 (0,032)	
Impresa pubblica (8 private + 9 pubbliche)	MU02	Costo totale e factor share Wage functions	Dummy	C			0,184 (0,031) 0,139 (0,024)	
Impresa privata (21 pubbliche + 13 private)	FP03	Costo totale e factor share	Dummy	C			-0,243 (0,025)	

\* E = esplicativa, C = caratterizzante; \*\*se non diversamente specificato

### 2.1.3 Variabili ambientali

Come ricordato in precedenza la struttura del *network* utilizzato per l'erogazione del servizio condiziona pesantemente l'efficienza del processo produttivo ed è sovente annoverato tra le variabili ambientali. Caratteristiche quali la lunghezza della rete, il numero delle fermate, e la lunghezza media della tratta inclusa tra due fermate adiacenti hanno ripercussioni importanti sulla struttura dei costi di un'azienda di TPL. Purtroppo a tale consapevolezza sovente non corrisponde una pari disponibilità di informazioni statistiche per modellare adeguatamente la struttura della rete aziendale, motivo per cui gran parte degli studi empirici utilizzano la lunghezza lineare della rete quale unica variabile esplicativa. La tabella 4 illustra i principali risultati ottenuti in letteratura relativamente all'introduzione di variabili caratteristiche della rete nell'ambito del TPL. Il quadro che emerge è quello di una diffusa presenza di economie di scala<sup>2</sup> (ES) per le aziende del TPL italiano. Un altro risultato interessante è che le ES aumentano al diminuire della dimensione delle aziende di TPL. Gli unici casi in cui non si rileva la presenza di ES sono quelli relativi al lavoro della Levaggi (LE94) in cui il coefficiente stimato per il lungo periodo è pari a 0,92 e quello di Filippini e Prioni (1994) (FP94) in cui le imprese di grandi dimensioni hanno un valore delle ES pari a 0,94, ma in questo caso il campione è di aziende svizzere. Gli stessi autori nel 2003 trovano per le aziende svizzere un valore di poco superiore all'unità (1,04) utilizzando come *output* i bus-km ma senza condizionare l'analisi alla dimensione aziendale.

Nel letteratura relativa al TPL il concetto di ambiente operativo include comunque ulteriori aspetti. Anderson (1983) utilizza quali variabili esplicative dei livelli salariali degli operatori del settore, la velocità commerciale che costituisce una delle caratteristiche ambientali più rilevanti nel determinare differenti livelli di efficienza. Di fatto la velocità commerciale riflette le condizioni di traffico unitamente ad altre caratteristiche dell'area servita. Un'altra caratteristica ricorrente è la densità abitativa della popolazione servita, elemento che condiziona pesantemente l'efficienza del servizio, *coeteris paribus*, una popolazione con densità superiore sfavorisce l'erogazione del servizio e quindi il raggiungimento di standard più efficienti. La prevalenza della natura urbana o extra-urbana del servizio erogato costituisce un altro elemento ambientale di notevole importanza. L'ambiente extra-urbano garantisce una maggior velocità commerciale, una minor incidenza dei periodi di morbida ed in generale si delinea come un ambiente che garantisce maggiori margini di efficienza alle imprese che vi operano. Infine le caratteristiche ambientali di utilizzazione del servizio concorrono a definire sostanziali divari nei livelli di efficienza soprattutto per quanto concerne il rapporto tra l'intensità del servizio erogato nelle ore di punta rispetto all'intensità del servizio erogato nelle ore di morbida. L'intensità può essere misurata in termini di passeggeri o di ore bus etc. La tabella 5 riporta i principali risultati relativamente all'influenza dell'ambiente operativo sull'efficienza del TPL. Le evidenze empiriche testimoniano il ruolo determinante della velocità commerciale nel ridurre l'incidenza dei costi nella gestione delle aziende del TPL o nell'incrementare i livelli di produttività del servizio (PV84). In generale l'entità dell'impatto di tale variabile è sempre molto rilevante con un'incidenza in alcuni casi superiori o prossimi al 50% (dRN97; PI02). Per le altre variabili prese in considerazione si registrano effetti più contenuti. Limitatamente al caso italiano si rimanda al lavoro di Fraquelli et al. (2001) (FPA01) da cui si evince come l'ambiente operativo delle aziende miste risulti più penalizzante rispetto all'ambiente operativo extra-urbano con impatti più contenuti rispetto alla velocità commerciale ma comunque quasi sempre superiori al 10% eccezione fatta per le aziende extra-urbane stimate con il modello non ristretto. Per quanto concerne infine la densità della popolazione servita le relazioni stimate sono di un impatto positivo sulla struttura dei costi (LE94) mentre è negativo sui livelli di *output* (PV84). Quest'ultimo lavoro evidenzia come l'impatto della densità abitativa rimane negativo anche dopo aver preso in considerazione la relazione con la densità di circolazione del mezzo privato, legame anch'esso negativo (-0,159) evidenziando il *trade-off* esistente tra mezzo privato e mezzo pubblico.

---

<sup>2</sup> Ricordiamo qui che per economie di scala (ES) di un'azienda a rete si intende la relazione esistente tra i costi di produzione ed il prodotto realizzato quando la dimensione del network varia proporzionalmente al prodotto.

## 2.2. I modelli non parametrici e l'approccio multistadio<sup>3</sup>

Negli studi sull'efficienza computata non parametricamente, l'ambiente operativo è stato incluso attraverso procedure a "più stadi" la cui finalità è quella di "omogeneizzare" i condizionamenti esterni legando l'inefficienza unicamente alla sfera delle determinanti "interne" all'azienda. Questa metodologia ha avuto un ampio utilizzo nella valutazione dei servizi pubblici<sup>4</sup>. I due contributi fondamentali sono quelli di Fried et al. (1999, 2002) che introducono la metodologia nell'ambito della valutazione del settore ospedaliero.

Oum e Yu (1994) attuano una delle prime applicazioni nel settore dei trasporti mentre nell'ambito del TPL (Tabella 6) il primo lavoro è quello di Kerstens (1996) che indaga 114 aziende di TPL esterne all'area di Parigi attraverso una serie di regressioni tobit in cui utilizza come dipendenti le misure di efficienza ottenute con diverse procedure DEA e FHD e come esplicative un set di variabili comprensive, tra l'altro, della struttura della rete. I risultati evidenziano l'importanza del ruolo della rete poiché sia la lunghezza media delle tratte che la distanza media tra fermate condizionano in modo significativo i livelli di efficienza prescindendo dalla modalità di misurazione dell'*output*<sup>5</sup>. Densità della popolazione e velocità commerciale non risultano invece significativi.

Pina e Torres (2001) conducono l'analisi del TPL per le principali città della Catalogna e regrediscono i punteggi d'efficienza ottenuti attraverso una procedura DEA, su un set ampio di variabili ambientali comprensive dell'estensione geografica delle città servite, della loro specializzazione produttiva, della densità abitativa, del numero di automobili circolanti, del reddito medio pro-capite e dell'età della popolazione. Gli autori non presentano nessun risultato: "*The environment variables have not been shown to be significant in any case. .... This is due to the fact that the cities studied have similar environment factors, which shows their homogeneity and comparability*" (*ibidem*).

Nolan et al. (2001) indagano per il quinquennio 1989-1993 venticinque aziende di trasporto pubblico statunitensi. Le misure di efficienza, *input ed output oriented*, rappresentano le variabili dipendenti di una regressione tobit in cui le covariate includono le variabili sotto il controllo del management e le variabili legate all'ambiente operativo. Tra quest'ultime gli autori considerano l'andamento climatico, la velocità commerciale media dell'azienda, il numero di chiamate per assistenza tecnica da parte dei veicoli ed un indicatore dell'intensità di carico dei bus. I risultati ottenuti indicano il ruolo della velocità commerciale sempre significativa e con coefficienti stimati compresi tra 0.022 e 0.037. L'indicatore climatico non è mai significativo come il numero di chiamate per guasti dei bus e l'indicatore di carico.

Odeck e Alkadi (2004) utilizzano tale metodologia per valutare l'efficienza degli operatori pubblici norvegesi considerando le differenze tra ambiente urbano e rurale oltre che la scala di produzione. Il campione è ripartito tra 25 aziende urbane e 22 extra-urbane. Le misure di riduzione d'utilizzo degli *input*, a parità di *output*, e dell'incremento di *output*, a parità di *input*, sono regredite, mediante una regressione tobit, su variabili di scala, su una variabile esplicativa dell'ambiente operativo, rurale vs. urbano, e sulla natura pubblica o privata dell'azienda. Relativamente all'ambiente operativo gli autori non riscontrano sostanziali differenze tra il contesto urbano ed il contesto rurale con dei coefficienti sempre scarsamente o per niente significativi. Inoltre i livelli medi di efficienza raggiunti dalle aziende sono molto simili nei due ambienti.

---

<sup>3</sup> In altri studi le variabili ambientali sono state introdotte direttamente nel problema di ottimizzazione come d'esempio in Bessent e Bessent (1980) ed in Ferrier e Lovell (1990) mentre altri autori hanno applicato una procedura DEA (exclusion method) che prevede di comparare ogni unità con quelle ubicate in ambienti simili o meno favorevoli (Muñiz 2002; Ruggiero 2004a, 2004b; Muñiz et al 2006). Per una trattazione completa sull'introduzione delle variabili ambientali negli approcci non parametrici si rimanda a Coelli (et al. 1998, pp. 166-172) ed al paragrafo 3.2.

<sup>4</sup> Oltre ai lavori fondamentali di Fried (et al. 1999 e 2002) si ricordano, a titolo di esempio, OECD (2005), Aida (et al. 1998), Sarrico e Dayson (2000), Coates e Ladmin (2002).

<sup>5</sup> L'*output* è espresso dall'autore sia in termini di bus-km che in termini di posti-km.

Tabella 4: Network quale elemento caratterizzante od esplicativo dell'efficienza nel TPL

Variabile/i	Autore/i	Approccio (METODO DI STIMA)	Variabile		Media	Dev. St.	Coef. Stimato ( <i>t-stat.</i> )**	Effetto <sup>+</sup> ES
			Tipo	Modalità*				
Lunghezza rete	LE94	Costo variabile +factor share	Continua	C	-	-	0,0233 (0,940)	0,92 <i>long-run</i> 1,43 <i>short-r</i> ,
Lunghezza rete	FP94	Costo totale +factor share	Continua	C	-	-	0,173 (2,491)	0,94 <i>large</i> 1,11 <i>medium</i> 1,67 <i>small</i>
Lunghezza rete	FMP01	Costo totale +factor share	Continua	C	40,1km <sup>°</sup>	-	0,228 (0,059) <sup>°°</sup>	1,03 (0,094) <sup>°°</sup>
Numero di fermate (1 Se Nr > mediana =44)			Dummy	C	-	-	0,243 (0,057) <sup>°°</sup>	
Lunghezza media rete intra-fermata	MU02	Costo totale e factor share	Continua	C	2,1 km	1,7 km	-0,128 (0,031)	---
Lunghezza rete	FFK03	Costo totale +factor share Aziende CH	Continua	C	(CH) 40, 8 km <sup>°</sup>	-	0,284 (3,97)	1,96(medie) 1,62(grandi) 1,80(piccole)
		Aziende I	Continua	C	(I) 899 km <sup>°</sup>	-	0,095 (2,691)	2,09(medie) 1,74(grandi) 3,24(piccole)

\* *E* = esplicativa, *C* = caratterizzante; \*\*se non diversamente specificato; <sup>+</sup>ES = economie di scala calcolate per l'unità mediana se non diversamente specificato. ° valore mediano, °°, errori standard.

(segue Tabella 4)

Variabile/i	Autore/i	Approccio (METODO DI STIMA)	Variabile		Media	Dev. St.	Coef. Stimato (t-stat.)**	Effetto <sup>+</sup> ES
			Tipo	Modalità*				
Lunghezza rete	FPi03	Frontiera stocastica	Continua	E	-	-	---	1,83
Lunghezza rete (R)	FP03	Costo totale + factor share output(bus-km)	Continua	C	40,1 km <sup>°</sup>	-	0,224 (0,062) <sup>°°</sup>	1,04 <i>Er St, 0,10</i>
Numero di fermate (Nf)		Costo totale + factor share output(posti-km)	Continua	C	44 <sup>°</sup>	-	0,348 (0,075) <sup>°°</sup>	1,17 <i>Er St, 0,15</i>
Lunghezza rete	FFK04	Costo totale + factor share	Continua	C	43	70		
		modello RE (mv)					0,244 (0,023) <sup>°°</sup>	1,754
		modello FE					0,240 (0,033) <sup>°°</sup>	2,055
		modello RE					0,264 (0,018) <sup>°°</sup>	1,713

\* E = esplicativa, C = caratterizzante; \*\*se non diversamente specificato; <sup>+</sup>ES = economie di scala calcolate per l'unità mediana se non diversamente specificato. ° valore mediano, °°, errori standard



Tabella 5: Ambiente operativo quale elemento caratterizzante od esplicativo dell'efficienza nel TPL

Variabile/i	Autore/i	Approccio (METODO DI STIMA)	Tipo	Variabile		Coef. Stimato ( <i>t-stat.</i> )**	Effetto
				Modalità*	Media Dev. St.		
Velocità Commerciale Densità pop	AN83	2SLS su costo operativ, orario	Continua	C	-	-	0,335 (7,74) <i>t-stat</i>
		2SLS su costo Salario operatore	Continua	C	-	-	-0,00029 (-0,071) <i>t-tat</i>
Velocità Commerciale Densità pop	PV84	Funzione di produzione	Continua	C	-	-	0,479 (0,175)
		2SLS	Continua	C			-0,044 (0,027)
Densità circol			Continua	C			-0,159 (0,036)
Velocità commerciale Densità pop	LE94	Costo variabile +factor share	Continua	C	-	-	-0,018 (0,686)
			Continua	C	-	-	0,019 (0,353)
Velocità commerciale	dRN97	Costo totale +factor share	Continua	C	-	-	-0,535 (0,076)
Velocità commerciale	FPA01	Costo variabile +factor share	Continua	C	23,1Km/h	8 Km/h	-0,228 (0,05)
Velocità commerciale	PI02	Costo variabile +factor share	Continua	C	-	-	
		Full Model					-0,878 (0,334)
		Restricted Model					-0,543 (0,154)

\* E = esplicativa, C = caratterizzante; \*\*se non diversamente specificato; ° valore mediano, °° errore standard.

(segue Tabella 5)

Variabile/i	Autore/i	Approccio (METODO DI STIMA)	Tipo	Modaltà*	Variabile Media	Dev. St.	Coef. Stimato (t-stat.)**	Effetto
Velocità commerciale	FPA04	Costo variabile +factor share Full Model	Continua	C	23,12km/h	0,34(CV)		
								-0,257 (0,084)
							Restricted Model	-0,215 (0,056)
Impresa extraurb (15 aziende)			Dummy	C	-	-		
							Full Model	-0,080 (0,037)
							Restricted Model	-0,121 (0,024)
Impresa mista (12 aziende)			Dummy	C	-	-		
							Full Model	-0,120 (0,058)
							Restricted Model	-0,150 (0,022)

\* E = esplicativa, C = caratterizzante; \*\*se non diversamente specificato; ° valore mediano, °° errore standard.

Boame (2004) analizza 30 aziende di trasporto canadesi per il periodo 1990-98. L'efficienza stimata<sup>6</sup> attraverso una procedura DEA rappresenta la variabile dipendente di una regressione tobit tra le cui covariate figurano la velocità commerciale, l'età media della flotta, il rapporto tra i bus circolanti nell'ora di punta ed in quella di morbida, ed un trend temporale. L'unica variabile riferibile all'ambiente operativo è la velocità commerciale che pur risultando significativa presenta un coefficiente stimato di 0.009 quindi molto più contenuto rispetto ai valori dei lavori precedenti.

Infine Buzzo Margari et al. (2006, 2007) esplorano l'impatto della regolazione e delle variabili ambientali sui livelli di efficienza di un campione di 42 imprese italiane di TPL per il periodo 1993-99. In questo caso la regressione del secondo stadio è attuata attraverso la stima di una frontiera stocastica per ognuno degli input previsti nel primo stadio. Le variabili dipendenti del secondo stadio sono infatti la somma *radial e non-radial input slacks* ciascuna regredita sul set di variabili di regolazione ed ambientali. Attraverso i parametri significativi di questa regressione il livello di input utilizzato dalle diverse aziende è corretto per tener conto delle diversità ambientali. I risultati che emergono confermano il ruolo significativo della velocità commerciale su tutti gli input mentre non è mai rilevante l'impatto della densità della popolazione e dell'età media della flotta.

Barnum et al. (2008a, 2008b) raccogliendo alcune indicazioni sulla validità della metodologia *two stages* propongono un approccio diverso (tabella 7) per eliminare le differenze di efficienza legate alla variabilità ambientale, il *reverse two stage method*. "*Without doubt, it is necessary to account for exogenous influences in order to explain variation in DEA scores.. . Because the conventional two-stage method is suspect and the exclusion method is invalid, finding a better alternative method is important.*" Barnum et al. (2008b)

In questo approccio il primo stadio prevede la correzione dei livelli di impiego degli input (Barnum et al., 2008a) o degli output (Barnum et al., 2008b) che sono corretti sulla base dei parametri stimati regredendo questi livelli sulle variabili ambientali ritenute rilevanti. Gli input e gli output "corretti" sono utilizzati nel secondo stadio che prevede il computo dell'efficienza attraverso gli approcci non parametrici. Nel caso della valutazione del trasporto dei diversamente abili i risultati sottolineano il ruolo significativo dei prezzi degli input e dell'intensità di utilizzo dei mezzi sia sulla spesa in servizi dedicati per i diversamente abili sia sulla spesa attribuibile ai diversamente abili in seno al TPL ordinario. Prive di effetto sono invece le variabili relative al clima ed alle modalità di erogazione del servizio. L'analisi di 46 aziende statunitensi su dati settimanali per la primavera del 2005 evidenzia l'influenza significativa sul numero di passeggeri trasportati della tipologia di strade servite mentre la percentuale di viaggi in orario è influenzata in modo significativo solo dalla densità della popolazione.

### **3. Misure d'efficienza tecnica non parametrica e loro utilizzo negli approcci multistadio**

#### **3.1. L'efficienza tecnica**

Un'azienda è considerata efficiente quando per ottenere un dato output sostiene costi minimi<sup>7</sup>. Per valutare, quindi, l'efficienza complessiva di una azienda dobbiamo tenere conto sia dell'efficienza tecnica sia dell'efficienza allocativa e necessariamente sono richieste informazioni sui prezzi in aggiunta a quelle relative alle quantità dei fattori produttivi e dei prodotti realizzati. In questa applicazione si focalizzerà l'attenzione unicamente sull'efficienza tecnica.

---

<sup>6</sup> L'autore implementa una procedura *bootstrap* per correggere i punteggi d'efficienza.

<sup>7</sup> In realtà come fanno notare Kumbhakar e Lovell (2000, p. 15) il concetto di efficienza complessiva, o economica, assume implicitamente l'imposizione di un appropriato obiettivo comportamentale da parte dell'unità decisionale.

Tabella 6: Variabili ambientali e modelli non parametrici a due stadi

Autori	I Stadio			II Stadio										
	Modello	Input	Output	Regressione	LHS	Variabili ambientali								
						Variabile	tipo*	media	dev. st.	coef. st. (sign. almeno 5%)**				
Kerstens (1995)	DEA (sd-wd) FHD con/senza outliers	Nr. veicoli	Bus-Km (Mod I)	Tobit	Misure di efficienza Mod. I e II (DEA sd-wd)	Proprietà	d	0,72	0,45	n.s. <sup>(a1)</sup>	n.s. <sup>(a2)</sup>	n.s. <sup>(b1)</sup>	n.s. <sup>(b2)</sup>	
		Occupati	Posti-Km (Mod II)			Gruppi o associaz.	d	0,64	0,48			n.d.		
		Carburante				Lunghezza linea	c	10,89	4,56	n.s.	n.s.	0,02	0,02	
						Distanza fermate	c	0,56	0,27	n.s.	n.s.	-0,25	-0,35	
						Velocità comm.	c	17,60	3,06			n.d.		
						Densità pop. urbana	c	9,70	6,84			n.d.		
						Età media flotta	c	6,95	1,99			n.d.		
						Rischiosità contratto	d	0,55	0,50	n.s.	n.s.	0,12	0,19	
						Durata contratto	c	8,12	4,45	0,02	n.s.	n.s.	0,03	
								Sussidiazione	c	0,49	0,18	n.s.	n.s.	-0,48
				Tax locale	c	0,72	0,30	n.s.	n.s.	0,48	0,57			
Pina e Torres (2001)	DEA	Carburante	Bus-Km/Occ.	OLS	Misura di efficienza	Clima				n.s.				
		Sussidi/Viaggiatore	Bus-Km/Bus			Specializ. produttiva			n.s.					
		Costo/Km	Bus-Km/Abitanti			Estensione			n.s.					
		Costo/Viaggiatore	Pop. Servita			Densità pop.		n.d	n.s.					
			Incidentalità			Nr. di automobili			n.s.					
			Frequenza corse			Reddito			n.s.					
						Età popolazione			n.s.					
Nolan (et al. 2001)	DEA - CRS Input oriented Output oriented	Nr. Veicoli	Bus-Km	Tobit	Misura di efficienza	Velocità comm.	c	13,58	1,80	0,02 <sup>(1)</sup>	0,04 <sup>(2)</sup>	0,04 <sup>(3)</sup>		
		Nr. add. manutenzione				Età media flotta	c	7,84	1,84	-0,01	-0,01	-0,01		
		Carburante				Nr. Passeggeri/bus	c	2,32	1,03	n.s.	n.s.	n.d.		
		Lunghezza linea				Nr. chiamate ass.	c	1747,80	1428,30	n.s.	n.s.	n.d.		
		Nr. altri add.				Clima	d		n.d	n.s.	n.s.	n.d.		
Odeck e Alkadi (2004)	DEA - VRS	Nr. totale posti	Posti-Km	Tobit	Misura di efficienza <i>risparmio input</i> <i>incremento output</i> <i>scala (risparmio input)</i>	Area urbana/rurale	d			0,135				
		Ore effettive di guida	Passeggeri-Km					n.d		n.s.				
		Nr. totale occupati									n.s.			
		Consumo Carburante												
		Capitale										n.s.		
Boame (2004)	DEA - VRS ricampionata	Nr. veicoli	Ricavo bus/km	Tobit	Misure di efficienza ricampionata	Velocità comm.	c	21,05	2,33	0,01				
		Carburante				Età media flotta	c	12,00	3,33	n.s.				
		Ore lavoro				Peak/base ratio	c	1,75	0,72	-0,05				
Buzzo Margari et al. (2006 2007)	DEA - VRS input oriented	Nr. autisti	Posti-Km	Frontiera Stocastica	Input slacks	Velocità comm.		n.d		-1,90 <sup>(c)</sup>	-1,84 <sup>(d)</sup>	-21,21 <sup>(e)</sup>	-53,96 <sup>(f)</sup>	
		Nr. altri occupati				Densità pop.		n.d		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
		Carburante				Età media flotta		n.d		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
		Spese varie				Nr. Veicoli								
						II Quartile	d		n.d.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
						III Quartile	d		n.d.		51,74	27,19	434,32	1922,48
						IV Quartile	d		n.d.		n.s.	31,34	421,07	n.s.
						Az. extra-urbana	d		n.d.		46,04	49,61	400,61	n.s.
		Az. mista	d		n.d.		67,76	39,49	852,34	2243,99				
		Cambiamento tecn.					n.d		7,82	n.s.	-53,87	n.s.		

\* d = dummy, c = continua; \*\* n.s. = non significativa, n.d. = non disponibile; (a1) Modello I stadio DEA sd; (a2) Modello I stadio DEA wd; (b1) Modello II stadio DEA sd, (b2) Modello II stadio DEA wd, (c) slack numero di autisti; (d) slack numero di altri occupati; (e) slack carburante; (f) slack spese materiale e servizi; (1) LHS = input oriented score (full model); (2) LHS = output oriented score (full model); (3) LHS = input oriented score (reduced model);

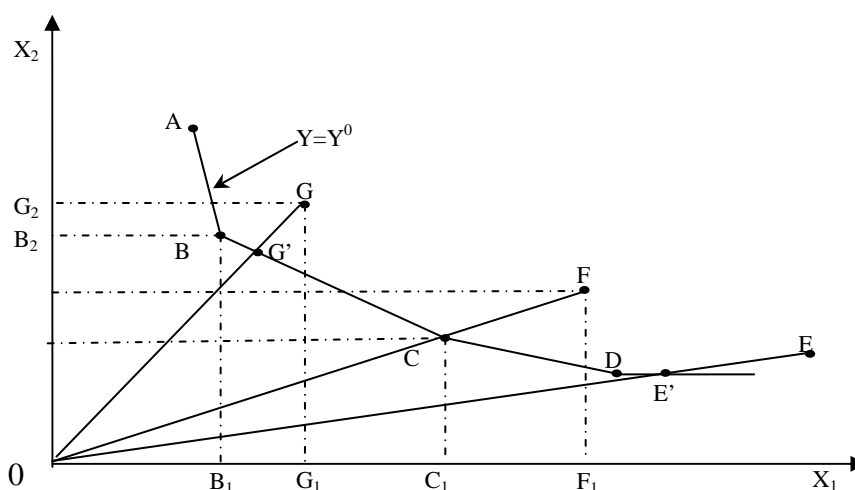
Tabella 7: Variabili ambientali e modelli non parametrici a due stadi - *reverse two stage method*.

Autori	I Stadio							II Stadio		
	Regressione	LHS	Variabili ambientali					Modello	Input	Output
			Variabile	tipo*	media	dev. st.	coef. st. (sign. > 5%)**			
<b>Barnum et al. (2008a)</b>	Panel data <i>FE - robust</i>	Input (1, 2):						DEA-CRS <i>Input or.</i>	Input <sup>(c)</sup> (1, 2) - spesa serv. - spesa TPL	Nr. passeggeri <sup>(d)</sup> : - su serv. disabili - su TPL Ricavo <sup>(e)</sup> : - su serv. disabili - su TPL
		Spesa <sup>(a)</sup> servizio trasporto div. abili	Nevosità	c	n.d.	n.s. <sup>(1)</sup>	n.s. <sup>(2)</sup>			
		Spesa <sup>(a)</sup> del TPL per div. abili	Erogazione servizio <sup>(b)</sup>	d	n.d.	n.s.	n.s.			
			Prezzo input	c	n.d.	1,50	1,27			
		Ore veicolo - passeggero		c	n.d.	0,31	0,51			
<b>Barnum et al. (2008b)</b>	OLS	Output (1, 2):						DEA-CRS <i>Output or.</i>	Posti-km Posti-ora	Output (1, 2) <sup>(h)</sup> : - nr. pass. corretto - OTP corretto
		- nr. di passeggeri	Densità pop.	c	n.d.	--- <sup>(1)</sup>	-0,06 <sup>(2)</sup>			
		- % di viaggi in orario (OTP)	Popolazione	c	n.d.	n.s.	---			
		<i>(On time performance)</i>	Pop x Key <sup>(f)</sup>	d	n.d.	n.s.	---			
			Pop x T6 <sup>(g)</sup>	d	n.d.	n.s.	---			
	Pop x Key x T6	d	n.d.	0,05	---					

(a) Spese di gestione; (b) dummy che indica se il servizio è erogato dalla stessa agenzia/da agenzia no-profit/da agenzia for-profit; (c) gli input sono corretti per le variabili ambientali; (d) i passeggeri sono i diversamente abili trasportati; (e) reddito operativo direttamente imputabile ai diversamente abili; (f) Key sono le strade a maggior produttività; (g) T6 sono le strade che servono aree ad alta utenza per il TPL; (h) gli output sono corretti per le var. ambientali; (1) e (2) si riferiscono ai due input utilizzati; (3) e (4) si riferiscono ai 2 output considerati. \*d = dummy, c = continua; \*\*n.s. = non significativa; n.d. = non disponibile.

Un'unità produttiva è tecnicamente efficiente quando, dati il livello di produzione e la tecnologia, la quantità degli *input* utilizzati non è maggiore di quella potenzialmente utilizzabile per ottenere lo stesso prodotto. Questo tipo di efficienza riflette l'abilità dell'azienda nell'ottenere il massimo *output* date le quantità degli *input*. Si consideri, ad esempio, di avere i dati sulle quantità di *input* utilizzate da un certo numero di aziende, ad esempio da sette aziende (individuate con le lettere A - G) le quali producano tutte una unità di *output* Y con diverse combinazioni di *input*, così come rappresentato nella figura 1. Siccome non è nota l'esatta posizione dell'isoquanto unitario, non è possibile dire quale delle sette aziende operi in una situazione di inefficienza. Si può al massimo riconoscere il fatto che l'azienda C utilizza, rispetto all'azienda B, una minor quantità dell'*input*  $x_2$  ed una maggior quantità dell'*input*  $x_1$  e che un discorso analogo può essere fatto per l'azienda D rispetto all'azienda C. Nella figura è comunque facile riconoscere che l'azienda F è certamente una azienda inefficiente: essa, infatti utilizza una maggiore quantità di entrambi gli *input* rispetto a C. Il segmento CF che misura la distanza tra la combinazione degli *input* nell'azienda C e quella nell'azienda F viene chiamato *radial input slack* esso indica di quanto l'azienda F sta eccedendo nell'utilizzo di entrambi gli *input* e, di conseguenza, di quanto gli *input* dovranno proporzionalmente essere ridotti affinché l'azienda possa ridurre il grado di inefficienza. I segmenti che congiungono tutte le combinazioni di *input* efficienti danno luogo all'isoquanto efficiente per cui tutte le aziende che si collocano lungo il segmento CD sono efficienti. Casi particolari sono quelli del punto E e del punto G. Il primo è inefficiente utilizzando, rispetto a D, una maggior quantità di entrambi i fattori. La sua proiezione radiale sull'isoquanto individua il punto E' che non è ancora efficiente poiché, rispetto a D utilizza  $x_1$  in eccesso. Il segmento DE' è chiamato "non radial input slack". Anche il secondo punto (G) è inefficiente in quanto utilizza una maggiore quantità di entrambi i fattori rispetto al punto B ma la sua proiezione radiale lungo l'isoquanto G' è pienamente efficiente.

Figura 1 - L'approccio non parametrico (input oriented)



La scomposizione, lungo gli assi degli *input*, del segmento GG' o del segmento CF rappresentano i "radial input slack". Entrambe le misure radiali e non radiali rappresentano un eccesso di utilizzo dei fattori produttivi rispetto all'utilizzo che degli stessi fanno le unità assunte efficienti. Saranno queste misure a svolgere un ruolo fondamentale nella valutazione dei livelli di efficienza del campione utilizzato.

### 3.2. Gli approcci multistadio

Uno dei principali aspetti connessi alla DEA è la necessità di identificare le influenze dell'ambiente operativo sui risultati economici delle aziende. Per far fronte a queste esigenze in letteratura sono reperibili principalmente tre approcci:

- (a) two-stage method;
- (b) exclusion method;

(c) reverse two-stage method.

Il primo di questi (a) sarà utilizzato in una versione modificata nel presente lavoro e conseguentemente è discusso in modo dettagliato nel paragrafo 5. Bisogna comunque sottolineare che esiste un ampio dibattito in letteratura sulla validità della procedura a due stadi nella versione originale<sup>8</sup>, dibattito relativo alla potenziale distorsione e precisione dei risultati finali (Barnum, Gleason 2007). A partire da questo dibattito si sono sviluppati due filoni di studio: Nel primo Daraio, Simar (2005) hanno proposto di introdurre le variabili ambientali mediante un approccio di frontiera probabilistica mentre nel secondo la strada percorsa è quella di correggere le distorsioni dell'approccio a due stadi attraverso delle procedure di ricampionamento finalizzate ad eliminare la distorsione nella fase di stima (Simar, Wilson, 2003, 2007). Quest'ultimo approccio pone comunque dei problemi nel caso in cui tra le variabili ambientali, utilizzate come regressori, vi siano delle variabili dicotomiche (Zelenyuk, 2005). Ciò nonostante l'approccio a due stadi continua ad essere utilizzato nella letteratura di settore nelle sue varie versioni (Buzzo Margari et al. 2007; Sangkyu, Jungnam 2007; Wang Huang, 2007; Balaguer Coll et al. 2007; Fotios, 2008)

Il secondo metodo (*exclusion method*) propone una procedura nella quale il computo della Dea avviene per cluster ognuno dei quali è definito in modo tale che ogni *i-esima* unità produttiva è confrontata unicamente con quelle, tra le restanti, che si trovano in un contesto operativo non migliore. La definizione del contesto operativo è attuata tramite un indice aggregato che combina l'efficienza tecnica delle singole unità con le variabili assunte come rilevanti nella definizione del contesto ambientale. Formalmente tale esclusione può essere effettuata in vario modo (Muñiz et al. 2006, pp. 1175-79) ma nella versione one-stage di Ruggiero (1996), sopra descritta, il tutto si risolve nel seguente problema di minimizzazione computabile sotto l'ipotesi di rendimenti di scala variabili:

$$\begin{aligned}
 & Eff(y^0, x^0) = \min \theta, \text{ s.to:} \\
 & \sum_{j=1}^J \lambda_j y_{kj} \geq y_{k0}, \quad \text{output } k=1, \dots, S \\
 & \sum_{j=1}^J \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0}, \quad \text{input } i=1, \dots, M \\
 & \lambda_j = 0 \text{ se } z_{rj} > z_{r0}, \quad \text{v. ambientali } r=1, \dots, R \\
 & \sum_{j=1}^J \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

con il vincolo su  $z$  che consente di escludere quelle unità che si collocano in un ambiente più favorevole.

I metodi proposti in letteratura consentono di operare sia con i punteggi di efficienza che con le slacks (Muñiz et al. 2006, pp. 1175-79) ma in ogni caso sussistono delle controindicazioni legate principalmente al problema della dimensionalità dei vari cluster "curse dimensionality" poiché la numerosità dei cluster non solo è diversa ma talvolta può essere molto ridotta per le unità che si trovano nelle condizioni peggiori. I principali limiti che ne derivano sono: i) i punteggi di efficienza ottenuti sono distorti con una distorsione che è proporzionale al condizionamento dovuto alle variabili ambientali; ii) i punteggi di efficienza, essendo calcolati su sub-campioni diversi, non sono sempre direttamente confrontabili.

Nel corso del 2008 sono apparsi in letteratura due contributi (Barnum et al. 2008a, 2008b) che perseguono l'obiettivo di valutare l'impatto delle variabili ambientali con un approccio

---

<sup>8</sup> Nella versione originale, come si evince dalla rassegna, sono i punteggi di efficienza delle aziende che sono direttamente regrediti sulle variabili ambientali. Nei successivi lavori di Fried et al. 1999, 2002 e di Buzzo Margari et al. 2007, come anche in questa applicazione, sono invece la somma dei *radial e non-radial input slack* ad essere regrediti sulle variabili di contesto.

diametralmente opposto a quello del two-stage method: il *reverse two-stage method*. I due stadi sono invertiti poiché è nel primo che si regrediscono i dati originali (input o output) per rimuovere l'effetto delle variabili ambientali e successivamente le variabili corrette si utilizzano per computare l'efficienza con la tecnica non parametrica più adeguata. Formalmente nel caso in cui la correzione sia operata sui dati dell'output *i-esimo* ( $y_i$ ) di  $n$  unità produttive<sup>9</sup> (Barnum et al. 2008b, p. 79) che utilizzano  $M$  input ( $x_m$ ) in un contesto operativo caratterizzato da  $R$  fattori ambientali ( $z_r$ ), avremo un primo stadio così rappresentabile:

$$\forall i, y_i = \alpha_i + \sum_{m=1}^M \beta_m x_m + \sum_{r=1}^R \gamma_r z_r + \varepsilon_i \quad (2)$$

I parametri relativi alle variabili ambientali, staticamente significativi, sono utilizzati per “correggere” l'output:

$$\forall i, y_i^{corr} = y_i - \sum_{r=1}^{R^*} \gamma_r^* z_r, \quad \text{con } R^* \leq R \quad (3)$$

Gli output corretti (originali) e gli input originali (corretti) sono utilizzati nel secondo stadio in un adeguata procedura DEA.

#### 4. Discussione dei dati e procedure preliminari

L'obiettivo di indagare l'impatto delle variabili ambientali su un campione di aziende di TPL attraverso l'adozione della procedura non parametrica DEA impone di affrontare alcuni problemi di un certo rilievo empirico quali: (I) la specificazione del modello da adottare; (II) il *mix size* dovuto alle differenze dimensionali delle aziende indagate.

##### 4.1. Specificazione del modello

La questione di quali input e quali output inserire nel modello DEA è uno dei momenti più delicati dell'analisi. Le variabili convenzionali utilizzate in letteratura concernono il lavoro, l'energia e una qualche forma di capitale sul versante degli input mentre sul versante degli output le variabili più usuali sono i bus-km, i posti-km ed i passeggeri-km. La volontà di estendere il numero di variabili esplicative degli input e degli output è coerente con l'obiettivo di caratterizzare il più possibile il processo produttivo analizzato, ma inserendo nella procedura un numero più elevato possibile di input ( $M$ ) e di output ( $S$ ) si devono tener presenti le due principali controindicazioni: (i) al crescere di  $M$  e  $S$  si deve avere necessariamente una maggiore disponibilità di osservazioni; (ii) se  $M+S$  è sovradimensionato rispetto al numero delle osservazioni allora cresce eccessivamente il numero di unità efficienti (Nunamaker, 1985). Esiste dunque un trade-off che vede da un lato uno scenario in cui usando piccoli valori di  $M$  e  $S$  si realizza un'elevata capacità di discriminazione tra unità efficienti vs. inefficienti ma con un basso potere esplicativo di tali divari, e sull'altro versante uno scenario in cui alla ricchezza di fattori produttivi e prodotti caratterizzanti il processo si associa una bassa capacità discrezionale con molte unità che risultano pienamente efficienti. In un simile contesto Parkin e Hollingsworth (1997) invitano ad attuare una attenta analisi di sensitività stimando modelli alternativi in cui il numero di input ed output cresce gradualmente. Nel nostro caso si è provveduto ad operare una selezione del modello da adottare scegliendo tra quelli riportati nella tabella 8.

---

<sup>9</sup> Per semplicità si assumono informazioni cross-section ma in Barnum et al. 2008a il metodo è applicato con dati panel.



Tabella 8: modelli valutati

Modello	Input			Output
I	L (Nr. add.)	K (Nr. Bus)		Bus-km
II	L (Nr. add.)	K (Nr. Bus)		Pass-km
III	L (Nr. add.)	K (Nr. Bus)	E (lt. carb.)	Bus-km
IV	L (Nr. add.)	K (Nr. Bus)	E (lt. carb.)	Bus-km; Pass-km

L'analisi dei punteggi ottenuti con i quattro modelli ci indicano, attraverso il test di Kruskal – Wallis, che al 10% di significatività possono assumersi provenire dalla stessa popolazione (tabella 9) mentre, relativamente alla concordanza degli ordinamenti la tabella 10 riporta il coefficiente di cograduazione di Spearman che evidenzia l'elevato grado di concordanza.

Tabella 9: Test di Kruskal - Wallis

modello	Oss	Rank Sum
Mod. I	100	21571
Mod. II	100	18578
Mod. III	100	21558.5
Mod. IV	100	18492.5
chi-squared (3)	6.869	
probability	0.076	
chi-squared with ties (3)	6.876	
probability	0.076	

Tabella 10: Coefficienti di cograduazione (100 oss.)

Modelli	I	II	III	IV
I	1			
II	0.9102*	1		
III	0.7834*	0.7834*	1	
IV	0.7149*	0.7802*	0.9320*	1

\* significatività al 1%

Lo studio di sensibilità condotto sui quattro modelli indagati rivela un elevato grado di stabilità e di concordanza nelle graduatorie di punteggi ottenuti. Alla luce di questi risultati si è scelto di adottare la specificazione che prevede tre tipologie di input aggregati: lavoro (L), capitale (K) ed energia (E); e come output i bus-km ed i passeggeri-km. La possibilità di adottare un modello con due output è resa possibile dalla bassa correlazione esistente tra queste due variabili (0,38 con sign. 1%). Odeck e Alkadi (2004) evidenziano come, al fine di preservare la capacità discriminatoria del modello DEA, debbano essere eliminati quegli input e quegli output che presentano un'elevata correlazione, all'interno delle rispettive tipologie, al fine di evitare l'impiego di informazioni ridondanti. Tutte le informazioni derivano dalla banca dati ASSTRA e la tabella 11 riporta le statistiche descrittive relative al campione di aziende utilizzate per il modello specificato.

Tabella 11: statistiche descrittive *input ed output* Mod. III

Variable	Oss.	Media	Dev. St.	Min	I Q	Mediana	III Q	Max
lavoro	100	227.76	189.22	4.00	76.50	201.50	341.00	1292.00
carburante	100	1907511.00	1500124.00	42543.00	588043.00	1503516.00	2906102.00	5766785.00
vetture	100	128.33	99.92	5.00	40.00	112.50	205.50	396.00
pass-km	100	8072552.00	1.57e+07	144986	1480412	4598906	1.01e+07	1.46e+08
bus-km	100	4883736.00	3972783.00	47200.00	1531437.00	3916895.00	7535995.00	17600000.00

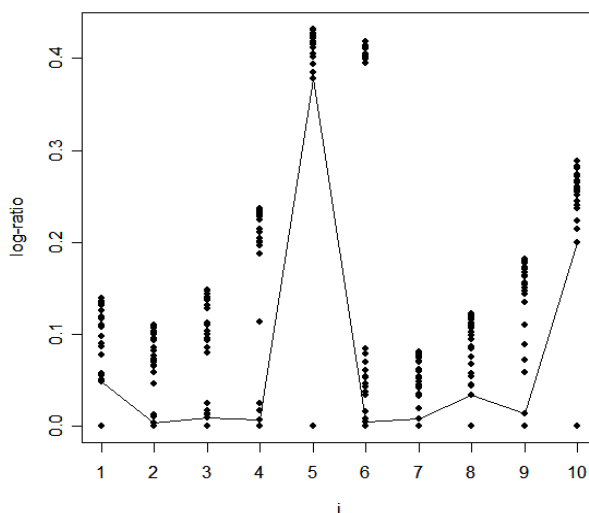
#### 4.2. Il problema dell'eterogeneità dimensionale: mix size

La tabella 11 evidenzia la presenza di una certa eterogeneità che contraddistingue il campione utilizzato relativamente al set di input ed output impiegati nell'analisi. Se si prendono, ad esempio i passeggeri trasportati si vede come la differenza tra il valore minimo ed il valore

massimo sia pari ad un fattore 1000 mentre il valore relativo al lavoro è circa 300 ed quasi 80 per le vetture. Più contenuti invece appaiono i divari in termini di output e di energia, divari che comunque si attestano sempre su dei valori ragguardevoli.

La presenza di *outliers* nelle procedure non parametriche è un problema che può inficiare tutto l'esito dell'analisi. Nel nostro caso la procedura implementata da Wilson (1993) per l'individuazione di eventuali osservazioni anomale, di cui si riporta la parte d'interesse della rappresentazione grafica (Figura 2), individua in due unità operative ( $i = 5$  e  $10$ ) altrettanti potenziali outliers.

Figura 2: individuazione degli outliers



La presenza di queste unità renderebbe poco robusto l'esito finale dell'analisi e quindi si è provveduto alla loro rimozione.

## 5. L'analisi dell'efficienza: il ruolo delle variabili ambientali

L'analisi è condotta attraverso una procedura DEA a due stadi utilizzando una funzione di produzione. Attraverso la DEA, verificata la condizione di convessità dell'insieme dei fattori e dei prodotti, si attua una comparazione sistematica tra le aziende del campione e le possibili combinazioni delle stesse ricordando che una azienda è definita efficiente se non esistono altre aziende, o combinazioni lineari delle stesse, capaci di produrre almeno lo stesso livello di prodotto dati i fattori produttivi o impiegare meno fattori produttivi dato il livello di *output*.

### 5.1. Analisi non parametrica a due stadi della funzione di produzione

In questo paragrafo l'analisi dell'efficienza delle 98 aziende indagate è condotta attraverso un processo a due stadi diffuso in letteratura (Fried et al. 1999) che ha come elemento centrale dell'analisi la DEA. Attraverso questa tecnica non parametrica è possibile costruire delle frontiere *best practice* rispetto alle quali si determina il livello d'efficienza di ogni azienda. Il vantaggio di questa metodologia, che deriva dalla programmazione matematica, è di attuare una ponderazione del rapporto di efficienza di ogni azienda (*output/input*) che è indipendente dai prezzi degli *input* e degli *output* e che è frutto di una massimizzazione vincolata che pone ogni azienda nell'ottica valutativa migliore. Lo scotto che si paga con un simile processo di ponderazione è che i pesi risultano estremamente eterogenei tra le diverse aziende. Un altro aspetto importante è che la determinazione della frontiera efficiente non avviene con modalità deduttive partendo da assunzioni teoriche generali ma scaturisce empiricamente dalle osservazioni disponibili alle quali dunque è indissolubilmente legata. L'analisi è articolata su tre livelli:

- i. nel primo step si conduce un'analisi DEA (*one stage*) multi-*input* e multi-*output* che consente di ottenere oltre ad i livelli d'inefficienza di ogni unità anche i livelli di *slack* (radiali e non) distinti per *input* ed associati ad ogni azienda;
- ii. l'ammontare complessivo di *slack* associato ad ogni *input* è regredito su un set di variabili "esogene" esplicative dei termini d'inefficienza. I coefficienti della stima sono ottenuti per procedere ad un aggiustamento degli *input* originari, aggiustamento che tiene conto delle condizioni ambientali;
- iii. il terzo passo prevede l'utilizzo degli "*input* aggiustati" al fine di calcolare nuovamente i livelli d'efficienza delle singole aziende.

### 5.1.1. Fase I: L'analisi DEA iniziale

Il modello iniziale include tre *input* (lavoro, autovetture e consumi di carburante) e due *output* (bus-km e pass-km) sotto l'ipotesi di rendimenti variabili di scala (VRS). Questo tipo di problema è risolto, in forma vettoriale, attraverso la seguente procedura di minimizzazione vincolata:

$$Eff^n = \min_{\theta, \lambda} \theta,$$

s.to:

$$-y_n + Y\lambda \geq 0 \tag{4}$$

$$\theta x_n - X\lambda \geq 0$$

$$N1'\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

dove la matrice  $X_{(3*98)}$  è la matrice degli *input* ( $M=3$ ),  $Y_{(2*98)}$  è la matrice degli *output* ( $S=2$ ) e  $x_n$  ed  $y_n$  sono i vettori colonna che individuano nello spazio la *n-esima* azienda con  $n=1 \dots 98$ ;  $\lambda_{(98*1)}$  è un vettore di costanti,  $N1'\lambda = 1$  rappresenta il vincolo di convessità mentre il valore di  $\theta$ , che è uno scalare, indica il livello d'efficienza raggiunto dalla azienda *n-esima*.

Dalla soluzione del modello di programmazione lineare (4) derivano, infine, anche i valori delle *slacks* ( $Sl_m$ ) complessive (radial e non-radial) per ogni *input* dove i singoli elementi di ognuno dei 3 vettori è così calcolato:

$$sl_{mn} = x_{mn} - X_m\lambda \tag{4a}$$

I livelli d'efficienza ottenuti non considerano l'effetto che l'ambiente operativo, eterogeneo tra le aziende, può avere su quest'ultime. Come evidenziato da più autori (Fried et al. 1999, 2002; Coelli et al. 1998; Muñiz 2002), l'ambiente in cui le diverse aziende si trovano ad operare influenza notevolmente la *performance* delle stesse sia penalizzando la prestazione di aziende efficienti, qualora le condizioni estranee al controllo del management risultino sfavorevoli, sia esaltando prestazioni non efficienti qualora le stesse condizioni risultino invece particolarmente favorevoli. Tradizionalmente le variabili esplicative di queste condizioni sono ricercate tra (Coelli et al. 1998):

- i) differenze nella struttura proprietaria della azienda
- ii) caratteristiche legate al territorio ed alle caratteristiche socio-demografiche delle località in cui sono ubicate le aziende
- iii) caratteristiche del mercato del lavoro
- iv) livello di regolamentazione e dei sussidi da parte degli enti pubblici.

Nel presente lavoro le variabili caratterizzanti l'ambiente operativo sono il grado di specializzazione della azienda, il livello dei contributi percepiti ed un indicatore del livello di diffusione dei mezzi di trasporto privati caratterizzante la regione in cui è ubicata la azienda, variabili che si collocano quindi nella ii e iv tipologia.

### 5.1.2. Fase II: L'impatto dell'ambiente operativo sulla dotazione di risorse

In questa fase si conduce la stima di un numero di equazioni pari al numero di *input* impiegati nel processo produttivo in cui la variabile dipendente è la somma dei *radial* e non *radial slack* mentre le variabili indipendenti sono quelle caratterizzanti l'ambiente operativo. I problemi che si pongono concernono la scelta della più appropriata tecnica econometrica. In letteratura

si rintracciano diverse procedure (*OLS*, *SURE*, *Tobit*, *SFA*). I principali criteri di scelta concernono (Fried et al. 1999, 2002):

- i) individuazione dell'effetto ambientale disgiuntamente o meno dalla variabilità stocastica;
- ii) omogeneità nelle variabili che influenzano l'utilizzo degli input.

Relativamente al primo criterio la dicotomia si pone tra tecniche capaci di separare in due componenti il termine erratico, *SFA* vs. altre procedure mentre nel secondo caso la scelta è tra la stima di un sistema di equazioni vs. *M* singole equazioni (se *M* sono gli *input*). Evidentemente la stima di *M* singole equazioni è subordinata alla condizione di omogeneità delle variabili esplicative. Nel nostro caso essendo la variabile indipendente naturalmente troncata a zero la scelta è caduta su una regressione troncata anche se questa scelta non consente di distinguere tra componente ambientale ed errore stocastico come nel caso della *SFA*. Ottenuto attraverso il primo stadio il vettore  $Sl_m$  che ci informa sui livelli di efficienza delle nostre unità, questo va regredito sul set di covariate  $z$  prescelto quale rappresentativo del contesto ambientale. Formalmente la relazione stimata è la seguente:

$$sl_{mn} = g^m(z_n, \beta^m) + u_{mn} \quad (5)$$

assumendo che

$$sl_{mn} = \begin{cases} z_n + u_{mn} & \text{se } z_n + u_{mn} \geq c_n \\ \text{sconosciuto} & \text{se } < c_n \end{cases} \quad (6)$$

dove:

- 1  $sl_{mn}$  è la somma dei *radial* e *no-radial slack* della *n*-esima azienda per l'*input* *emmesimo*
- 2  $z_n$  è il vettore dei regressori che connotano l'ambiente operativo
- 3  $u_{mn} \sim N^+(\mu_m, \sigma_{um}^2)$  è il termine di disturbo

La scelta della distribuzione troncata normale, molto più severa di quella censurata adottata nelle usuali stime tobit, trova giustificazione nelle simulazioni condotte da Simar e Wilson (2007) che mettono in luce il catastrofico comportamento della distribuzione censurata.

Dalla lettura dei parametri stimati ottenuti con la (5) è possibile risalire agli impatti ed ai condizionamenti del contesto ambientale sulle performance delle aziende di TPL. I coefficienti che risultano dalla stima sono impiegati per correggere e livellare i dati originari degli *input*. Tale aggiustamento può essere ispirato a diverse filosofie:

- i) posizionare tutte le aziende nelle peggiori condizioni ambientali campionarie
- ii) posizionare tutte le aziende nelle migliori condizioni ambientali campionarie
- iii) posizionare tutte le aziende al livello medio campionario delle condizioni ambientali.

Ottenuta la stima dei coefficienti  $\hat{\beta}^m$  dalla (5) è possibile correggere il livello degli *input* posizionando tutte le aziende nelle condizioni meno favorevoli riscontrabili nel campione, formalmente:

$$x_{mn}^{corr} = x_{mn} + \left[ \text{Max}_n(z_n \hat{\beta}^m) - z_n \hat{\beta}^m \right] \quad (9)$$

Questo consente di sostituire la matrice degli input originari con la matrice degli input corretti.

### 5.1.3. Fase III: L'analisi DEA finale

La fase finale prevede unicamente il computo dei livelli d'inefficienza delle 98 aziende partendo dai nuovi dati che includono gli input corretti per le condizioni ambientali

considerate. I nuovi livelli d'efficienza sono quindi calcolati uniformando le caratteristiche operative esterne.

## 5.2. I risultati della metodologia non parametrica a due stadi

Si riportano in questa sezione i risultati, suddivisi per fase, delle procedure esposte nel paragrafo precedente.

### 5.2.1. Fase I: L'analisi DEA iniziale

I livelli d'efficienza stimati sono riassunti nella tabella 8 ed evidenziano una ragguardevole variabilità nel campione. Risultando tali valori da una procedura *one-stage* l'inefficienza dovuta ai *no-radial slack* non è presa in considerazione. Includendo tali "eccessi d'impiego" dei fattori produttivi si registra un peggioramento dei livelli d'efficienza come illustrato di seguito:

- 1 input 1 efficienza media 50,3%
- 2 input 2 efficienza media 51,1%
- 3 input 3 efficienza media 52,1%.

Efficienza media	0,579
Efficienza minima	0,163
Efficienza massima	1,000
Efficienza al 1° Q	0,440
Efficienza al 2° Q	0,544
Efficienza al 3° Q	0,683
Dev.st	0,205
CV	0,354
Nr. di aziende efficienti	7

### 5.2.2. Fase II: L'impatto dell'ambiente operativo sulla dotazione di risorse

Si sono stimate separatamente le tre equazioni relative ai tre *input* considerati nella fase I, i risultati delle stime sono riportati nella tabella 9. Relativamente ai segni attesi l'aspettativa è che un coefficiente positivo individui una condizione ambientale sfavorevole mentre un segno negativo indica una condizione ambientale favorevole. Per la variabile relativa al grado di specializzazione della azienda questa è una *dummy* che assume valore 1 per le extra-urbane e 0 per le rimanenti (miste ed urbane). In questo caso il segno negativo indica una condizione più favorevole nell'operare in ambito extra-urbano rispetto alle altre condizioni. I risultati confermano il ruolo delle variabili ambientali adottate nel determinare il livello d'eccesso d'utilizzo degli *input*.

La possibilità di erogare il servizio in ambiente extra-urbano determina una generalizzata riduzione dei livelli d'inefficienza a conferma delle ripetute citazioni sulla maggior "profitabilità" delle linee extra urbane rispetto a quelle urbane sia per la maggior velocità commerciale che per la minor incidenza delle fasce orarie di morbida. Il parametro associato a questa variabile risulta significativo almeno al 5% in tutte e tre le regressioni. Il livello dei sussidi percepiti da ogni azienda opera positivamente sul livello d'eccesso d'utilizzo degli *input* a conferma del ruolo distorto che questi svolgono sulla gestione e prestazione del servizio. Livelli di corrispettivi-km<sup>10</sup> più elevati rendono meno stringente la necessità di adottare politiche per promuovere maggiori livelli d'efficienza. Il parametro associato a questa variabile risulta essere sempre significativo al 5%.

<sup>10</sup> Risultati più precisi potrebbero essere ottenuti disponendo informazioni aggiuntive sulle tipologie di contratto incentivante a cui sono legati i sussidi ma tali informazioni sono disponibili per un numero ridotto di imprese.

Tabella 9- Stima modello regressione troncata

Variabili indipendenti	Forza Media	Bus	Carb
cost	276,26 (169,42)	31,07 (73,08)	708214,30 (999519,21)
spec	-73,03 (30,96)**	-26,36 (13,35)*	-505629,91 (182629,53)*
contr	8,74 (3,44)**	3,75 (1,48)**	46328,26 (20306,01)**
cong	200,98 (98,94)**	65,97 (42,68)***	672990,46 (583635,89)
$\sigma$	133,04 (9,96)*	57,43 (4,31)*	785726 (59010,96)*
logMV	-580,65	-504,54	-1371,47

La variabile dipendente è la somma degli slack radiali e non. Tra parentesi sono riportati gli errori standard. Significatività dei parametri stimati  
\* 1%, \*\* 5% \*\*\* 10%.

L'ultimo parametro stimato è associato alla variabile *proxy* della congestione (diffusione del mezzo privato). In questo caso il parametro stimato seppure ha un segno concorde con le aspettative, presenta una significatività molto bassa che diviene nulla nel caso dell'*input* carburante. Sulla base di questi parametri si sono corretti i livelli degli *input* tenendo conto dell'eterogeneità ambientale. La correzione è eseguita solo con i coefficienti significativi almeno al 10%.

### 5.2.3. Fase III: L'analisi DEA finale

La correzione degli *input* è attuata nella direzione di collocare tutte le aziende, per ogni *input*, nelle condizioni ambientali più sfavorevoli dato che l'applicazione della (9) non altera la dotazione di *input* della azienda più sfavorita, infatti il termine in parentesi quadra assume valore zero, mentre penalizza tutte le restanti aziende per le quali il secondo addendo è minore del valore massimo predetto. Il livello di dotazione originaria insieme al livello corretto sono riportati, per ogni fattore produttivo, nei grafici 1-3

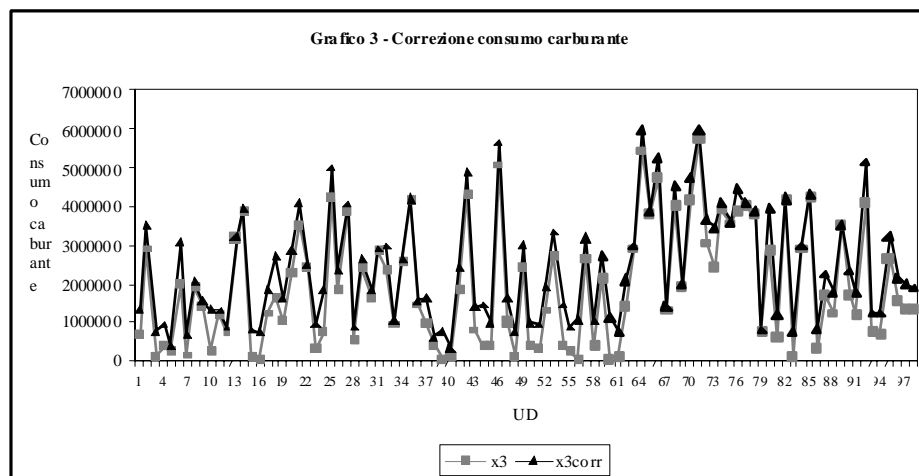
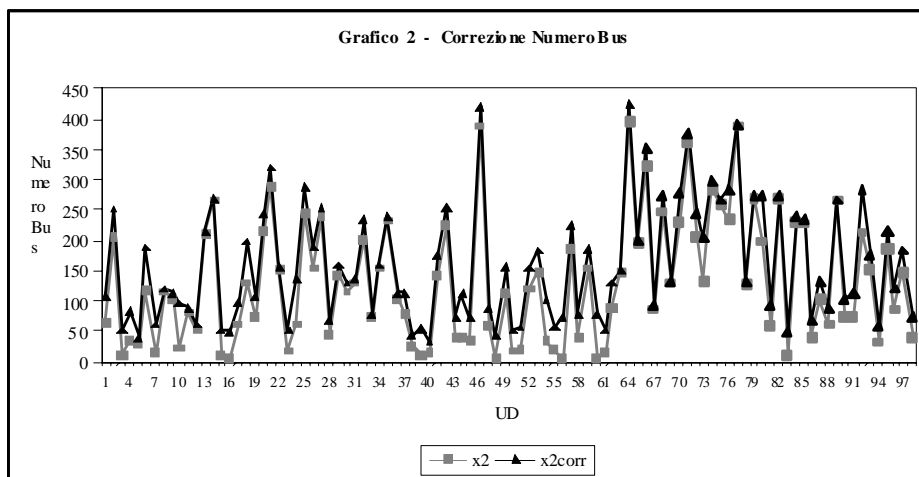
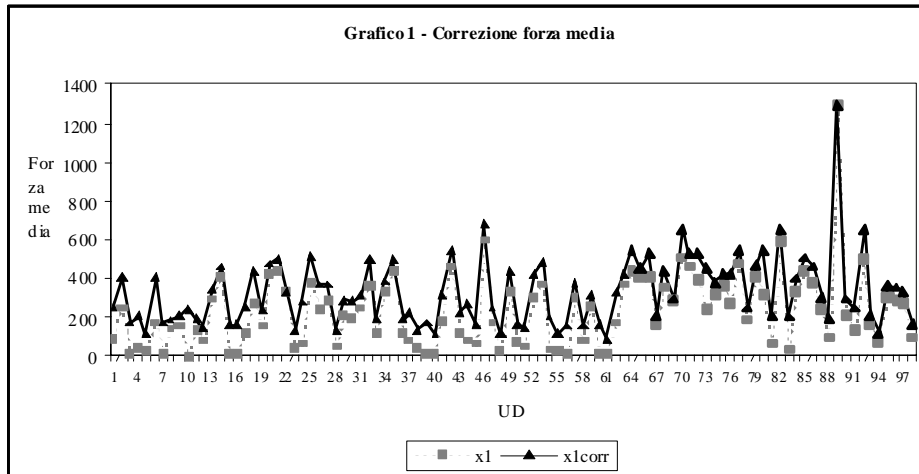
Sulla base di questi dati la procedura si conclude con il calcolo dei nuovi livelli d'efficienza per le 98 aziende, i risultati sono riportati nella tabella 10 dalla quale emerge un incremento dei livelli medi di efficienza, un aumento del numero delle aziende efficienti ed una riduzione della deviazione standard e del coefficiente di variazione. L'aumento del livello d'efficienza indica come la penalizzazione che subiscono le aziende operanti nelle circostanze meno favorevoli sia superiore ai vantaggi di cui godono le aziende operanti nelle condizioni più favorevoli.

Tabella 10 - Efficienza calcolata con la DEA della terza fase (VRS).

Efficienza media	0,738
Efficienza minima	0,201
Efficienza massima	1,000
Efficienza al 1° Q	0,643
Efficienza al 2° Q	0,730
Efficienza al 3° Q	0,845
Dev.st	0,157
CV	0,212
Nr di aziende efficienti	9

D'altro canto la riduzione della variabilità dell'indice di efficienza è una conferma dell'effetto

delle variabili ambientali sull'eterogeneità della *performance* delle diverse aziende, correggendo per queste variabili la dispersione dell'indicatore si riduce in modo apprezzabile. L'ultima osservazione è relativa agli ordinamenti che si ottengono prima e dopo la correzione degli *input*: l'effetto del controllo per le variabili ambientali modifica in modo apprezzabile i due ordinamenti dato che il coefficiente di correlazione (Tau di Kendal) è pari solo a 0,49 (sign. 1%).



## 6. Conclusioni

Nel dibattito sulla forza e sulla competitività del TPL più volte è stato richiamato il ruolo dell'ambiente operativo quale elemento caratterizzante il settore. I modelli deterministici tradizionali di computo dell'efficienza non riescono a tener conto di questi fattori e conseguentemente i livelli di efficienza calcolati risultano imprecisi e inaffidabili. L'eterogeneità ambientale tende a confondere i livelli di efficienza premiando le imprese poste in contesti favorevoli e penalizzando quelle dislocate in ambiti sfavorevoli. Il presente contributo cerca di evitare questa possibile fonte di confusione ponendosi l'obiettivo di evidenziare il ruolo dell'ambiente operativo nel determinare i livelli d'efficienza del TPL italiano. I risultati conseguiti confermano l'importante ruolo svolto da queste variabili. In particolare i contesti extra-urbani concorrono ad aumentare i livelli di efficienza in modo apprezzabile mentre il grado di sussidiatura è un elemento che determina un diffuso aggravio dell'efficienza aziendale.

Dal punto di vista metodologico la procedura a due stadi ha confermato che l'analisi dell'efficienza condotta tenendo conto del ruolo giocato dalle principali variabili ambientali consente di correggere i livelli di efficienza calcolati con un approccio puramente deterministico. La stessa procedura ha consentito anche di valutare il peso del contesto ambientale in un'ottica "meritocratica". In primo luogo il coefficiente di concordanza tra le graduatorie di efficienza ottenute nelle due fasi presenta una bassa correlazione ed, in secondo luogo, il livello di efficienza complessivo tende ad aumentare nella seconda graduatoria, una volta cioè che le aziende operano tutte in un contesto più omogeneo. Questo risultato, dovuto al fatto che la penalizzazione subita dalle aziende che operano negli ambienti meno favorevoli è superiore ai vantaggi di cui godono le aziende ubicate più favorevolmente, evidenzia come l'eterogeneità legata alle variabili non discrezionali giochi un ruolo molto importante in seno al TPL tanto da poter controbilanciare anche gli eventuali miglioramenti conseguibili con le scelte manageriali, motivo per cui una precisa definizione del contesto operativo delle aziende del TPL costituisce una premessa indispensabile per una corretta valutazione del loro livello di efficienza.



## Bibliografia

- AGCM (1997), Relazione Annuale sull'attività.
- Aida K., Cooper William W., Pastor J. e Sueyoshi T. (1998), "Evaluating Water Supply Services in Japan with RAM: a Range-adjusted Measure of Inefficiency", *Omega*, vol. 26, n. 2, pp. 207-232.
- Ali A.I. e Seiford L.M. (1993), "The mathematical programming approach to efficiency analysis" in Fried H.O., Knox Lovell C.A. e Schmidt S.S. (a cura di), *The measurement of productive efficiency –Techniques and Applications-*, Oxford University Press, New York, pp. 120-159.
- Anderson S.C. (1983), "The Effect of Government Ownership and Subsidy on Performance: Evidence from the Bus Transit Industry", *Transport Research A*, vol. 17, n. 3, pp. 191-200.
- Balassone F., Francese M. e Giordano R. (2002), "Efficienza nei servizi pubblici: una rassegna della letteratura", in (AA.VV.), *L'efficienza nei servizi pubblici*. Banca d'Italia, Roma, pp. 19-80.
- Barnum D.T. e Gleason J.M. (2007), "Bias and precision in the DEA two-stage method", *Applied Economics*, in press.
- Barnum D.T., Gleason J.M. e Brendon H. (2008a), "Estimating DEA Confidence Intervals for Canadian Urban Paratransit Agencies Using Panel Data Analysis", *WP Great Cities Institute Publication*, n. GCP-08-01.
- Barnum D.T., Tandon S. e McNeil S. (2008b), "Comparing the performance of Bus Routes after Adjusting for the Environment Using Data Envelopment Analysis", *Journal of Transportation of Engineering*, vol. 134, n. 2, pp. 77-85.
- Banker R.D. (1984), "Estimating most productive scale size using data envelopment analysis", *European Journal of Operational Research*, vol. 17, n. 1, pp. 35-44.
- Berechman J. (1983), "Costs, Economies of Scale and Factor Demand in Bus Transport", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. XXVII, n. 1, pp. 7-24.
- Bessent A.M. e Bessent E.W. (1980), "Comparing the Comparative Efficiency of Schools through Data Envelopment Analysis", *Educational Administration Quarterly*, vol. 16, pp. 57-75.
- Boame A.K. (2004), "The technical efficiency of Canadian urban transit system", *Transportation Research Part E*, vol. 40, n. 5, pp. 401-416.
- Buzzo Margari B., Erbetta F., Petraglia C. e Piacenza M. (2006), "Regolamentazione incentivante nel trasporto pubblico locale fra teoria e pratica: quale lezione dallo studio di frontiera di efficienza?", *Società Italiana di Economia Pubblica, XVII Conferenza, Pavia, Università, 14-15 settembre 2007*.
- Buzzo Margari B., Erbetta F., Petraglia C. e Piacenza M. (2007), "Regulatory and environmental effects on public transit efficiency: a mixed DEA-SFA approach", *Journal of Regulatory Economics*, vol. 32, pp. 131-151.
- Button K.J. e O'Donnell K.J. (1985), "An Examination of the Cost Structures Associated with Providing Urban Bus Services in Britain", *Scottish journal of Political Economy*, vol. 32, n. 1, pp. 67-81.
- Coates D.C. e Ladmin D.J. (2002), "School Performance Evaluation Using Data Envelopment Analysis", *Public Finance & Management*, vol. 2, n. 4, pp. 566-591.
- Coelli T., Prasada Rao D.S. e Battese G.E. (1998), *An introduction to efficiency and productivity analysis*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Coelli T., Estache A., Perelman S. e Trujillo L. (2003), *A primer on efficiency measurement for utilities and transport regulators*, WBI Development Studies, The World Bank, Washington D.C.
- Cowie J. (2002), "Acquisition, Efficiency and Scale Economies: an analysis of the British Bus Industry", *Transport Reviews*, vol. 22, n. 2, pp. 147-157.
- de Rus G. e Nombela G., (1997) "Privatisation of urban bus services in Spain", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 31, n. 1, pp. 115-129.
- Drake L. e Simper R. (2002), "X-Efficiency and Scale Economies in Policing: A Comparative Study Using the Distribution Free Approach and DEA", *Applied Economics*, vol. 35, n.15, pp. 1859-1870.
- Fabbri D. (1998), "La stima di frontiere di costo nel trasporto pubblico locale: una rassegna e una applicazione", *Economia Pubblica*, n. 3, pp. 55-94.
- Fare R. e Lovell C.A.K. (1978), "Measuring the Technical Efficiency of Production", *Journal of Economic Theory*, vol. 19, pp. 150-162.
- Fazioli R., Filippini M. e Kunze M. (2002), "Valutazione dell'efficienza delle compagnie di bus italiane e svizzere", in (AA.VV.), *L'efficienza nei servizi pubblici*. Banca d'Italia, Roma, pp. 171-210.
- Ferrier G.D. e Lovell C.A.K. (1990), "Measuring Cost Efficiency in Banking: Econometric and Linear Programming Evidence", *Journal of Econometrics*, vol. 46, pp. 229-245.
- Filippini M. e Prioni P. (1994), "Is Scale and Cost Inefficiency in the Swiss Bus Industry a Regulatory problem? Evidence from a Frontier Cost Approach", *Journal of the Economics Business*, vol. 1, n. 2, pp. 219-231.
- Filippini, M. e Prioni, P. (2003). "The influence of ownership on the cost of bus service provision in

- Switzerland: an empirical illustration”, *Applied Economics*, vol. 35, n. 6, pp. 683-690.
- Fraquelli G. e Piacenza M. (2002), “Caratteristiche del network, meccanismi di sussidio ed efficienza nel trasporto pubblico locale: un commento a “Valutazione dell’efficienza delle compagnie di bus italiane e svizzere”, in (AA.VV.), *L’efficienza nei servizi pubblici*. Banca d’Italia, Roma, pp. 211-228.
- Fraquelli G., Piacenza M. e Abrate G. (2001), “Il trasporto pubblico locale in Italia: variabili esplicative dei divari di costo tra le imprese”, *Economia e Politica Industriale*, vol. 111, pp. 51-81.
- Fried H.O., Schmidt S. e Yaisawarng S. (1999), “Incorporating the Operating Environment into a Nonparametric Measure of Technical Efficiency”, *Journal of Productivity Analysis*, vol. 12, n. 3, pp. 249-267.
- Fried H.O., Lovell C.A.K., Schmidt S. e Yaisawarng S. (2002), “Accounting for Environmental Effects and Statistical Noise in Data Envelopment Analysis”, *Journal of Productivity Analysis*, vol. 17, pp. 157-174.
- Grosskopf S. (1996), “Statistical interference and nonparametric efficiency: A selective survey”, *Journal of Productivity Analysis*, vol. 7, pp. 161-176.
- Karlaftis M.G. e McCarthy P.S. (1997), “Subsidy and public transit performance: A factor analytic approach”, *Transportation*, vol. 24, n. 3, pp. 253-270.
- Karlaftis M.G. e McCarthy P.S. (1998), “Operating Subsidies and Performance in Public Transit: an Empirical Studies”, *Transportation Research A*, vol. 32, n. 5, pp. 359-375.
- Kerstens K. (1996), “Technical Efficiency measurement and Explanation of French Urban Transit Companies”, *Transportation Research Part A*, vol. 30, n. 6, pp. 431-452.
- Kumbhakar S.C. e Lovell C.A.K. (2000), *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Levaggi R. (1994), “Parametric and non parametric approach to efficiency; the case of urban transport in Italy”, *Studi Economici*, vol. 49, n. 53, pp. 67-88.
- Lovell C.A.K. (1993), “Production frontiers and productivities efficiencies” in Fried H.O., Lovell C.A.K. e Schmidt S.S. (a cura di) *The Measurement of Productive efficiency Techniques and Applications*, Oxford University Press, New York.
- Lovell C.A.K. (1993), “Production frontiers and productivity efficiency”, in Fried H.O., Knox Lovell C.A. e Schmidt S.S. (a cura di), *The measurement of productive efficiency –Techniques and Applications-*, Oxford University Press, New York, pp. 3-67.
- Nolan J.F. (2001), “Determinants of productive efficiency in urban transit”, *Logistics & Transportation Review*, vol. 32, n. 3, pp. 319 - 324.
- Mizutami F. e Urakami T. (2002), “A private public comparison of bus services operators”, *Kobe University Discussion Paper Series*, n. 25.
- Muñiz M.A. (2002), “Separating managerial inefficiency and external conditions in data envelopment analysis”, *European Journal of Operational Research*, vol. 143, n. 3 pp. 625-643.
- Muñiz M., Paradi J. Ruggiero J. e Yang Z. (2006), “Evaluating alternative DEA models used to control for nondiscretionary inputs”, *Computers and Operations Research*, vol. 33, n. 5, pp. 1173-1183.
- OECD (2005), “The performance of the Norwegian health care sector”, *OECD Economic Surveys: Norway*, vol. 36, pp. 103-138.
- Odeck J. e Alkadi A. (2004), “The performance of Subsidized urban and rural Public bus operators: Empirical evidence from Norway”, *The Annals of Regional Science*, vol. 38, pp.413-431.
- Percoco M. (2002), “Efficienza e regolamentazione nel settore dei trasporti pubblici locali”, *L’Industria*, n. 3, pp. 507-527.
- Perry J.L. e Babitsky T.T. (1986), “Comparative Performance in Urban Bus Transit: Assessing Privatization Strategies”, *Public Administration Review*, vol. 46, n. 1, pp. 57-66.
- Perry J.L., Babitsky T.T. e Gregersen H. (1988), “Organizational Form and Performance in Urban Mass Transit”, *Transport Reviews*, vol. 8, n. 2, pp. 125-143.
- Petretto A. e Viviani A. (1984), “An Econometric Model for Cross-Section Analysis of the Production of Urban Transport Service”, *Economic Notes*, vol. 13, pp. 35-64.
- Pina V. e Torres L. (2001), “Analysis of the efficiency of local government services delivery. An application to urban public transport”, *Transportation Research Part A*, vol. 35, pp. 929-944.
- Pina V. e Torres L. (2001), “Analysis of the efficiency of local government services delivery. An application to urban public transport”, *Transportation Research Part A*, vol. 35, pp. 929-944.
- Pucher J. e Markstedt A. (1983), “Consequences of Public Ownership and Subsidies for Mass Transit: Evidence from Case Studies and Regression Analysis”, *Transportation*, vol. 11, pp. 323-345.
- Pucher J., Markstedt A. e Hirschman I. (1983), “Impacts of Subsidies on the Costs of Urban Public Transport”, *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. May , pp. 153-176.
- Ruggiero J. (2004a), “Performance evaluation in education: Modeling educational production”, in *Handbook on data envelopment analysis*, W.W. Cooper, L.M. Seiford e J. Zhu (eds). Kluwer, Boston, pp. 323-348.
- Ruggiero J. (2004b), “Performance evaluation when nondiscretionary factors correlate with technical

- efficiency”, *European Journal Operational Research*, vol. 159, n. 1, pp. 250-257.
- Sahoo K.B., Mohapatra P.K.J. e Trivedi M.L. (1999), “A comparative application of data envelopment analysis and frontier translog production function for estimating returns to scale and efficiencies”, *International Journal of Systems Science*, vol. 30, n. 4, pp. 379-394.
- Sarrico C.S. e Dyson R.G. (2000), “Using DEA for planning in UK universities—an institutional perspective”, *Journal of Operational research society*, vol. 51, pp. 789–800.
- Simar L. e Wilson P.W. (2007), “Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of productions process”, *Journal of Econometrics*, vol. 136, n.1, pp. 31-64.
- Worthington A. e Dollery B. (2001), “Efficiency Measurement in the Local Public Sector: Econometric and Mathematical Programming Frontier Techniques”, [http://www.bus.qut.edu.au/schools/economics/documents/disc\\_papers\\_pre2001/Worthington\\_Dollery\\_78.pdf](http://www.bus.qut.edu.au/schools/economics/documents/disc_papers_pre2001/Worthington_Dollery_78.pdf).
- Zelenyuk V. (2005), “Power of significance test of dummies in Simar-Wilson two stage efficiency analysis model”, (<http://www.stat.ucl.ac.be/ISpub/dp/2005/dp0522.pdf>). [scaricato 01/06/07]

# QUADERNI DEL DIPARTIMENTO DI ECONOMIA, FINANZA E STATISTICA

Università degli Studi di Perugia

1	Gennaio 2005	Giuseppe CALZONI Valentina BACCHETTINI	Il concetto di competitività tra approccio classico e teorie evolutive. Caratteristiche e aspetti della sua determinazione
2	Marzo 2005	Fabrizio LUCIANI Marilena MIRONIUC	Ambiental policies in Romania. Tendencies and perspectives
3	Aprile 2005	Mirella DAMIANI	Costi di agenzia e diritti di proprietà: una premessa al problema del governo societario
4	Aprile 2005	Mirella DAMIANI	Proprietà, accesso e controllo: nuovi sviluppi nella teoria dell'impresa ed implicazioni di corporate governance
5	Aprile 2005	Marcello SIGNORELLI	Employment and policies in Europe: a regional perspective
6	Maggio 2005	Cristiano PERUGINI Paolo POLINORI Marcello SIGNORELLI	An empirical analysis of employment and growth dynamics in the italian and polish regions
7	Maggio 2005	Cristiano PERUGINI Marcello SIGNORELLI	Employment differences, convergences and similarities in italian provinces
8	Maggio 2005	Marcello SIGNORELLI	Growth and employment: comparative performance, convergences and co-movements
9	Maggio 2005	Flavio ANGELINI Stefano HERZEL	Implied volatilities of caps: a gaussian approach
10	Giugno 2005	Slawomir BUKOWSKI	EMU – Fiscal challenges: conclusions for the new EU members
11	Giugno 2005	Luca PIERONI Matteo RICCIARELLI	Modelling dynamic storage function in commodity markets: theory and evidence
12	Giugno 2005	Luca PIERONI Fabrizio POMPEI	Innovations and labour market institutions: an empirical analysis of the Italian case in the middle 90's
13	Giugno 2005	David ARISTEI Luca PIERONI	Estimating the role of government expenditure in long-run consumption
14	Giugno 2005	Luca PIERONI Fabrizio POMPEI	Investimenti diretti esteri e innovazione in Umbria
15	Giugno 2005	Carlo Andrea BOLLINO Paolo POLINORI	Il valore aggiunto su scala comunale: la Regione Umbria 2001-2003
16	Giugno 2005	Carlo Andrea BOLLINO Paolo POLINORI	Gli incentivi agli investimenti: un'analisi dell'efficienza industriale su scala geografica regionale e sub regionale

<b>17</b>	Giugno 2005	Antonella FINIZIA Riccardo MAGNANI Federico PERALI Paolo POLINORI Cristina SALVIONI	Construction and simulation of the general economic equilibrium model Meg-Ismea for the Italian economy
<b>18</b>	Agosto 2005	Elżbieta KOMOSA	Problems of financing small and medium-sized enterprises. Selected methods of financing innovative ventures
<b>19</b>	Settembre 2005	Barbara MROCZKOWSKA	Regional policy of supporting small and medium-sized businesses
<b>20</b>	Ottobre 2005	Luca SCRUCCA	Clustering multivariate spatial data based on local measures of spatial autocorrelation
<b>21</b>	Febbraio 2006	Marco BOCCACCIO	Crisi del welfare e nuove proposte: il caso dell'unconditional basic income
<b>22</b>	Settembre 2006	Mirko ABBRITTI Andrea BOITANI Mirella DAMIANI	Unemployment, inflation and monetary policy in a dynamic New Keynesian model with hiring costs
<b>23</b>	Settembre 2006	Luca SCRUCCA	Subset selection in dimension reduction methods
<b>24</b>	Ottobre 2006	Sławomir I. BUKOWSKI	The Maastricht convergence criteria and economic growth in the EMU
<b>25</b>	Ottobre 2006	Jan L. BEDNARCZYK	The concept of neutral inflation and its application to the EU economic growth analyses
<b>26</b>	Dicembre 2006	Fabrizio LUCIANI	Sinossi dell'approccio teorico alle problematiche ambientali in campo agricolo e naturalistico; il progetto di ricerca nazionale F.I.S.R. – M.I.C.E.N.A.
<b>27</b>	Dicembre 2006	Elvira LUSSANA	Mediterraneo: una storia incompleta
<b>28</b>	Marzo 2007	Luca PIERONI Fabrizio POMPEI	Evaluating innovation and labour market relationships: the case of Italy
<b>29</b>	Marzo 2007	David ARISTEI Luca PIERONI	A double-hurdle approach to modelling tobacco consumption in Italy
<b>30</b>	Aprile 2007	David ARISTEI Federico PERALI Luca PIERONI	Cohort, age and time effects in alcohol consumption by Italian households: a double-hurdle approach
<b>31</b>	Luglio 2007	Roberto BASILE	Productivity polarization across regions in Europe
<b>32</b>	Luglio 2007	Roberto BASILE Davide CASTELLANI Antonello ZANFEI	Location choices of multinational firms in Europe: the role of EU cohesion policy
<b>33</b>	Agosto 2007	Flavio ANGELINI Stefano HERZEL	Measuring the error of dynamic hedging: a Laplace transform approach

34	Agosto 2007	Stefano HERZEL Cătălin STĂRICĂ Thomas NORD	The IGARCH effect: consequences on volatility forecasting and option trading
35	Agosto 2007	Flavio ANGELINI Stefano HERZEL	Explicit formulas for the minimal variance hedging strategy in a martingale case
36	Agosto 2007	Giovanni BIGAZZI	The role of agriculture in the development of the people's Republic of China
37	Settembre 2007	Enrico MARELLI Marcello SIGNORELLI	Institutional change, regional features and aggregate performance in eight EU's transition countries
38	Ottobre 2007	Paolo NATICCHIONI Andrea RICCI Emiliano RUSTICHELLI	Wage structure, inequality and skill-biased change: is Italy an outlier?
39	Novembre 2007	The International Study Group on Exports and Productivity	Exports and productivity. Comparable evidence for 14 countries
40	Dicembre 2007	Gaetano MARTINO Paolo POLINORI	Contracting food safety strategies in hybrid governance structures
41	Dicembre 2007	Floro Ernesto CAROLEO Francesco PASTORE	The youth experience gap: explaining differences across EU countries
42	Gennaio 2008	Melisso BOSCHI Luca PIERONI	Aluminium market and the macroeconomy
43	Febbraio 2008	Flavio ANGELINI Marco NICOLOSI	Hedging error in Lévy models with a fast Fourier Transform approach
44	Febbraio 2008	Luca PIERONI Giorgio d'AGOSTINO Marco LORUSSO	Can we declare military Keynesianism dead?
45	Febbraio 2008	Pierluigi GRASSELLI Cristina MONTESI Paola IANNONE	Mediterranean models of Welfare towards families and women
46	Marzo 2008	Mirella DAMIANI Fabrizio POMPEI	Mergers, acquisitions and technological regimes: the European experience over the period 2002-2005
47	Marzo 2008	Bruno BRACALENTE Cristiano PERUGINI	The Components of Regional Disparities in Europe
48	Marzo 2008	Cristiano PERUGINI Fabrizio POMPEI Marcello SIGNORELLI	FDI, R&D and Human Capital in Central and Eastern European Countries
49	Marzo 2008	Cristiano PERUGINI	Employment and Unemployment in the Italian Provinces
50	Marzo 2008	Sławomir I. BUKOWSKI	On the road to the euro zone. Currency rate stabilization: experiences of the selected EU countries
51	Aprile 2008	Bruno BRACALENTE Cristiano PERUGINI Fabrizio POMPEI	Homogeneous, Urban Heterogeneous, or both? External Economies and Regional Manufacturing Productivity in Europe

<b>52</b>	Aprile 2008	Gaetano MARTINO Cristiano PERUGINI	Income inequality within European regions: determinants and effects on growth
<b>53</b>	Aprile 2008	Jan L. BEDNARCZYK	Controversy over the interest rate theory and policy. Classical approach to interest rate and its continuations
<b>54</b>	Aprile 2008	Bruno BRACALENTE Cristiano PERUGINI	Factor decomposition of cross-country income inequality with interaction effects
<b>55</b>	Aprile 2008	Cristiano PERUGINI	Employment Intensity of Growth in Italy. A Note Using Regional Data
<b>56</b>	Aprile 2008	Cristiano PERUGINI Fabrizio POMPEI	Technological Change, Labour Demand and Income Distribution in European Union Countries
<b>57</b>	Aprile 2008	Simona BIGERNA Paolo POLINORI	L'analisi delle determinanti della domanda di trasporto pubblico nella città di Perugia
<b>58</b>	Maggio 2008	Simona BIGERNA Paolo POLINORI	The willingness to pay for Renewable Energy Sources (RES): the case of Italy with different survey approaches and under different EU "climate vision". First results
<b>59</b>	Giugno 2008	Simona BIGERNA Paolo POLINORI	Ambiente operativo ed efficienza nel settore del Trasporto Pubblico Locale in Italia

**I QUADERNI DEL DIPARTIMENTO DI ECONOMIA**  
**Università degli Studi di Perugia**

1	Dicembre 2002	Luca PIERONI:	Further evidence of dynamic demand systems in three european countries
2	Dicembre 2002	Luca PIERONI Paolo POLINORI:	Il valore economico del paesaggio: un'indagine microeconomica
3	Dicembre 2002	Luca PIERONI Paolo POLINORI:	A note on internal rate of return
4	Marzo 2004	Sara BIAGINI:	A new class of strategies and application to utility maximization for unbounded processes
5	Aprile 2004	Cristiano PERUGINI:	La dipendenza dell'agricoltura italiana dal sostegno pubblico: un'analisi a livello regionale
6	Maggio 2004	Mirella DAMIANI:	Nuova macroeconomia keynesiana e quasi razionalità
7	Maggio 2004	Mauro VISAGGIO:	Dimensione e persistenza degli aggiustamenti fiscali in presenza di debito pubblico elevato
8	Maggio 2004	Mauro VISAGGIO:	Does the growth stability pact provide an adequate and consistent fiscal rule?
9	Giugno 2004	Elisabetta CROCI ANGELINI Francesco FARINA:	Redistribution and labour market institutions in OECD countries
10	Giugno 2004	Marco BOCCACCIO:	Tra regolamentazione settoriale e antitrust: il caso delle telecomunicazioni
11	Giugno 2004	Cristiano PERUGINI Marcello SIGNORELLI:	Labour market performance in central european countries
12	Luglio 2004	Cristiano PERUGINI Marcello SIGNORELLI:	Labour market structure in the italian provinces: a cluster analysis
13	Luglio 2004	Cristiano PERUGINI Marcello SIGNORELLI:	I flussi in entrata nei mercati del lavoro umbri: un'analisi di cluster
14	Ottobre 2004	Cristiano PERUGINI:	Una valutazione a livello microeconomico del sostegno pubblico di breve periodo all'agricoltura. Il caso dell'Umbria attraverso i dati RICA-INEA
15	Novembre 2004	Gaetano MARTINO Cristiano PERUGINI	Economic inequality and rural systems: empirical evidence and interpretative attempts
16	Dicembre 2004	Federico PERALI Paolo POLINORI Cristina SALVIONI Nicola TOMMASI Marcella VERONESI	Bilancio ambientale delle imprese agricole italiane: stima dell'inquinamento effettivo