

Efficienza e produttività negli ospedali del SSN Italiano: un'analisi non parametrica di dati panel

Claudio Pinto

clpinto@unisa.it

DISES

Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche

Università degli Studi di Salerno

Dottorato in Economia del Settore Pubblico

Abstract

Obbiettivi: obbiettivo di questo lavoro è valutare il cambiamento di performance/efficienza produttiva degli ospedali pubblici italiani direttamente gestiti dalle ASL.

Metodo: il primo anno una DEA input-oriented, con due modelli, è implementata per stimare il livello di efficienza di partenza, un modello considera i dimessi, mentre l'altro usa i dimessi pesati con ICM come output. Selezionato il modello l'analisi di outliers rivela la presenza eventuale di osservazione anomale. Successivamente per derivare il cambiamento di performance produttiva si stima l'indice di Malmquist con orientamento all'input e tecnologia VRS. L'analisi di sensitività sugli score di efficienza del primo anno è stata fatta usando un approccio bootstrap.

Dati: i dati di input e di output considerati si riferiscono al periodo che va dal 1999 al 2005 e si riferiscono agli ospedali italiani a gestione diretta dalle ASL.

Risultati: i risultati evidenziano una variazione in peggioramento dell'indice per tutti i periodi presi in considerazione. Cambiamenti in entrambe le direzioni (di peggioramento e di miglioramento) e per diversi periodi sono presenti sia per l'efficienza tecnica che di scala. Un miglioramento della efficienza tecnica pura si presenta solo per alcuni periodi, ovvero tra il 2003 e il 2004 e nel periodo fra il 2001 e il 2002. Il miglioramento tecnologico è presente invece in tre periodi (2000-2001, 2002-2003, 2004-2005). Nel primo anno di analisi il numero di unità completamente efficiente sono 54, ovvero all'incirca il 10% del campione.

Conclusioni: la metodologia adottata non consente di tener conto di componenti stocastiche nella misurazione dell'efficienza, diversamente da quanto sia possibile con metodologie di tipo econometrico. L'approccio bootstrap consente di tener conto del fatto che la vera frontiera non è conosciuta e fornire stime degli score di efficienza corrette per i bias. Considerare la complessità della casistica trattata, consente di osservare gli effetti della stessa sull'efficienza. Tenendo in considerazione l'anno di introduzione di un cambiamento legislativo, segnatamente il dlgs 229/1999, si osserva che l'efficienza tecnica migliora nei successivi periodi, seppur in modo alternato, facendo propendere a pensare positivamente sull'efficacia dell'innovazione legislativa introdotta, relativamente alla valutazione della componente di efficienza tecnica pura. Ma quest'ultima osservazione non può essere considerata una conclusione propria della valutazione delle politiche pubbliche. Di particolare interesse è il periodo tra il 2001-2002, anno in cui (gennaio 2001) è entrato in vigore il dlgs 56/2000 relativo al federalismo fiscale in sanità. Di interesse particolare sembra che sia il susseguente peggioramento (2002-2003) e poi di nuovo il miglioramento di efficienza (2003-2004) nettamente superiore al primo miglioramento di natura efficientistico.

1.Introduzione

I processi di riforma del SSN italiano a partire dagli anni '90 hanno cambiato le condizioni in cui le organizzazioni sanitarie si sono successivamente trovate ad operare. Le suddette riforme, relativamente agli anni '92 e '93 (Dlgs 502/92 e 517/93) hanno introdotto, tra le altre cose, un sistema di finanziamento che assicurerebbe gli obiettivi a livello macroeconomico di contenimento dei costi e promozione della equità, nonché introdotto a livello micro un sistema d'incentivi dedicato alla promozione dell'efficienza e migliorare la risposta ai consumatori attraverso la competizione tra providers. Successivamente il Dlgs 229/99 ha introdotto la relazione tra livelli di responsabilità e management, il ruolo della dualità per gli altri attori (manager, medici e autorità locali) e l'equilibrio tra i vincoli economici e i principi di universalismo e equità di accesso, nonché esplicitamente un principio di economicità nell'impiego delle risorse. In particolare all'art 1 si afferma che il SSN assicura, con le risorse pubbliche, i livelli essenziali e uniformi di assistenza, caratterizzati da appropriatezza e efficacia, nonché tali livelli sono assicurati nel rispetto del principio di equità e qualità delle cure e dell'economicità delle risorse impiegate, specificando al comma 6 bis lettera c che l'economicità è da intendersi sia in termini finanziari (come quota di risorse assegnabili al SSN), sia come efficienza tecnica e organizzativa nell'erogazione delle cure. Dal 1995 in poi cambia il sistema di finanziamento, non solo per le strutture pubbliche ma anche per quelle private. Entrambe adottano il sistema DRG. I DRG è il sistema tariffario commisurato in base alle risorse economiche e fisiche assorbite da ogni singolo caso, abbandonando il sistema di finanziamento a piè di lista per le strutture pubbliche e il pagamento sulle giornate di degenza per quelle private. A questo sistema di finanziamento per le strutture pubbliche e pagamento per quelle private si associano diversi rischi, tra cui dimissioni precoci, e selezione del case-mix con cream-skimming e dumping. A questi rischi è associata però la possibilità delle Regioni di differenziarsi l'una dalle altre modulando il proprio sistema DRG, potendo apportare deroghe in diminuzione alle tariffe, e dal 2004 anche deroghe in aumento a condizione che la maggior spesa trovi specifica copertura nel bilancio Regionale. Le Regioni inoltre possono graduare le tariffe sulla base della tipologia della struttura ospedaliera e/o dei volumi prodotti. Queste circostanze hanno consentito una riflessione sull'uso dell'ICM piuttosto che dei pesi DRG come peso dell'output per tener conto della diversa complessità della casistica trattata a livello di singolo ospedale direttamente gestito da ASL.

A seguito il Dlgs 56/2000 abolisce il Fondo Sanitario Nazionale a favore di varie tasse regionali. Le Regioni capaci di ottenere maggiori risorse ricevono poi fondi aggiuntivi dal Fondo di Solidarietà Nazionale (il meccanismo della perequazione) allocato con criteri definiti annualmente dal Governo e dalla Conferenza Stato, Regioni e Province Autonome.

Il miglioramento della produttività a livello micro è una delle strade per ottenere il raggiungimento dell'obiettivo macro di riduzione dei costi, e soddisfare il citato principio di economicità introdotto dal Dlgs 229/1999. Se si considera che gli effetti delle riforme si manifestano nel tempo, questo implica mutamenti intertemporali di performance produttiva. Se da un lato, quindi, ci si aspetta che le riforme abbiano effetti sul lato organizzativo, e dunque sulla componente "efficienza" della performance (catch-up effect), agli investimenti in tecnologia si associano invece cambiamenti nella componente "tecnologica" (innovation effect), e dunque sullo slittamento della frontiera efficiente nel tempo. Un modo per tener conto di queste componenti della produttività è l'uso dell'indice di Malmquist. Il lavoro presente compie una analisi di cambiamento delle performance degli ospedali italiani direttamente gestiti dalle ASL nel periodo 1999-2005. Per il primo anno è impiegato un modello DEA-VRS per derivare il livello iniziale di efficienza tecnica pura (PTEC) in cui il sistema degli ospedali a gestione diretta si trova. Per tener conto del fatto che la complessità della casistica trattata influisce sull'uso delle risorse, l'ICM è impiegato per ponderare i dimessi totali per ospedale. Poi si stimano gli score di efficienza per il 1999 con due modelli DEA input-oriented uno che usa i dimessi l'altro i dimessi pesati. Compiuta questa prima fase si passa alla determinazione dell'indice di Malmquist usando un modello DEA VRS input oriented per stimare gli eventuali cambiamenti di

efficienza assumendo che questo avvenga attraverso la riduzione proporzionale del vettore degli input usati dagli ospedali.

2.L'offerta dei servizi ospedalieri

I servizi ospedalieri rappresentano una parte dei servizi sanitari che il SSN offre alla popolazione. Essi sono forniti in strutture che si differenziano sia per l'orientamento, profit e non profit, che per il finanziamento, sia per la natura, pubblica o privata dei soggetti interessati.

Il sistema di offerta delle cure ospedaliere è infatti costituito dagli ospedali a gestione diretta delle ASL, (o presidi ospedalieri), Aziende Ospedaliere (A.O.), case di cura private accreditate e non al SSN, Policlinici e IRCCS.

Dal punto di vista della cura si distinguono poi i servizi per acuti, di lungodegenza, riabilitativi, psichiatrico e materno/infantili.

Dal punto di vista organizzativo la distinzione è in regime ordinario e in day-hospital, con la tendenza verso una maggiore integrazione con il territorio.

Il mix di offerta dei servizi ospedalieri differisce da Regione a Regione ed è determinato dal modello adottato dalla singola regione. Ad esempio in Lombardia, che adotta un modello separato, c'è una prevalenza di aziende ospedaliere, mentre in Veneto, Abruzzo e Sardegna il modello integrato fa sì che l'offerta dei servizi ospedalieri sia maggiormente a carico delle ASL. Fanno seguito i modelli quasi integrati (es Piemonte, Puglia, Calabria) e quasi separati (es Campania, Sicilia, Lazio).

Il sistema ospedaliero in generale è quella parte dei SSN che assorbe gran parte delle risorse a esso destinate. In particolare circa il 46% delle risorse destinate al SSN va all'assistenza ospedaliera mentre alle altre sue componenti, la prevenzione e l'assistenza distrettuale (suddivisa in 5 sublivelli, medicina generale, specialistica, farmaci, assistenza agli anziani e assistenza distrettuale) va il 49% alla seconda e il resto alla prevenzione.

3.La letteratura

L'analisi di efficienza nel settore sanitario è stata condotta in molti paesi europei e non, a diversi livelli e con diversi approcci. Tra quelli di frontiera se ne distinguono due, quelli parametrici e quelli non parametrici. Ognuno dei quali presenta vantaggi e svantaggi. Tra quelli non parametrici la DEA ha rappresentato la metodologia più usata in questo settore per il vantaggio di poter accomodare nella sua modellistica condizioni così dette multi-output. Hollingsworth (2008) nel suo recente lavoro ha presentato una survey dei lavori empirici pubblicati che hanno riguardato l'uso della DEA in ambito sanitario. Pertanto il presente lavoro rimanda ad esso per quanto riguarda i lavori di efficienza.

Qui si indicheranno solo i lavori, relativamente più recenti, compiuti per l'Italia, che sono i seguenti:

Schiavone (2008) usa la DEA per misurare l'efficienza tecnica degli ospedali pubblici tra il 2000 e il 2004 e poi analizza le eterogeneità a livello regionale. L'autore trova che l'ET in media è del 0,685%. Le differenze di ET è attribuibile a eterogeneità regionali in termini di complessità delle prestazioni, attività aggiuntive rispetto ai ricoveri per acuti, prestazioni inappropriate ma anche grado di integrazione delle strutture ospedaliere e concentrazione della produzione. C'è un recupero potenziale legato sia a ET che alla dimensione degli ospedali.

Barbetta C., Turati G., Zago (2007) usano sia tecniche parametriche (COLS) che non parametriche (DEA) per trovare evidenza di differenze di efficienza tra strutture pubbliche e private dopo

l'introduzione dei DRG, nel periodo tra il 1995 e il 2000. Essi trovano una convergenza in media degli score di efficienza tra no for profit e ospedali pubblici. Nonché essi concludono che sembra che le differenze nelle performance economiche tra le due forme proprietarie in competizione sono più legate al setting istituzionale in cui esse operano che non gli effetti delle strutture di incentivi introdotte nelle due forme proprietarie.

Giuffrida et al (1999) usano la DEA input oriented per indagare sia l'efficienza tecnica pura che l'efficienza di scala negli ospedali della Lombardia. Essi trovano che l'efficienza tecnica in media è pari al 81,81%. Stimando però anche un modello output trovano che l'orientamento avrebbe poca influenza sulle stime, deducendo questo dal valore dell'indice di Spearman pari 0.976, indicando piccole discrepanze tra le due classifiche generate dai due modelli con orientamento opposto. Gli autori poi trovano che gli ospedali tra i 300 e 400 posti letto non mostrano significative inefficienze di scala, mentre gli ospedali a dimensione maggiore registrano rendimenti di scala decrescenti.

Fabbri(2000) applica la DEA agli ospedali dell'Emilia Romagna nel periodo 1994-1995. Gli autori costruiscono diversi modelli per cogliere separatamente prima l'efficienza tecnica nella produzione di attività assistenziale e poi in quella strettamente medica, concludendo che il miglior modello da usare è quello che coglie tutt'e due le componenti in linea con la considerazione dell'unitarietà della attività sanitaria di erogazione di trattamenti ospedalieri. Successivamente implementano 4 test di ipotesi (2 parametrici e 2 non parametrici) sulla tendenza centrale della distribuzione degli score di efficienza per verificare l'ipotesi appunto di un incremento di efficienza tra il 1995 e il 1994. In definitiva concludono che non c'è stato progresso tecnico nella produzione ospedaliera, e quindi il miglioramento tecnico è attribuibile esclusivamente alla riorganizzazione organizzativa indotta dalla riforma. L'incremento di efficienza è poi pronunciato e significativo nella produzione dei ricoveri ma non nella produzione delle giornate di degenza. I residui di inefficienza si concentrano nell'uso di personale amministrativo e infermieristico, mentre l'uso dei letti risulta essere pressoché efficiente. Per le ulteriori conclusioni Fabbri(2000)

L'indice di Malmquist per la valutazione del cambiamento delle performance nel settore ospedaliero in particolare e anche nel settore sanitario in generale ha avuto un significativo uso, seppur non diffuso tanto quanto non sia stato quello della DEA.

I lavori più recenti esaminati che hanno usato l'indice di Malmquist per indagare i cambiamenti di produttività ed efficienza, anche e maggiormente per altri paesi, sono:

Afonso, Fernandes (2008), usano l'indice di Malmquist con orientamento all'output per analizzare il cambiamento di efficienza negli ospedali Portoghesi tra il 2000 e il 2005. Un piccolo miglioramento di produttività si verifica tra il 2000 e il 2004, anche se persistono, da un anno all'altro, significative fluttuazioni a livello di score di efficienza individuali tra ospedali

Lyroudi et al(2006) usano l'indice di Malmquist output-oriented per analizzare le performance di 10 cliniche in Grecia nel periodo 2002-2003. I loro risultati sono su base mensile, e trovano che nel mese di dicembre 2002 l'efficienza media è 1,559, segnalando come lo stesso livello si output potrebbe essere ottenuto con un 60% in meno di costi. Inoltre ci sono grandi differenze in efficienza tra un mese e l'altro, mentre il livello minimo di efficienza è tra luglio e agosto 2002. In generale trovano un miglioramento nella efficienza, indicando come la riorganizzazione del sistema sanitario stia apportando già i suoi benefici. Gli autori fanno notare che in tre delle cliniche universitarie la stima della efficienza può essere sottostimata a causa del fatto che tra gli output essi hanno la conoscenza prodotta agli studenti.

Maniadakis,Thanassoulis(2000), usano l'indice di Malmquist per valutare possibili cambiamenti di performance degli ospedali per acuti in Scozia dopo l'implementazione della riforma del Sistema Sanitario avvenuta nel 1991. con l'introduzione del mercato interno. Essi trovano che nel primo anno dopo la riforma c'è un calo di produttività seguito successivamente da un netto miglioramento ,dovuto sia a un miglioramento nell'uso degli input che un miglioramento nei costi. Il progresso in produttività è dovuto in gran parte a un miglioramento nell'efficienza generale, causata da un miglioramento nella efficienza allocativa. Concludono che il mercato interno ha avuto in impatto positivo sulla produttività.

4.L'analisi empirica

4.1.Dati di input e di output

Il dataset utilizzato è stato costruito a partire dal database del Ministero della Salute. Esso contiene dati relativi agli input e agli output delle strutture ospedaliere direttamente gestite dalle ASL (codice 1 del tipo-ist) e si riferiscono al periodo 1999-2005.

Gli input utilizzati sono i posti letto utilizzati (plut), i reparti utilizzati(reput), il numero dei medici(medici), il numero degli infermieri(infermieri), e altro personale (altropersonale,sanitario e non). I primi due input sono usati come proxy del capitale impiegato, mentre il secondo gruppo come fattore lavoro. Altre variabili di input, come le spese sostenute per l'energia, i materiali ecc, non sono considerate in questo lavoro, a causa della difficoltà di disaggregarle a tale livello.

Gli output prodotti si riferiscono al numero dei dimessi pesati (dimpes) con ICM medio (Hofmarcher,Paterson,Hiedel ,2002) e alle giornate di degenza (giodeg). Con il primo output si tiene conto contemporaneamente sia della componente medica dell'attività ospedaliera che della diversa complessità medico/clinico e un diverso assorbimento di risorse. Con l'ICM (Indice di case-mix), diversamente dai pesi DRG, più comunemente usati per pesare i dimessi a un livello di disaggregazione maggiore, è possibile indicare in modo sintetico la complessità della casistica trattata. Con l'ICM l'attività di una data UP viene standardizzata per un indice tipo, costituito dalla degenza media standard per DRG specifico. Pertanto valori di ICM superiori all'unità rappresentano complessità della casistica superiore alla media dello standard mentre valori di ICM inferiori all'unità indicano una casistica con complessità inferiore allo standard italiano. L'ipotesi di lavoro è che tale complessità influenza l'efficienza richiedendo maggior input quando $ICM > 1$ e viceversa minor input rispetto al livello di input usato per ottenere output con complessità pari allo standard ($ICM = 1$).

Con il secondo output si vuole tener presente che la produzione dei dimessi ha richiesto un uso giornaliero di risorse per svolgere attività di assistenza. In questo lavoro non si è tenuto conto di almeno altri due attività che gli ospedali compiono, le attività svolte per compiere visite mediche specialistiche (outpatient) e l'attività di pronto soccorso. Questo è dipeso dal voler mantenere una coerenza di fondo con l'obiettivo del lavoro, ovvero quello di valutare l'efficienza del processo produttivo nella cura degli acuti. In Italia nel 1999 sul totale dei ricoveri, gli ospedali a gestione diretta e le aziende ospedaliere hanno realizzato circa il 76% dei ricoveri per acuti in regime ordinario, e circa l'80,8% di quelli in day hospital. Mentre hanno realizzato circa il 76,2% delle giornate di degenza totale nei ricoveri per acuti in regime ordinario e l'85,3% delle giornate di degenza totali nei ricoveri in day hospital.

Nel 2005 sono stati prodotti circa 12,1 milioni di ricoveri nei reparti per acuti, che rappresentano circa il 94% di tutti i ricoveri ospedalieri, di cui circa 8,2 milioni in regime ordinario e il restante in day hospital. Negli ospedali a gestione diretta e nelle aziende ospedaliere il volume di ricoveri per acuti è di circa il 72% del totale.

Dal dataset sono state eliminate le osservazioni con missing value e le osservazioni che contemporaneamente presentavano valori nulli in quattro dimensioni: posti letto utilizzati, reparti utilizzati,infermieri e dimessi.

Questa seconda eliminazione deriva dalla ipotesi che le unità con valori nulli non hanno svolto attività negli anni a cui i valori nulli si riferiscono o comunque i valori nulli sono dovuti a cause non conosciute, questo consente una eliminazione razionale delle osservazioni dal campione finale di analisi. In totale le osservazioni eliminate costituiscono circa l'1,8% delle osservazioni totali del campione di analisi iniziale. In definitiva dopo tale eliminazione le unità osservate variano, le 591 dell'anno 1999 diventano 567, e anche negli anni successivi c'è una riduzione delle osservazioni.

4.2. Metodologia di analisi e modello DEA

Prima di procedere a determinare il cambiamento di produttività, per l'anno 1999 un modello DEA-VRS input-oriented è stimato per derivare il livello di efficienza media da cui il sistema degli ospedali pubblici a gestione diretta parte. La scelta input-oriented è legata alla constatazione che gli ospedali pubblici non possono rifiutarsi di curare, pertanto non possono controllare la domanda e quindi l'output, ma possono cercare di ridurre i costi impiegando le risorse in modo ottimo. Il modello finale deriva da una precedente analisi di sensitività condotta attraverso l'aggiunta progressiva di input e di output. Tale modello è in definitiva risultato composto da due output (dimessi-pesati e giornate di degenza) e cinque input (posti-letto-utilizzati, reparti-utilizzati, medici, infermieri e altro personale). Con questo modello si tiene conto della diversa complessità dei casi trattati. Per esprimere un giudizio di influenza della complessità della casistica trattata sull'efficienza un secondo modello DEA input-oriented è stimato, sostituendo al primo i dimessi pesati con i dimessi non pesati, in modo da non tener conto della complessità della casistica. La scelta di inserire nel modello DEA variabili come i posti letto utilizzati e i reparti utilizzati è un modo per avere un giudizio di efficienza considerando l'uso effettivo delle risorse, diversamente di quanto sarebbe stato considerando il posti letto disponibili e i reparti disponibili.

Tabella 1 Modelli DEA

variabili	Model 1	Model 2
output		
Dimessi (dim)		X
Dimessi pesati con ICM (dimpes)	X	
Giornate di degenza (giodeg)	X	X
input		
Posti letto utilizzati (plut)	X	X
Reparti utilizzati (reput)	X	X
Medici (medici)	X	X
Infermieri (altro personale)	X	X
Altro personale (altro personale san e non san)	X	X

Il metodo usato per derivare il cambiamento di performance nel tempo è l'indice di Malmquist stimato con modelli DEA input-oriented. Questo implica che il miglioramento dinamico è ottenuto attraverso la riduzione dei vettori di input.

Considerando una condizione multi-inputs e multi-outputs, in cui il vettore $x \in R^n$ è usato dagli ospedali a gestione diretta ASL nella produzione di un vettore di m output $y \in R^m$, l'insieme delle possibilità produttive CRS è:

$$(X,Y)=\{(x,y)|x \geq \sum \lambda_j x_j, y \leq \sum \lambda_j y_j, \lambda_j \geq 0\}$$

nello stesso periodo è possibile definire una tecnologia VRS aggiungendo all'insieme delle possibilità produttive il vincolo $\sum \lambda = 1$, oppure ottenere una IRS o un DRS aggiungendo i rispettivi vincoli $\sum \lambda \leq 1$, $\sum \lambda \geq 1$.

Nel considerare due periodi t e t+1, possiamo considerare il cambiamento di performance che è intervenuto, considerando le componenti di cambiamento di efficienza (catch-up effect) e il cambiamento della frontiera efficiente (frontier-shift effect o innovation)dell'indice di Malmquist.

$$M = [\text{efficiency change}] * [\text{technological change}]$$

Il catch-up effect (o efficiency change) indica rispettivamente:
 se $M > 1$ progresso nella efficienza tra il primo e il secondo periodo
 se $M < 1$ regresso nella efficienza tra il primo e il secondo periodo
 se $M = 1$ nessun cambiamento di efficienza
 la sua espressione, seguendo la figura 1, in termini di distanza è:

$$\text{Catch-up} = (BD/BQ) / (AC/AP)$$

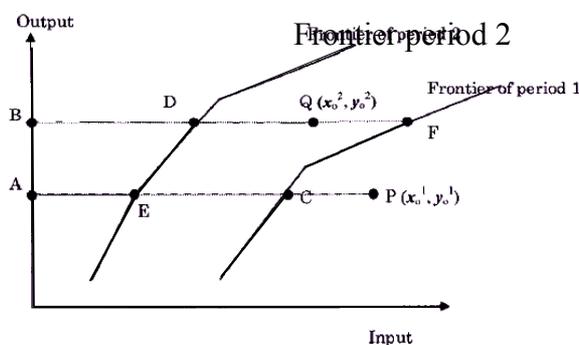


Figura 1

L'effetto innovazione (frontier-shift effect) per il punto $P(x_0, y_0)$ al tempo 1, osservando che il punto C si muove verso il punto E posizionato sulla frontiera del secondo periodo è:

$$\Phi_1 = AC/AE$$

Mentre l'effetto innovazione al tempo 2 per il punto B è

$$\Phi_2 = BF/BD$$

Pertanto il frontier-shift effect sarà in definitiva definito come la media geometrica dei due effetti in questo modo:

$$\text{frontier-shift} = \Phi = \sqrt{\Phi_1 \Phi_2}$$

se $\text{frontier-shift} > 1$ c'è progresso nella frontiera intorno all'unità sotto analisi dal periodo 1 al periodo 2

se $\text{frontier-shift} < 1$ c'è regresso nella frontiera tecnologica intorno all'unità sotto analisi dal periodo 1 al periodo 2

se $\text{frontier-shift} = 1$ indica status quo

La presentazione dell'indice è generale, dello specifico orientamento all'input se ne terrà conto in sede di presentazione e discussione dei risultati.

4.2.1. Costruzione e decomposizione dell'indice di Malmquist

Per costruire l'indice di Malmquist usando la DEA si calcolano quattro funzioni di distanza (orientate all'input o all'output) sull'insieme delle possibilità produttive. Nel caso di orientamento all'input, per la medesima osservazione, le quattro funzioni di distanza si riferiscono rispettivamente alla massima contrazione proporzionale del vettore degli input al tempo t rispetto la frontiera CRS al tempo t, alla massima contrazione del vettore degli input al tempo t+1 rispetto alla frontiera CRS al tempo t+1, alla massima contrazione del vettore degli input al tempo t+1 rispetto alla frontiera al tempo t ed infine alla massima contrazione del vettore degli input al tempo t rispetto alla frontiera CRS al tempo t+1.

I relativi programmi lineari per ciascun anno (per frontiera VRS-input oriented) sono:

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ \text{s.t.} & \theta x_o^t \geq X^t \lambda \\ & y_o^t \leq Y^t \lambda \\ & e\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

e

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ \text{s.t.} & \theta x_o^t \geq X^{t+1} \lambda \\ & y_o^t \leq Y^{t+1} \lambda \\ & e\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Il primo programma è usato per derivare lo score di efficienza di ciascuna unità al tempo 1 e 2 rispetto alle relative frontiere, mentre il secondo deriva lo score di efficienza di ciascuna unità al tempo 1 e 2 ma relativamente a frontiere stimate con osservazioni rispettivamente al tempo 2 e 1. I due programmi si riferiscono a misure radiali, altre due versioni sono: non-radiali, non-radiali e non-orientati. Inoltre la frontiera stimata è CRS, ma è possibile stimare una frontiera VRS aggiungendo il vincolo di convessità.

L'indice di Malmquist può essere ulteriormente decomposto nella componente di cambiamento di efficienza per valutare il cambiamento di efficienza tecnica e di scala.

Fare et al (1994) propongono la decomposizione dell'indice di Malmquist in tre parti, rispettivamente il cambiamento in efficienza pura, il cambiamento nell'efficienza di scala e il cambiamento tecnologico.

Altre decomposizioni sono proposte da Ray e Desli (1997), da Simar e Wilson (1998) e da Wheelock and Wilson (1999).

Questo lavoro usa la decomposizione di Fare et al stimata però con una frontiera VRS, e impiegando la seguente decomposizione:

$$MI = \text{pure-eff change} \times \text{technological change} \times \text{scale efficiency change}$$

In cui i primi due effetti sono ottenuti rispetto a frontiere VRS, mentre il cambiamento di efficienza dovuto alla scala dimensionale richiede la stima anche di una frontiera CRS. Infatti l'efficienza di scala è definita dallo scostamento delle unità dalla frontiera VRS a quella CRS, su cui è individuata la MPSS (la dimensione di scala più produttiva)

I limiti presenti nell'uso di programmi radiali è rappresentato dalla mancata considerazione di eventuali slack, questo influenza la score di efficienza.

4.3.L'approccio bootstrap

L'idea di usare un approccio bootstrap nasce dalla considerazione che la vera frontiera tecnologia, e anche le sue sottosezioni, l'insieme degli input e l'insieme dell'output, non sono conosciute, e le osservazioni a disposizione del ricercatore sono solo possibili realizzazioni di frontiere. Questo riflessione fa sì che applicando direttamente lo stimatore ai dati osservati si generano misure di efficienza non vere. Usando un approccio statistico, dato un certo PGD (processo generatore di dati), è possibile generare pseudo-campioni e condizionatamente ai dati osservati fornire una stima della vera frontiera, e su quella, o sulle sue pseudo-sottosezioni, applicare lo stimatore originale, del quale, data la natura statistica della procedura, è possibile derivare anche le proprietà statistiche nonché ottenerne una misura corretta e intervalli di confidenza. Simar e Wilson (1998) propongono e adattano questo modo di procedere a un contesto DEA. Dopo aver selezionato a caso con reinserimento dal vettore $\theta_1, \dots, \theta_n$, ovvero dalle stime ottenute applicando lo stimatore originale ai dati osservati, ricavano gli input bootstrap nel modo che segue:

$$x_i^* = (\theta_i / \theta_i^*) x_i$$

dove al numeratore della frazione ci sono gli score stimati con i dati osservati e al denominatore quelli bootstrap. Il nuovo score è ottenuto applicando lo stimatore originale alla nuova frontiera con i valori di x_i^* . con riferimento ai programmi sopra indicati al posto di x_o^s ci saranno i nuovi valori bootstrap x_i^* .

5. Discussione delle statistiche descrittive

Dal lato delle risorse impiegate fino al 2003 i posti letto in media diminuiscono, per poi tornare ad aumentare nei due anni successivi (Grafico 1), mentre la variabile "posti letto utilizzati" comincia a crescere già dal 2003. Per i medici si evidenzia invece un trend sempre in crescita, trend che vale anche per il personale infermieristico tranne che per il 2005 e così anche per la variabile "altro personale". I reparti utilizzati in media sono tra 9 e 10 fino al 2003, mentre nel 2004 diventano 12 e nel 2005 13.

Dal lato degli output le giornate di degenza in media prima decrescono e poi crescono.

La stessa dinamica che si evidenzia per i posti letto, vale anche per i dimessi che in media diminuiscono fino al 2003 per poi aumentare nei due anni successivi (Grafico 1). Se invece si tiene conto, attraverso la ponderazione dei dimessi per l'ICM, della complessità media dei casi trattati, si nota che per i primi due anni (1999 e 2000) i dimessi pesati rimangono all'incirca costanti per diminuire nel 2001 e continuare questo trend fino al 2003 e poi aumentare nei due anni conclusivi (Grafico 1).

Ciò che si può vedere da una lettura complessiva delle tabelle è che sistematicamente i dimessi pesati con ICM in media sono inferiori alla media dei dimessi non pesati, inoltre il campione di ospedali a gestione diretta ASL ha trattato una casistica la cui complessità in media è stata inferiore allo standard (rappresentato da un ICM uguale a 1). questo ha sicuramente influenzato sulla

efficienza tecnica attraverso la variabile “dimessi pesati” in quando nel modello con dimessi pesati si ci aspetta una efficienza più bassa di quella che si stimerebbe nel modello che include semplicemente i dimessi non pesati. Questo, coerentemente con la posizione che casi più complessi richiedono più risorse, e che in una analisi di efficienza a parità di dimessi le unità con casistica più complessa non possono essere considerate inefficienti se usano più risorse, e quindi vale anche il contrario, che però va inteso che a parità di dimessi una complessità inferiore allo standard richiede meno risorse e dunque unità caratterizzate da complessità casistica più bassa a parità di dimessi devono impiegare meno risorse, e considerate relativamente inefficienti se usano le stesse quantità di risorse a parità di dimessi.

Continuando con la discussione delle statistiche descrittive, e andando ad indagare anno per anno (le singole tabelle), si può notare come mentre nel 1999 il 25% delle strutture disponeva in media di 94 posti letto (tabella 8) utilizzandone 88, negli anni successivi in media il 25% delle strutture disponevano rispettivamente di 83, 81, 81, 78, 77, 77 impiegandone invece nei successivi anni rispettivamente 80, 77, 77, 76, 75,75. Sempre nel 1999 il 75% delle strutture direttamente gestite disponeva in media di 251 posti letto (sempre tabella 8), mentre negli anni successivi il numero di posti letto disponibili nel 75% delle strutture era di 241,240,241,261,233,260 rispettivamente nel 2000,2001,2002,2003,2004 e 2005.

6. Risultati e discussione

I risultati si riferiscono a valori medi relativi rispettivamente al cambiamento medio di periodo dell'indice di Malmquist e al valore medio del cambiamento, e di efficienza e tecnologico. Nel primo anno il numero di unità da valutare sono 591, di cui 60 (circa il 10% delle osservazioni) si posizionano sulla frontiera quando il modello stimato è il modello 1 (in cui i dimessi sono pesati con ICM), mentre quando il modello stimato è il modello 2 sono 63, si può dedurre che la complessità della casistica ospedaliera trattata ha influenzato il numero di unità efficienti, seppur l'elevato valore dell'indice di Spearman suggerisce che la distribuzione degli score tra il modello 1 e il modello 2 non è significativamente cambiata. Questo risultato va letto con riguardo al fatto che a parità di input, l'output pesato è in media inferiore e quello non pesato (Tabella 1). Probabilmente questo può essere spiegato con il fatto che tra quelle efficienti con il modello 2 occorre avere meno input e tre di esse hanno continuato a non impiegarne di meno e quindi sono risultate inefficienti quando si è passati da un modello all'altro (con dimessi pesati). Il numero di unità con un livello di efficienza superiore al 90% è superiore nel modello 1 che nel modello 2. Le unità pienamente efficienti producono circa il 14% della somma delle dimissioni totali per l'intero campione.

Il numero di ospedali a gestione diretta ASL presenti nel campione che nel 1999 registra un numero di posti letto inferiore o uguale a 120 sono 240, mentre gli ospedali con più di 450 posti letto sono 48.

Delle 60 unità pienamente efficienti 34 hanno tra 0 e 120 posti letto, mentre 11 delle 60 unità pienamente efficienti hanno un numero maggiore di 450 posti letto.

Il livello di efficienza medio da cui parte il campione di ospedali a gestione diretta ASL nel 1999 è del 76,8%, indicando che ci sono possibilità di guadagni di efficienza potenziale, inteso come recupero di inefficienza, di circa il 23,2%. Il valore dello score corretto dall'analisi bootstrap, ottenuto come la media aritmetica dei valori corretti degli score, è leggermente più basso, indicando una maggiore inefficienza da recuperare.

Un elevato valore nell'indice di Spearman (0,937) suggerisce comunque che tra i due modelli non ci sono significative differenze nelle due classifiche, e questo sembra in contrasto con l'ipotesi che la complessità influenza l'efficienza, ma a ben vedere questo si riferisce alla distribuzione della efficienza tra le unità del campione, che rimane pressoché attribuita allo stesso modo tra le unità nel primo e nel secondo modello.

L'analisi degli outliers ha rivelato la presenza di osservazioni anomale presenti sulla frontiera (tabella 9, appendice B, unità 193), influenzando significativamente e la stima della frontiera e di conseguenza la misurazione della efficienza. In appendice B è riportata una tabella delle caratteristiche di input e di output dell'ospedale risultato un outliers.

Tabella 2 I valori dell'indice di Malmquist e delle sue decomposizioni

INDICE DI MALMQUIST E EFFICIENZA DI PARTENZA (valori medi)							
	1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005
Model 1							
Efftech	0.773						
Efftech (correct)	0.723						
Model 2							
Efftech	0.768						
Efftech (correct)	0.715						
rho (spearman)	0.937						
Eff		1.011	1.119	0.975	1.287	0.762	1.164
Pec		1.027	1.039	0.987	1.026	0.852	1.115
Sec		0.992	1.048	0.990	1.104	0.900	1.037
Tc		1.040	0.971	1.079	0.862	1.390	0.905
Malm		1.051	1.076	1.042	1.073	1.026	1.042

Gli ospedali che nel 1999 presentano una efficienza individuale superiore alla efficienza media del campione sono 282, mentre le restanti 309 si posizionano al disotto dello score medio(non corretto). Successivamente al 1999 il cambiamento di produttività stimato con l'indice di Malmquist (1999-2000) è pari a 1.051 (tabella 2), evidenziando un peggioramento potenziale nella produttività nel periodo 1999-2000 (pari al 5,1%). Tale peggioramento è determinato sia da un peggioramento di efficienza che da un peggioramento tecnologico Nel periodo tra il 2000 e il 2001 ancora si rileva un peggioramento potenziale della produttività, (1.076) rispetto al periodo precedente. In questo periodo il peggioramento, diversamente dal periodo precedente, è attribuito a un peggioramento di efficienza mentre la frontiera subisce un rally in avanti. Nel 2001-2002 si evidenzia ancora un peggioramento della performance, seppur lievemente inferiore ai due periodi precedenti, ma in modo inverso al periodo precedente, l'efficienza migliora (0.975) e il cambiamento tecnologico peggiora.. Questa volta il peggioramento in produttività è inferiore al periodo precedente, che però si rinvigorisce successivamente (2002-2003), per poi rallentare nei due successivi periodi. Appare

notevole rilevare però che il peggioramento di efficienza nei primi due periodi è completamente recuperata nel terzo periodo.

Il peggioramento di produttività del 2002-2003 è trainato da un peggioramento della efficienza (sia in generale, sia tecnica pura che di scala, compensato da un miglioramento nella tecnologia. Più interessante è il miglioramento tecnico nel penultimo periodo (2003-2004). Un elemento di contraddizione, soprattutto per il periodo 2004-2005 e che le giornate di degenza, che nel modello sono state impiegate per considerare la componente assistenzialistica dei servizi ospedalieri, è accompagnata da valori in riduzione della variabili infermieri.

Leggendo i risultati derivanti dalla scomposizione dell'indice di Malmquist alla luce del trend medio delle variabili (grafico 1), si potrebbe pensare che dato il modello 1, il miglioramento di efficienza tecnica pura tra il 2001-2002 ($Pec=0,987$) è presumibilmente ostacolato da dimessi pesati in diminuzione ma in media sia gli infermieri che i medici, nello stesso periodo riducono in modo evidente la loro crescita (in particolare gli infermieri), infatti il tratto lineare per entrambe le variabili nel periodo 2001-2002 presenta una pendenza in modo evidente molto più bassa di quanto non si possa osservare per gli altri tratti lineari delle medesime variabili negli altri periodi. Il guadagno di efficienza allora è legato a livelli più bassi di output ma impieghi ancora più bassi di medici e infermieri? Nel penultimo periodo la dinamica cambia, infatti tra il 2003 e il 2004 i dimessi pesati aumentano in modo significativo mentre le due variabili (medici e infermieri) presentano crescita meno pronunciata.

Per tutto il periodo preso in esame si registra un peggioramento potenziale della produttività, come indicato dall'indice di Malmquist, mentre l'efficienza tecnica media, stimata con due DEA, a inizio periodo e a fine periodo, segnala una sostanziale staticità (dallo 0.78071 del 1999 allo 0.76007 del 2005)

7. Conclusioni

I risultati trovati non possono prescindere dalla metodologia utilizzata, altre infatti possono essere impiegate per analizzare dati panel, le quali soprattutto provengono dai toolbox di analisi econometrica dei dati panel. La WHO nell'analizzare questi tipi di dati usa modelli panel di tipo "fixed effect" piuttosto che modelli "random effects" (ma solo per effetto di test di specificazione di modelli panel). Lo svantaggio principale di questi ultimi due modelli è la difficoltà di accomodare condizioni multi-output, mentre il loro vantaggio è che, diversamente da altri modelli econometrici, non hanno bisogno che vengano specificate a priori le ipotesi di distribuzione delle componenti stocastiche. È pur vero però che nel caso di "fixed effects" si ammette che tra le unità vi siano differenze di efficienza e che i differenziali si considerano costanti nel tempo ("constant time effects"), questo può essere superato specificando un trend degli score che dipende dal tempo e usando modelli cosiddetti "time varying effect". Usando l'indice di Malmquist è stato dunque più facile tener conto dell'output-mix, non c'è stato bisogno di specificare nulla sulle componenti stocastiche nonché nessuna forma funzionale né ipotesi di comportamento.

La scelta del modello input-oriented consente di cogliere in modo più corretto il quadro di incentivi per gli ospedali a gestione diretta, questo perché la fissazione del budget di produzione per questi ospedali per effetto della programmazione annuale delle ASL, fa ritenere che tali ospedali siano maggiormente orientati all'uso razionale delle risorse più che a espandere la produzione.

Dall'analisi del modello DEA implementato per il 1999 emerge che 54 unità si trovano sulla frontiera, ovvero all'incirca il 9% del campione.

Ma se non fosse intervenuto il dlgs citato di quanto sarebbe stato il guadagno di efficienza potenziale? Si può affermare che darebbe stato maggiore il livello di inefficienza da recuperare?

Compiendo un'analisi DEA all'estremo del periodo, cioè una analisi nel 1999 e una nel 2005, il valore medio di quest'ultima è dello 0.76, poco lontano da quello del 1999, segnalando che tra gli alti e i bassi il campione di ospedali a gestione diretta ha mantenuto nel periodo 1999-2005 un livello di efficienza molto simile.

Ai fini delle intenzioni del dlgs 229/1999 il miglioramento di efficienza è presente solo in due periodi, 2001-2002 e 2003-2004.. In generale però sin dalla entrata in vigore del dlgs l'indice di Malmquist evidenzia un peggioramento della performance produttiva generale. E doveroso precisare che questa conclusione non è assimilabile a una conclusione propria della valutazione delle politiche pubbliche.

Tabelle e grafici

Tabella 1 Analisi descrittiva delle variabili

Anno 1999					
	Media	devstd	mediana	min	max
posti letto	197.87	168.20	145	2	1467
reparti	10.15	8.51	8	1	86
posti letto ut	187.90	167.45	135	2	1584
reparti ut	9.15	7.59	7	1	72
altro personale	432.70	375.96	312	21	2978
medici	76.73	68.58	57	1	522
infermieri	201.10	184.37	136	12	1343
dimessi	7450.66	6371.30	5938	0	52574
giorn dege	52374.21	47926.82	36005	0	370718
giorn disp	67268.68	57705.30	48456	730	419125
dimessi pesati	6990.624	6686.21	5031	0	56780

Tabella 2 Analisi descrittiva delle variabili anno 2000

Anno 2000					
	Media	devst	mediana	min	max
posti letto	192.67	171.11	139	2	1296
reparti	10.76	9.27	8	1	80
posti letto ut	186.02	166.49	133	2	1236
reparti ut	9.78	8.29	7	1	66
altro personale	445.25	401.82	311	0	2994
medici	79.29	72.98	60	0	557
infermieri	206.75	195.27	135	0	1458
dimessi	7352.10	6361.90	5802	0	49589

giorn dege	51695.75	48616.16	35838	0	383525
giorn disp	67071.49	60271.70	47214	732	452065
dimessi pesati	6917.91	6658.41	4991	0	54052

Tabella 3 Analisi descrittiva delle variabili anno 2001

Anno 2001					
	Media	devstd	mediana	min	max
posti letto	187.12	167.29	132	0	1282
reparti	11.02	9.42	8	1	78
posti letto ut	185.20	171.54	128	2	1212
reparti ut	10.04	8.39	7	1	65
altro personale	461.12	423.40	316	0	3140
medici	82.85	77.39	60	0	571
infermieri	215.50	208.76	140	0	1519
dimessi	7198.78	6214.88	5709	0	48603
giorn di dege	50434.62	47265.53	34506	0	358607
giorn disp	66398.91	61371.53	45750	730	443679
dimessi pesati	6756.50	6497.97	4805	0	52005

Tabella 4 Analisi descrittiva delle variabili anno 2002

Anno 2002					
	media	devstd	mediana	min	max
posti letto	185.59	167.73	132	0	1257
reparti	11.48	9.67	8	1	78
posti letto ut	178.42	161.74	124	2	1197
reparti ut	10.34	8.68	8	1	64
altro personale	469.48	436.59	319	0	3236
medici	86.03	79.75	62	0	578
infermieri	218.18	210.25	144	0	1580
dimessi	7053.46	6138.04	5683	0	48620
giorn di dege	49383.50	46838.52	33913	0	358684

giorn disp	63666.03	58174.39	44593	730	436131
dimessi pesati	6607.77	6405.11	4752	0	51537

Tabella 5 Analisi descrittiva delle variabili anno 2003

Anno 2003					
	media	devstd	mediana	min	max
posti letto	183.77	168.27	133	6	1219
reparti	11.94	9.90	9	1	79
posti letto ut	180.69	175.54	121	2	1426
reparti ut	10.57	8.88	8	1	64
altro personale	493.00	463.53	327	0	3248
medici	92.28	85.73	64	0	589
infermieri	229.18	221.67	149	0	1574
dimessi	6933.46	6277.14	5422	103	47449
giorn di dege	49111.70	48219.83	32540	1751	344909
giorn disp	63099.51	60834.39	43072	182	428865
dimessi pesati	6469.75	6509.40	4461	53	49821

Tabella 6 Analisi descrittiva delle variabili anno 2004

Anno 2004					
	media	devstd	mediana	min	max
posti letto	201.06	190.94	139	2	1219
reparti	13.64	11.207	10	1	78
posti letto ut	197.17	191.59	133	2	1191
reparti ut	12.10	10.03	9	1	63
altro personale	546.39	518.29	378	0	3334
medici	103.22	94.48	73	0	581
infermieri	253.37	251.22	167	0	1580
dimessi	7676.08	6969.02	5907	0	45126
giorn di dege	55175.15	54980.32	35314	0	330186
giorn disp	70343.17	69132.99	47946	732	414183
dimessi pesati	7192.99	7208.78	4979	0	46480

Tabella 7 Analisi descrittiva delle variabili anno 2005

Anno 2005					
	media	devstd	mediana	min	max
posti letto	203.22	194.48	139	2	1590
reparti	14.30	11.89	11	1	99
posti letto ut	199.70	191.36	136	2	1526
reparti ut	13.20	10.98	10	1	82
altro personale	546.16	547.56	366	0	4912
medici	105.77	102.91	74	0	927
infermieri	250.33	259.00	170	0	2222
dimessi	7720.68	6960.47	5804	0	42727
giorn di dege	56462.68	55596.20	37701	0	331515
giorn disp	70689.26	67321.34	48423	730	423070
dimessi pesati	7265.77	7200.42	4920	0	44436

Tabella 8 I e III quartile delle variabili

Variabile	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
posti letto	94-251	83-241	81-240	81-241	78-233	77-261	77-260
Reparti	5-13	5-14	5-15	5-15	5-16	6-19	6-20
posti letto utilizzati	88-230	80-233.5	77-233	77-227	76-232	75-246	75-249
reparti utilizzati	4-12	4-13	4,13	4,14	4-15	5-17	5-18
Altro personale	190.5-554.5	193.5-569	194-595	191-605	200-624	209-702	198-717
medici	31-101.5	30-104.5	30-108	32-116	34-122	37-148	
Infermieri	82.5-259	82-261	82-272	82-294	85-303	88-330	
dimessi	3022.5-9534.5	2751.5-9864.5	2895-9863	2855-9685	2513-9613	2774-10824	
giornate di degenza	22468-65613	21266-66720	20823-65591	20085-64498	18708-62776	19175-69462	
giornate disponibili	30950.5-83741	28990-84560.5	27742-83619	27742-79908	25733-78847	26596-88905	

dimessi pesati	2771-8787.5	2556.5-8870.5	2550-8927	2452-8538	2222-8454	2440-9710	
----------------	-------------	---------------	-----------	-----------	-----------	-----------	--

Grafico 1 Trend medio delle variabili

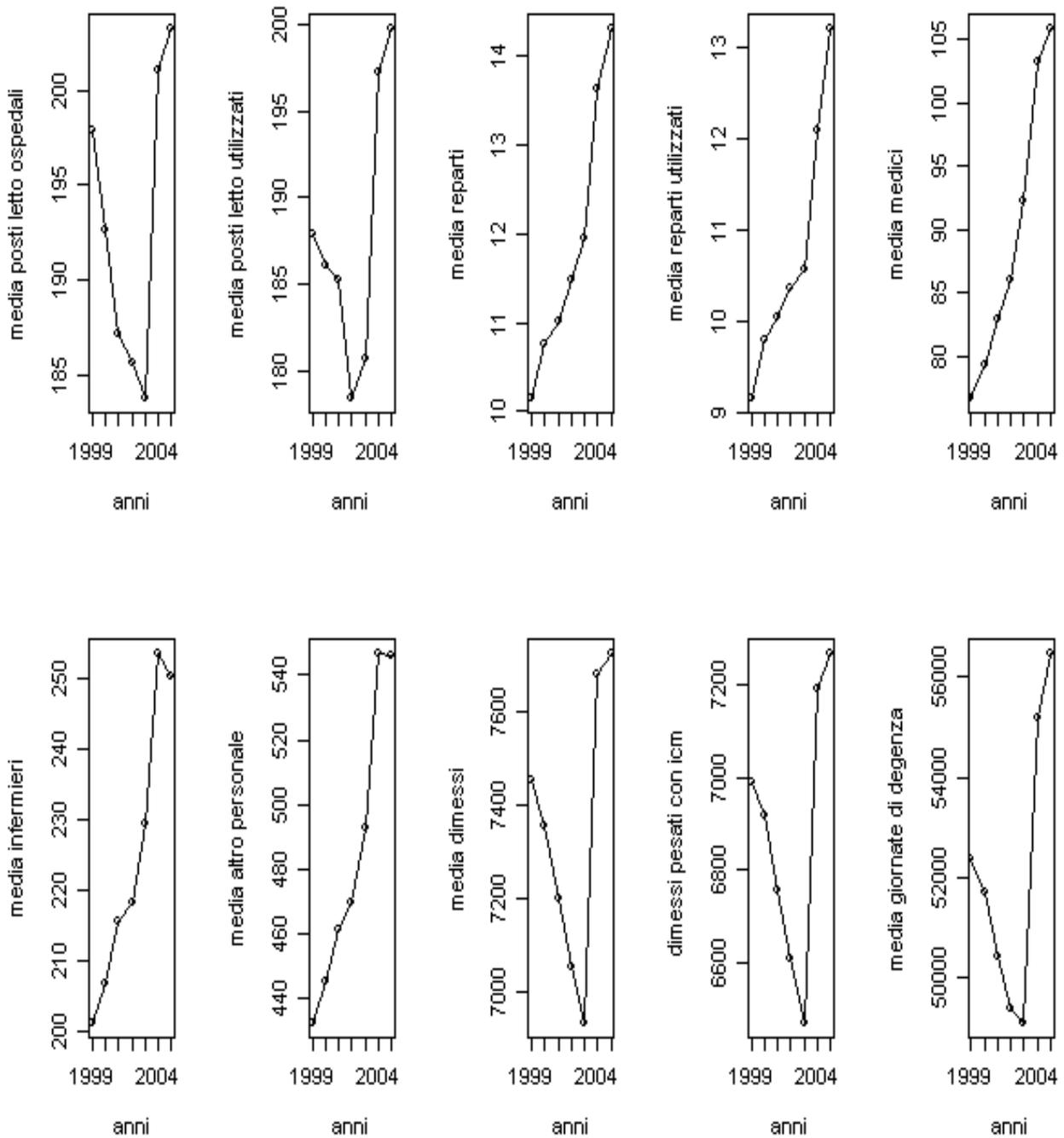


Tabella 9 Score di efficienza per ospedale-anno 1999 (model 1)

N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score
1	10003	0.7969398	198	80072	0.8578537	395	150131	0.8988764
2	10007	0.8867607	199	80079	0.7334605	396	150132	1.0000000
3	10010	0.6617696	200	80082	0.7857929	397	150139	0.5968011
4	10013	0.7697637	201	80085	0.9080178	398	150140	0.7223868
5	10017	0.8146640	202	80086	1.0000000	399	150141	0.7774841
6	10018	0.7881463	203	80089	0.8507018	400	150150	0.6914673
7	10019	0.7210325	204	80090	1.0000000	401	150153	0.6290891
8	10023	0.7431077	205	80091	1.0000000	402	150154	1.0000000
9	10028	0.8061916	206	80093	0.9535616	403	150158	0.7852992
10	10030	0.7260055	207	80095	0.8695652	404	150159	0.6782420
11	10037	0.7350239	208	80097	0.8453800	405	150160	0.6909895
12	10071	0.6983240	209	80099	1.0000000	406	150161	0.7564297
13	10072	0.8525876	210	80100	0.8778861	407	150162	0.7735747
14	10077	0.8340284	211	90601	0.7776050	408	150163	0.8447373
15	10079	0.7907639	212	90602	0.8390670	409	150164	0.6748549
16	10082	0.7275373	213	90603	0.7610929	410	150165	0.7833307
17	10085	0.8288438	214	90604	0.8304958	411	150166	0.8101102
18	10086	0.7231704	215	90605	0.7893283	412	150183	0.7749535
19	10087	1.0000000	216	90606	0.8533880	413	150187	0.7631840
20	10088	0.7435497	217	90607	0.8402655	414	150189	1.0000000
21	10091	0.6516781	218	90608	1.0000000	415	150191	0.7181844
22	10103	0.8171270	219	90609	0.6144393	416	160003	1.0000000
23	10104	0.6563833	220	90610	0.9501188	417	160007	1.0000000
24	10105	0.7083658	221	90612	0.8549932	418	160008	0.7289161
25	10106	0.6763612	222	90613	0.7949758	419	160009	0.8588114
26	10109	0.7338911	223	90614	0.6377144	420	160010	0.8737440
27	10111	0.6517630	224	90615	0.6122574	421	160011	0.9253262
28	10120	0.7750136	225	90616	0.7810059	422	160012	0.6739453
29	10123	0.6734460	226	90617	0.6892274	423	160013	0.7951654
30	10124	0.7199942	227	90618	0.8338197	424	160014	0.7594744

31	10125	0.7811890	228	90619	0.7986583	425	160015	0.6900359
32	10126	0.6888476	229	90620	0.8087343	426	160016	0.8202100
33	10152	0.9058792	230	90621	0.8515711	427	160017	0.6112469
34	10156	0.5886508	231	90622	0.7539204	428	160018	0.8729812
35	10164	0.7160759	232	90623	0.7660487	429	160022	0.6656017
36	10165	0.8359107	233	90624	0.8297378	430	160023	0.8463817
37	10166	0.7619628	234	90625	0.8598452	431	160024	0.5399276
38	10182	0.9046499	235	90626	0.8844079	432	160025	0.6423433
39	10591	1.0000000	236	90627	0.6623394	433	160026	0.7439369
40	20001	0.9214042	237	90629	0.8491848	434	160027	0.5000000
41	30039	1.0000000	238	90630	0.8005123	435	160028	0.5000000
42	30042	0.7076640	239	90631	0.7330303	436	160029	0.7598784
43	30044	0.6928566	240	90632	1.0000000	437	160030	0.7923302
44	30045	0.4817884	241	90634	1.0000000	438	160031	0.6791633
45	30047	0.5000000	242	100601	1.0000000	439	160033	0.8698678
46	30067	0.6343568	243	100801	0.7501313	440	160034	0.7829014
47	30079	0.6323111	244	100802	0.6753106	441	160036	0.6732193
48	30080	0.7542047	245	100803	0.6691649	442	160038	0.6559528
49	30083	0.7001820	246	100804	0.7794232	443	160039	1.0000000
50	30084	0.8166599	247	100805	0.5677947	444	160040	0.7683442
51	30189	0.8472422	248	100806	0.8040524	445	160041	0.8599931
52	30190	0.7291287	249	100807	0.7148474	446	160043	0.6362942
53	30191	0.6542790	250	110002	0.8464534	447	160047	0.9057971
54	30192	0.7313684	251	110003	0.6200012	448	160048	0.7571169
55	30193	0.8458090	252	110004	0.7597052	449	160050	0.7358352
56	30194	0.9182736	253	110005	0.9004142	450	160051	0.6955070
57	30203	0.7963686	254	110006	0.8605111	451	160052	0.6158015
58	30205	0.6768648	255	110007	0.6933851	452	160053	1.0000000
59	30228	0.7963051	256	110009	0.7805183	453	160054	0.6336333
60	30274	0.9203019	257	110019	0.8009612	454	160058	0.7378440
61	41001	0.9964129	258	110022	0.7508635	455	160059	0.7203573
62	41002	0.8460953	259	110025	0.8518613	456	160060	0.7348618

63	41004	0.9991008	260	110026	0.8286377	457	160061	0.6409846
64	41005	0.9144111	261	110028	0.7077642	458	160062	0.6441639
65	41006	0.8128099	262	110031	0.8152617	459	160063	0.7267442
66	41007	0.6375112	263	110032	0.7687577	460	160064	0.6244146
67	41011	0.7897647	264	110040	0.8468118	461	160065	0.7212926
68	42001	1.0000000	265	110041	0.7279080	462	160066	0.7590709
69	42003	1.0000000	266	110042	1.0000000	463	160067	0.6814310
70	42004	0.7490637	267	110044	1.0000000	464	160068	0.8433837
71	42005	0.8068420	268	110045	0.7351320	465	160072	0.6911805
72	42006	0.8602891	269	110046	0.9626492	466	160073	0.8433837
73	42007	0.7893283	270	110047	0.7204092	467	160074	0.9237875
74	42009	0.8010253	271	110048	0.5237522	468	160075	0.7542047
75	42010	0.6981778	272	110049	0.7293946	469	160076	0.9718173
76	42012	0.8333333	273	110056	0.7604563	470	160077	0.5502669
77	42014	0.7415647	274	110057	0.8338197	471	160144	0.9576709
78	50003	0.6966214	275	110058	0.7046720	472	170002	0.8375209
79	50004	0.7588981	276	110059	0.8020533	473	170004	0.8726765
80	50005	0.6971070	277	110060	1.0000000	474	170006	0.7285974
81	50006	0.8029549	278	110062	0.8172605	475	170007	1.0000000
82	50007	0.7479432	279	110064	0.7196315	476	170008	0.7874636
83	50008	0.7959249	280	110067	0.8834703	477	170011	0.6175508
84	50009	0.8078197	281	120002	0.6366183	478	170012	0.6276676
85	50010	0.8642295	282	120003	0.6483402	479	170013	0.6490978
86	50011	0.7208766	283	120004	0.6137982	480	170014	0.8060616
87	50012	1.0000000	284	120006	0.4278624	481	170015	0.7404665
88	50014	0.6012868	285	120007	0.7074137	482	170020	0.5455835
89	50016	0.7692308	286	120019	0.8774239	483	180003	0.7554582
90	50027	0.8085382	287	120020	0.6419721	484	180004	0.7409603
91	50028	0.7102273	288	120022	1.0000000	485	180005	0.6969127
92	50029	1.0000000	289	120026	0.6341958	486	180006	0.6487188
93	50030	0.9593246	290	120027	0.7597052	487	180007	0.7016559
94	50031	0.6648052	291	120030	1.0000000	488	180008	0.7023458

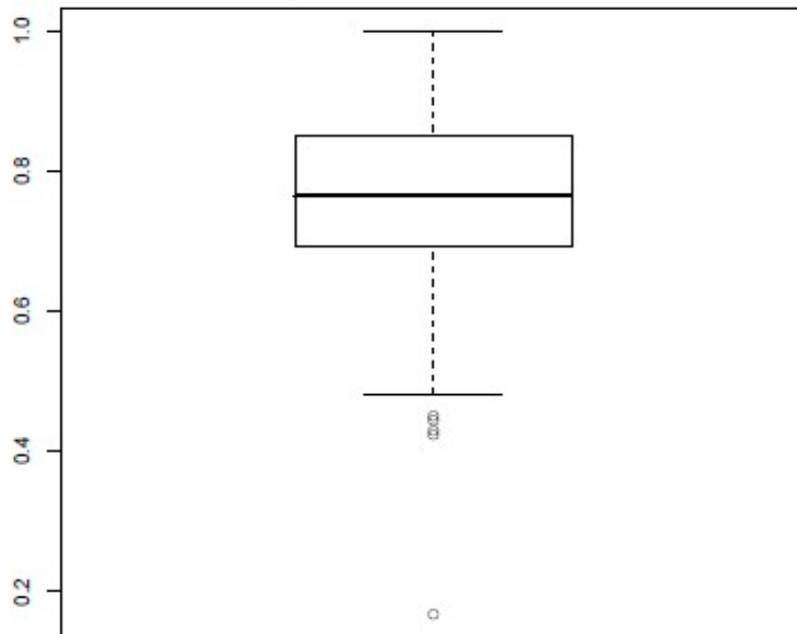
95	5003	0.8306338	292	120035	1.0000000	489	180009	0.7225956
96	50035	0.7952286	293	120036	0.7774841	490	180011	0.5755727
97	50038	0.8582954	294	120037	0.4441878	491	180013	0.8263780
98	50039	1.0000000	295	120040	0.5697681	492	180014	0.6844159
99	50040	0.7468818	296	120043	0.6942034	493	180015	0.9208103
100	50041	0.5790388	297	120044	0.7176690	494	180016	0.6248047
101	50042	0.7514842	298	120045	0.8236554	495	180032	1.0000000
102	50043	0.8328475	299	120046	0.7289692	496	180033	0.6800408
103	50044	0.7768197	300	120047	0.8460237	497	180034	0.7111870
104	50054	0.7542616	301	120048	0.7350779	498	180035	0.6345983
105	50055	0.6117705	302	120049	0.7845599	499	180040	0.7516536
106	50056	0.8521517	303	120051	0.6656903	500	180041	0.9214042
107	50057	1.0000000	304	120052	0.5557717	501	180055	1.0000000
108	50058	0.7178751	305	120053	0.6927127	502	180056	0.6075334
109	50059	0.9208951	306	120054	0.6529120	503	180057	0.6023008
110	50061	0.6537230	307	120055	0.7627183	504	180059	0.8840170
111	50064	1.0000000	308	120057	0.9302326	505	180060	0.9481369
112	50068	0.7439923	309	120058	1.0000000	506	180061	0.7478313
113	50069	0.8161267	310	120059	0.7182360	507	180062	0.7825338
114	50071	1.0000000	311	120061	0.9528347	508	180063	0.7572889
115	50072	0.6173983	312	120062	1.0000000	509	180064	0.7471608
116	50073	0.7843137	313	120063	0.8111616	510	180067	0.6452445
117	50075	0.7101264	314	120064	0.9623713	511	180068	0.4978096
118	50076	0.8197393	315	120065	0.8851908	512	180069	0.7558579
119	50084	0.7730365	316	120066	0.9149131	513	180070	1.0000000
120	50086	0.6338341	317	120200	0.7641755	514	180079	0.7053678
121	50087	0.6839945	318	120201	1.0000000	515	190103	0.7339450
122	50088	0.6880892	319	120202	0.7050694	516	190104	0.7719623
123	50089	0.8244703	320	120203	0.7330303	517	190105	0.7453231
124	50090	0.9209799	321	120204	0.7834535	518	190106	0.8163932
125	50091	0.8195378	322	120205	0.9358039	519	190107	0.8637816
126	50092	0.7145409	323	120206	0.5368551	520	190108	0.7499063

127	50093	0.8233841	324	120207	0.8959771	521	190112	0.7364855
128	50094	0.7847446	325	120208	0.7611509	522	190115	0.8686588
129	50095	0.7460460	326	120216	0.9106639	523	190116	0.8061266
130	50109	1.0000000	327	120217	0.8304958	524	190117	0.7043742
131	50111	0.7363770	328	120218	0.7042749	525	190118	0.7424456
132	50112	0.9038322	329	120219	1.0000000	526	190124	0.8538980
133	50113	0.7414547	330	120220	1.0000000	527	190125	0.8093234
134	50114	0.6956038	331	120221	0.7693491	528	190126	0.6965243
135	50115	0.8269931	332	120224	1.0000000	529	190128	0.8060616
136	50116	0.7462130	333	120225	0.7635336	530	190129	0.7004273
137	50117	0.7177720	334	120226	0.8174610	531	190131	0.9468800
138	50118	0.9043227	335	120228	0.8458806	532	190132	0.9632983
139	50126	0.7839448	336	120267	0.8910274	533	190136	0.9846396
140	50128	0.6697475	337	120271	0.8214902	534	190137	0.7405762
141	50138	0.7568304	338	130001	0.7777864	535	190138	0.4991514
142	50139	0.7525587	339	130002	0.6693888	536	190139	0.6070908
143	60002	0.7949758	340	130003	0.8756567	537	190142	0.7131142
144	60004	1.0000000	341	130004	0.5891016	538	190143	0.6617696
145	60005	0.7594168	342	130005	0.6646726	539	190149	0.5303633
146	60006	0.6892274	343	130006	0.8032129	540	190151	0.7599939
147	60007	0.7125552	344	130014	0.8761938	541	190152	0.7359976
148	60008	0.7517101	345	130015	0.8241985	542	190162	0.8996851
149	60009	0.7276432	346	130016	0.6797172	543	190163	0.6632179
150	60014	0.6528267	347	130017	0.9316192	544	190165	0.6688516
151	60016	0.6836672	348	130018	0.9624639	545	190167	1.0000000
152	60036	0.7562580	349	130019	0.6686280	546	190171	0.7409603
153	60037	1.0000000	350	130020	0.7823502	547	190172	0.5116660
154	60038	0.6501105	351	130026	1.0000000	548	190174	0.7301935
155	60039	0.8595496	352	130027	0.1666667	549	190175	0.8825346
156	70008	0.9768487	353	130028	0.9133254	550	190177	0.6093103
157	70009	0.8404068	354	130029	0.6446206	551	190178	0.7255315
158	70012	0.9129085	355	130030	0.8930964	552	190179	0.9438414

159	70027	0.6853540	356	130031	0.8095855	553	190180	0.5127942
160	70029	0.7136231	357	130032	0.9299730	554	190181	0.7222824
161	70030	0.8083421	358	130033	0.8563843	555	190182	0.5914010
162	70031	0.8733624	359	130037	0.6126700	556	190183	0.7460460
163	70033	1.0000000	360	130038	1.0000000	557	190184	0.7835762
164	70037	0.7669300	361	140001	0.9508415	558	190190	0.7910141
165	70039	0.7885813	362	140002	0.7400829	559	190191	0.5837030
166	70040	0.7357810	363	140003	0.6844627	560	190193	0.5751423
167	70041	0.8745846	364	140006	0.8607333	561	190195	0.7512584
168	70049	1.0000000	365	140007	0.8483923	562	190198	0.4503085
169	70058	0.8144649	366	140008	0.5624930	563	200001	0.7536931
170	70059	0.8844079	367	150003	0.7400281	564	200002	0.5053312
171	70090	0.8163265	368	150004	0.6164848	565	200003	0.5480653
172	70101	0.8753501	369	150005	0.6321912	566	200004	0.5938595
173	70102	0.8924587	370	150007	0.6051071	567	200005	0.6253518
174	70103	0.7843752	371	150008	0.5882699	568	200006	0.6784721
175	80002	0.7359435	372	150010	0.6740361	569	200008	0.4244662
176	80003	0.8819898	373	150012	0.6027001	570	200011	0.5517241
177	80004	0.9900010	374	150013	0.8012179	571	200012	0.7122507
178	80006	0.8327781	375	150031	0.6037918	572	200017	0.7749535
179	80013	0.7346459	376	150036	0.7417847	573	200018	0.4898359
180	80015	0.6954587	377	150039	0.7929585	574	200019	0.7859781
181	80021	0.8616975	378	150041	1.0000000	575	200020	0.5728033
182	80024	0.7966858	379	150043	0.7543754	576	200021	0.5378657
183	80031	1.0000000	380	150046	0.6499415	577	200022	0.6572461
184	80039	0.8065167	381	150050	0.8478888	578	200024	0.8280888
185	80040	0.6090876	382	150052	0.9095870	579	200025	0.7357269
186	80041	0.7413998	383	150055	0.6671559	580	200026	0.7358352
187	80042	0.8034710	384	150056	0.7496252	581	200028	0.7691716
188	80044	0.7639419	385	150057	0.7698822	582	200029	0.6491399
189	80045	1.0000000	386	150058	0.7735149	583	200030	0.5806864
190	80046	0.7409054	387	150060	0.6373486	584	200031	0.7888924

191	80049	0.8489685	388	150062	0.6485505	585	200033	0.5723771
192	80052	0.7893906	389	150064	0.7954184	586	200034	0.9300595
193	80053	1.0000000	390	150066	0.7701194	587	200035	0.6362942
194	80061	0.8075587	391	150067	0.6953136	588	200036	0.6091989
195	80065	0.8737440	392	150068	0.6677796	589	200038	0.5785363
196	80068	0.8072980	393	150069	0.7229612	590	200052	0.7810669
197	80069	0.8570449	394	150070	0.7572316	591	200053	0.7610350
mean		0.7733784						
dev.std		0.1266480						
min		0.1666667						

Fig 2 Boxplot score E.T.1999



Riferimenti bibliografici

Afonso, Fernandes (2008), "Assessing Hospital Efficiency :Non-parametric Evidence for Portugal", School of Economics and Management, Technical University of Lisbon, Working Paper 07/2008/DE/UECE.

Aletras et al (2007) "The short-term effect on technical and scale efficiency of establishing regional health systems and general management in Greek NHS hospitals", Health Policy.

Arocena, Garcia-Prado (2007), "Accounting for quality in the measurement of hospital performance: evidence from Costa Rica", Health Economics.

Barbetta G., Turati G., Zago A. (2007) "Behavioral Differences Between Public and Private not-for-Profit Hospitals in the Italian National Health Service", Health Economics.

Berta P., Callea G., Martini G., Vittadini G. (2008), "The impact of upcoding, cream skimming, and readmissions on hospitals' efficiency : the case of Lombardy", Working Paper n°6, CRISP.

Canta C., Piacenza M., Turati G. (2005), "Riforme del Servizio Sanitario Nazionale e dinamica dell'efficienza ospedaliera in Piemonte". Ceris-Cnr.

Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. (2007), "Data envelopment analysis. A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software", second edition, Springer.

Destefanis S., Pavone A. (1996), "L'analisi dell'efficienza nell'ambito dell'approccio FDH: un'estensione e un'applicazione per gli ospedali di zona", ISTAT, Quaderni di Ricerca.

Dlgs 502/92 "Riordino della disciplina in materia sanitaria , a norma dell'art 1 della Legge 23 ottobre 1992 , n .421"

Dlgs 517/93 "Modificazioni del dlgs 502/1992, recante riordino della disciplina in materia sanitaria , a norma dell'art 1 della Legge 23 ottobre 1992, n. 421 "

Dlgs 229/1999 "Norme per la razionalizzazione del Servizio sanitario nazionale , a norma dell'art 1 della legge 30 novembre 1998, n.419"

Dlgs 56/2000 " Disposizione in materia di federalismo fiscale, a norma dell'art 10 della legge 13 maggio 1999, 133".

European Observatory on Health Care System (2001), "Health Care in Transition: Italy".

European Observatory on Health Care System (2004), "Configuring the hospital for the 21st century", Brief Policy.

Fare R., Grosskopf S., Lindgren B., Poullier J.P. (1997), "Productivity growth in health care delivery", medical care.

Fare R., Grosskopf S., Lovell C.A.K. (1994), "Production Frontiers", Cambridge University Press, Cambridge.

Fare R.,Grosskopf S.,Norris M. and Zhang Z. (1994),” Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries”, American Economic Review.

Farrel M.J.(1957),”The measurement of productive efficiency”, Journal of The Royal Statistical Society.

Fattore,Torbica(2006),” Inpatient reimbursement system in Italy: How do tariffs relate to costs?”,Health Care Management Sciences.

Ferrier G.D.,Valdmanis V.D.(2004),” Do mergers improve hospital productivity?”, Journal Operational Research Society.

Giuffrida A.(1999),” Productivity and efficiency changes in primary care: a Malmquist index approach”, Health Care Management Science.

Grosskopf S.(1993),” Efficiency and productivity”, in “The measurement of Productive Efficiency:Technique and Applications”. Eds H.O Fried, C.A.K.Lovell and S.Schimidt , Oxford University Press.

Hofmarcher,Paterson,Hiedel (2002),”Measuring Hospital Efficiency in Austria:a DEA approach”, Health Care Management Science.

Lozzi(2008),”L’assistenza ospedaliera in Italia”,BI,Occasional Paper.

Lyroutdi et alt(2006),”The productive performance of public hospital clinics in Greece:a case study”,Health Services Management Sciences.

Malmquist S.(1953),” Index number and indifference surface”, Trabajois de Estatistica.

Maniadakis N,Hollingsworth B. (1997),” Measuring and analysing the impact of the internal market on hospital efficiency and productivity using a Malmquist indec approach”,

Maniadakis N,Thanassoulis(2000),” Assessing productivity changes in UK hospitals reflecting technology and input price”, Applied Economics.

Ozcan Y.A.(2007),” Health Care Benchmarking and Performance Evaluation. An assessment using Data Envelopment Analysis (DEA)”, Springer.

Rapporto annuale sull’attività di ricovero ospedaliero. Dati SDO 2005, Ministero della salute.

Rebba V.,Rizzi D.(2003),”The role of demand and weigth restrictions in DEA measurement of hospital efficiency”.

Salute e Territorio, Anno XXIII, Marzo-Aprile 2002.

Simar L. and Wilson P.W. (1999), “Estimating and bootstrapping Malmquist indices”, European Journal of Operational Research 115, 459-471.

Simar L. and Wilson P.W.(1998),”Sensitivity Analysis of Efficiency Scores:How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Model”, Management Sciences.

Staat M.(2003),” The Efficiency of Treatment Strategies of General Pratictioners :A Malmquist Index Approach”, The European Journal Health Economics.

Wilson P. (1993) ,”Detecting outliers in deterministic non-parametric frontier model with multiples outputs”, Economics Statics.

Appendice A

Test di correlazione di Spearman

Il test di correlazione di Spearman è un test statistico non parametrico che viene utilizzato quando i dati a disposizione sono ordinati con rango e si hanno a disposizione due set di questi dati. E' un test per valutare ipotesi riguardanti coefficienti di correlazione (di rango) dopo aver ottenuto una misura di correlazione /associazione. L'ipotesi da testare è: la correlazione tra i ranghi su due variabili ha un valore diverso da zero? La misura di correlazione usata nel test è il rho (ρ) e le ipotesi del test sono:

$$H_0: \rho=0$$

direzionale

$$H_1: \rho < 0 \quad \text{oppure} \quad H_1 > 0$$

non direzionale

$$H_1: \rho \neq 0$$

Nel caso di non direzionalità di H_1 l'ipotesi nulla è rifiutata se il valore assoluto del test ottenuto è uguale o più grande di quello tabellare two-side. Nel caso direzionale ($>$) H_0 è rifiutata se rho ha valore positivo ed è più grande del valore tabellare one-side, e viceversa nel caso di direzionale ($<$).

Il valore di rho (coefficiente di correlazione dei ranghi) può essere ottenuto con il seguente calcolo:

$$r = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

dove n è la numerosità e d è la differenza tra i rank.

La statistica calcolata è indicata con r_s .

test applicato ai modelli DEA 1 e 2

Rho del test di Spearman	MODELLO 1	MODELLO 1 senza reput
MODELLO 2	0,94	0,85
MODELLO 2 senza variabile reput	0,87	0,95

I valori dei coefficienti sono indicati nella tabella sopra, e indicano che tra il Modello 1 e il Modello 2 esiste una correlazione tra i ranghi positiva e consistente. Con il test invece si mette sotto ipotesi assenza di correlazione tra i ranghi ($\rho=0$, H_0) contro un qualche valore di correlazione (cioè H_1 è non direzionale). Il valore della statistica ottenuta confrontata con valori tabellari non ci consente di accettare H_0 .

Appendice B

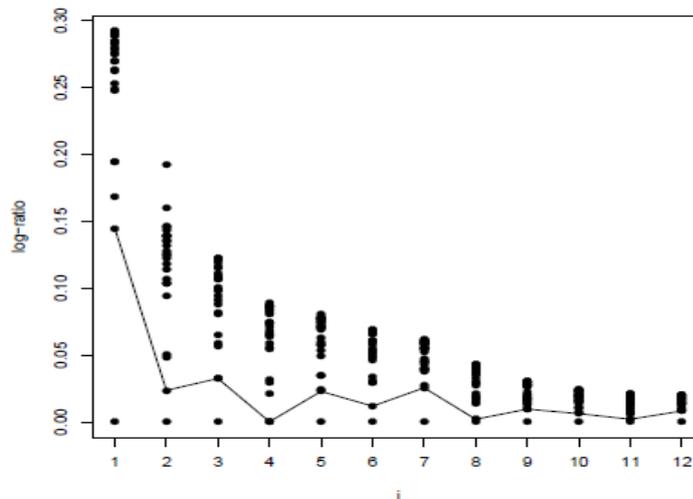
L'analisi di outliers

L'analisi di outliers è stata compiuta seguendo Wilson 1993 e poi messa a confronto con un boxplot degli score di efficienza esclusivamente per il modello 1.

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	193	NA	NA	NA								
[2,]	68	193	NA	NA	NA							
[3,]	111	68	193	NA	NA	NA						
[4,]	183	111	68	193	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[5,]	378	183	111	68	193	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	61	378	183	111	68	193	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	92	61	378	183	111	68	193	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	309	92	61	378	183	111	68	193	NA	NA	NA	NA
[9,]	572	309	92	61	378	183	111	68	193	NA	NA	NA
[10,]	563	572	309	92	61	378	183	111	68	193	NA	NA
[11,]	563	351	572	309	92	61	378	183	111	68	193	NA
[12,]	563	351	572	40	309	92	61	378	183	111	68	193

VALORI DELLA STATISTICA:

- [1] 0.7064069
- [2] 0.5765527
- [3] **0.4775841**
- [4] 0.4086047
- [5] 0.3484103
- [6] 0.3037461
- [7] 0.2662382
- [8] 0.2393789
- [9] 0.2155280
- [10] 0.1950766
- [11] 0.1771649
- [12] 0.1605083



Con la procedura di Wilson(1993) possono essere individuati, sulla base dell'analisi grafica dei log-ratio, 4 gruppi di outliers $i=1,2,5,7$, in corrispondenza di questi gruppi la differenza dei valori minimi del log-ratio è grande, in 1 e 2 e poi in corrispondenza di 5 e 7 aumenta. Tra queste unità selezionate come outliers (che con questa procedura significa le unità che hanno la più bassa probabilità di essere estratte dalla popolazione delle osservazioni)tutte appartengono alla frontiera tranne la 61.

Con il box plot l'unità outliers è quella che rispetto al campione ha uno score in modo anomalo più basso di quello delle altre, e che corrisponde alla unità 352 (score pari a 0.1666667). altre unità anomale che emergono dall'analisi del boxplot sono la numero con score inferiori a 0.5.

variabile	Campione (valori medi e sd)	outlier (cod. 080053)
ICM medio	0.925 ($\pm 0,1371$)	1.16
medici	75.97 (± 66)	520
operatori I e II cat	199 ($\pm 178,4$)	1339
posti letto r.o.	196,2 ($164,6\pm$)	1048
posti letto d.h.	14,7 ($\pm 17,9$)	99
Interventi chirurgici	11960,8 ($\pm 12212,4$)	58991
Dimessi totali	7384,91 ($\pm 6245,9$)	38860
dimessi chirurgici	2667,8 ($\pm 2966,1$)	17972
dimessi 1g	984,7 ($\pm 1022,5$)	6146
dimessi pesati	9448 ($\pm 9370,8$)	65925,12
dimessi chirurgici pesati	2550,9 ($\pm 3095,3$)	20847,52
dimessi 1 g pesati	908,4 ($\pm 975,6$)	7129,36
giornate degenza	51757,95 ($\pm 46221,5$)	364213
giornate degenza preoperatoria	9.161,97 ($12.083,27$)	92.834