

UNIVERSITÀ DI SALERNO

Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche

DOTTORATO DI RICERCA IN ECONOMIA DEL SETTORE PUBBLICO

XII Ciclo



Tesi di dottorato

IL SISTEMA AEROPORTUALE ITALIANO:
ANALISI DELL'EFFICIENZA

Candidato

Dott.ssa Silvia Keller

Handwritten signature of Silvia Keller in black ink.

Relatore

Prof. Fausto Galli

Handwritten signature of Fausto Galli in black ink.

Coordinatore

Prof. Sergio Destefanis

Handwritten signature of Sergio Destefanis in black ink.

ANNO ACCADEMICO 2013-2014

Indice

Introduzione.....	4
1 Il Sistema Aeroportuale Italiano.....	7
1.1 Le caratteristiche dell'impresa aeroportuale.....	8
1.2 La struttura del sistema aeroportuale italiano.....	10
1.3 Lo scenario di mercato	12
1.3.1 Il confronto con i principali sistemi aeroportuali europei.....	12
1.3.2 L'evoluzione del traffico passeggeri	14
1.3.3 L'evoluzione del cargo	17
1.4 L'alta velocità.....	19
1.5 La struttura proprietaria dei gestori aeroportuali.....	23
2 L'analisi dell'efficienza del sistema aeroportuale italiano - Parte I: La DEA.....	26
2.1 La letteratura economica	26
2.2 La metodologia.....	34
2.3 Il modello operativo e il modello finanziario	36
2.4 I risultati.....	40
2.4.1 Gli intervalli di confidenza	40
2.4.2 L'evoluzione dei punteggi di efficienza	41
2.4.3 Lo Scatter Plot	46
2.5 L'analisi dei risultati.....	49
3 L'analisi dell'efficienza del sistema aeroportuale italiano - Parte II: gli indici di <i>Malmquist</i>	51
3.1 La metodologia.....	51
3.2 Il modello.....	54
3.3 I risultati.....	56
3.4 L'analisi dei risultati.....	62
4 L'impatto del trasporto ferroviario ad alta velocità sulla <i>performance</i> aeroportuale	63
4.1 La letteratura economica	64
4.2 La metodologia.....	65
4.3 La procedura a due stadi di Simar e Wilson.....	67
4.4 I risultati.....	71
4.5 L'analisi dei risultati.....	72
5 Le conclusioni	74
Allegato 1 – Intervalli di confidenza.....	79
Bibliografia.....	87

Indice delle Figure

Figura 1 – Rapporto tra numerosità delle infrastrutture, popolazione e PIL	7
Figura 2 – Italia <i>versus</i> Europa: trasporto passeggeri e cargo	12
Figura 3 – Traffico passeggeri nei principali Paesi europei	13
Figura 4 – Cargo nei principali Paesi europei	13
Figura 5 – Distribuzione del traffico passeggeri per classi dimensionali su dati 2004-2013	16
Figura 6 – Evoluzione del traffico passeggeri per classi dimensionali su dati 2004-2013.....	17
Figura 7 – Distribuzione del traffico merci per classi dimensionali su dati 2004-2013.....	18
Figura 8 – Evoluzione del traffico merci per classi dimensionali su dati 2004-2013	19
Figura 9 – Trasporto ferroviario ad alta velocità e traffico nazionale e internazionale.....	22
Figura 10 – Evoluzione dei punteggi di efficienza del Modello Operativo.....	41
Figura 11 – Evoluzione dei punteggi di efficienza del Modello Finanziario	43
Figura 12 – <i>Scatter plot</i> dei punteggi di efficienza operativa e finanziaria 2004.....	48
Figura 13 – <i>Scatter plot</i> dei punteggi di efficienza operativa e finanziaria 2013.....	48
Figura 14 – Intervalli di Confidenza – Indice di <i>Malmquist</i> (dal 2004 al 2012).....	60
Figura 15 – Intervalli di Confidenza – Componente TC (dal 2004 al 2012).....	61
Figura 16 – Intervalli di Confidenza - Modello Operativo 2004 - 2013.....	79
Figura 17 – Intervalli di Confidenza - Modello Finanziario.....	83

Introduzione

La rilevanza del sistema del trasporto aereo ai fini dello sviluppo del Paese impone una visione strategica e sistemica della rete aeroportuale che deve essere inclusa in un unico sistema integrato nazionale dei trasporti e nelle reti trans-europee (*Trans-European Transport Network*, TEN-T).¹ A tal fine, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) ha presentato sin dal 2012 il “Piano Nazionale degli Aeroporti”, approvato in via definitiva dalla “Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano” nel febbraio 2015. Il “Piano Nazionale degli Aeroporti” propone per la prima volta una visione sistemica di rete aeroportuale italiana rappresentando uno strumento per determinare la strategia degli investimenti pubblici nelle infrastrutture di collegamento degli scali.²

In tale contesto, la presente analisi intende offrire un contributo al dibattito sulle strategie di sviluppo della rete aeroportuale italiana valutando la *performance* degli aeroporti inclusi nel “Piano Nazionale degli Aeroporti”.

L’analisi della *performance* dei gestori aeroportuali non può prescindere da una valutazione delle dinamiche dell’industria del trasporto aereo e del loro impatto sull’evoluzione del modello di business dell’impresa aeroportuale. L’industria del trasporto aereo è stata caratterizzata nell’ultimo decennio da cambiamenti strutturali riferibili sia al quadro normativo che allo scenario di mercato. Con riferimento al quadro normativo, gli interventi europei -gradualmente trasposti dal legislatore nazionale - sono stati finalizzati alla liberalizzazione del trasporto aereo e alla riduzione del potere di monopolio locale degli aeroporti.³ In particolare, nel segmento aeroportuale l’obiettivo perseguito dal legislatore è stato quello di incentivare la concorrenza sia nelle attività aeronautiche sia in quelle commerciali condotte dai gestori degli scali.⁴

¹ *Trans-European Transport Network*, TEN-T includono: la rete stradale trans-europea; la rete ferroviaria trans-europea (che a sua volta include sia la rete ferroviaria convenzionale trans-europea che la rete ferroviaria ad alta velocità trans-europea); la rete fluviale trans-europea e porti per la navigazione interna; la rete di porti marittimi trans-europea; la rete marittima trans-europea, la rete aeroportuale trans-europea; la rete combinata di trasporto trans-europea; la rete di informazione e gestione delle spedizioni trans-europea; la rete di gestione del traffico aereo trans-europea che comprende il Single European Sky e i concetti di ricerca ATM sul Single European Sky; la rete di posizionamento e navigazione satellitare trans-europea. http://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/site/index_en.htm.

² <http://www.mit.gov.it/mit/site.php?p=cm&o=vd&id=3520>

³ Si fa riferimento in tale contesto ai (i) tre pacchetti normativi rispettivamente del 1987, 1990 e 1993 che hanno avuto la funzione di aprire il mercato comunitario e di introdurre la libera prestazione dei servizi al suo interno; alla (ii) Direttiva 1996/67/EC che ha liberalizzato l’attività di handling; alla (iii) Direttiva 2009/12/EC finalizzata a creare un quadro unico di riferimento per i criteri di definizione delle tariffe aeroportuali e previsto l’istituzione di un’Autorità di vigilanza indipendente.

⁴ Le operazioni e le strutture di un aeroporto si dividono in attività aeronautiche e attività commerciali. Le attività aeronautiche (c.d. *airside*) includono quelle attività riferibili alla movimentazione degli aeromobili, ai servizi per la gestione di piste di atterraggio, bretelle di raccordo, parcheggi per aeromobili, piazzole di sosta,

Con riferimento allo scenario di mercato, il decennio dal 2004 al 2013 - su cui è focalizzata la presente analisi - è stato caratterizzato (i) dallo sviluppo delle compagnie aeree *low cost* che ha contribuito ad accrescere i volumi di passeggeri e il ruolo di aeroporti regionali e secondari, (ii) dalla crisi economico-finanziaria che ha avuto inizio nel 2008 ed ha determinato una flessione nei volumi di merci e passeggeri trasportati,⁵ (iii) dalla concorrenza intermodale fra trasporto aereo e trasporto ferroviario ad alta velocità che se da una parte ha sottratto quote di mercato al trasporto aereo soprattutto sulle rotte domestiche dall'altra ha favorito l'accessibilità ad alcuni scali aeroportuali contribuendo ad ampliare il loro bacino d'utenza.

La letteratura economica ha focalizzato da tempo l'attenzione sull'analisi dell'efficienza dei gestori aeroportuali prendendo in considerazione metodologie di analisi non parametriche i.e. *Data Envelopment Analysis* (DEA) e parametriche i.e. *Stochastic Frontier Analysis* (SFA). Focalizzando l'analisi sulla letteratura economica riferibile agli aeroporti italiani, si osserva che la metodologia di analisi più diffusa è stata la DEA. In particolare, Barros e Dieke (2008)⁶ hanno applicato la procedura a due stadi di Simar e Wilson (2007)⁷ per stimare i fattori che influenzano l'efficienza di 31 aeroporti nel periodo dal 2001 al 2003, giungendo alla conclusione che le principali determinanti dell'efficienza sono la dimensione e la struttura proprietaria e che la maggior parte degli aeroporti italiani opera in condizioni di rendimenti di scala costanti. Più recentemente, Curi, Gitto e Mancuso (2011)⁸ hanno implementato una procedura *bootstrap* dei risultati della DEA per 18 aeroporti italiani su dati dal 2000 al 2004 in ipotesi di rendimenti di scala costanti, con riferimento alle attività di natura operativa e a quelle di carattere finanziario. In particolare, gli autori hanno esplorato i più recenti strumenti d'inferenza statistica per la DEA, quali *bias correction* e intervalli di confidenza associati con i risultati DEA. In seguito, Gitto e Mancuso (2012)⁹ hanno esteso il lavoro di Barros e Dieke (2008) impiegando una DEA su 28 aeroporti italiani nel periodo dal 2000 al 2006 da cui hanno derivato l'indice di *Malmquist* adattato a un contesto inferenziale. L'indice di

ed il sistema di controllo del traffico aereo. Le attività commerciali (cd. *groundside*) includono i servizi associati ai passeggeri, il sistema di accesso all'aeroporto, i parcheggi per automobili.

⁵ Il trasporto passeggeri, dopo la flessione registrata nel 2008 e nel 2009, dovuta all'effetto della crisi economico-finanziaria, ha registrato nel biennio 2010-2011 un trend di crescita maggiore anche rispetto agli anni pre-crisi, per poi rallentare nuovamente nel 2012 e nel 2013. Il trasporto merci, dopo la flessione registrata nel 2009 ha registrato una crescita nel biennio 2010-2011 per poi rallentare nuovamente a partire dal 2012.

⁶ Barros, C.P., Dieke, P.U.C., 2008. Measuring the economic efficiency of airports: a Simar-Wilson methodology analysis. *Transportation Research Part E* 44, pagine 1039–1051.

⁷ Simar, L., Wilson, P.W., 2007. Estimation and inference in two stages, semi parametric models of productivity efficiency. *Journal of Econometrics* (136), 31– 64.

⁸ Curi C., Gitto S., Mancuso P., 2011. New evidence on the efficiency of Italian airports: A bootstrapped DEA analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, Volume 45, pagine 84–93.

⁹ Gitto S., Mancuso P., 2012. Bootstrapping the Malmquist indexes for Italian airports. *Int. J. Production Economics* 135, pagine 403–411.

Malmquist calcolato in modo deterministico, infatti, non consentirebbe di verificare se le variazioni di produttività identificate corrispondono a variazioni reali o se, in alternativa, rappresentano uno spostamento delle frontiere di produzione nel tempo. L'utilizzo della procedura *bootstrap* ha consentito di ottenere intervalli di confidenza per l'indice di *Malmquist* e le sue componenti, ovvero la variazione di efficienza e il cambiamento tecnologico. Gli autori sono giunti alla conclusione che la crescita della produttività della rete aeroportuale italiana è polarizzata sui sistemi aeroportuali di Roma e Milano e su pochi altri aeroporti e che la struttura proprietaria degli aeroporti non influenza l'efficienza della gestione.

La presente analisi, considerando come punto di partenza i precedenti lavori di Barros e Dieke (2008), Curi, Gitto e Mancuso (2011) e Gitto e Mancuso (2012), valuta la *performance* degli aeroporti inclusi nel "Piano Nazionale degli Aeroporti" nel periodo dal 2004 al 2013 articolandosi in due fasi: i) la prima fase analizza l'efficienza attraverso un'analisi dei punteggi di efficienza della DEA e degli indici di *Malmquist*; ii) la seconda fase valuta l'impatto dello sviluppo del trasporto ferroviario ad alta velocità sull'efficienza del sistema aeroportuale italiano applicando la procedura a due stadi di Simar e Wilson (2007).

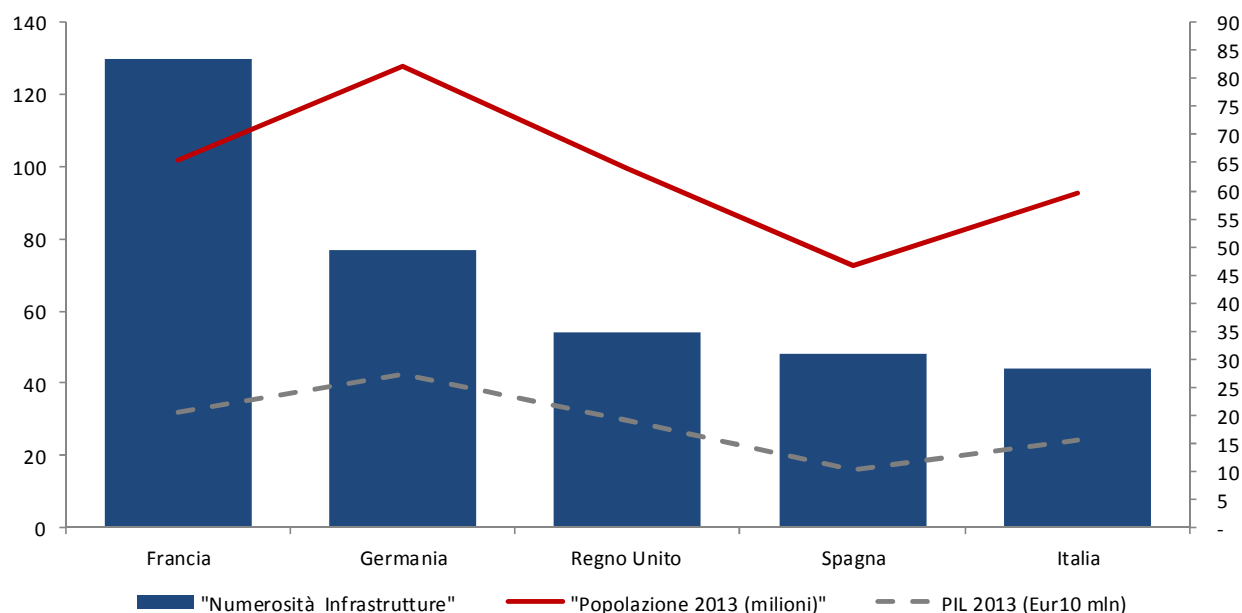
Il lavoro si articola nei seguenti capitoli:

- Il Capitolo 1 descrive le caratteristiche del sistema aeroportuale italiano e l'evoluzione dello scenario di mercato caratterizzato anche dallo sviluppo della rete del trasporto ferroviario ad alta velocità;
- Il Capitolo 2 presenta la prima parte dell'analisi dell'efficienza degli aeroporti italiani condotta attraverso la DEA;
- Il Capitolo 3 presenta la seconda parte dell'analisi dell'efficienza degli aeroporti italiani attraverso gli indici di *Malmquist*;
- Il Capitolo 4 presenta la valutazione d'impatto sulla *performance* aeroportuale dello sviluppo del trasporto ferroviario ad alta velocità condotta attraverso la procedura a due stadi di Simar e Wilson (2007);
- Il Capitolo 5 presenta le conclusioni dell'analisi.

1 Il Sistema Aeroportuale Italiano

L'Italia si colloca al quinto posto in Europa per numero di aeroporti che gestiscono traffico civile commerciale con 44 infrastrutture.¹⁰ La numerosità delle infrastrutture aeroportuali italiane, rapportata al PIL¹¹ e alla popolazione, risulta in linea con Paesi di dimensione economica confrontabile, quali Germania e Regno Unito. L'Italia presenta, inoltre, una quota maggiore di strutture aeroportuali di medie e medio-piccole dimensioni rispetto a Regno Unito e Francia, dove prevale, a fronte di aeroporti di grandi dimensioni di importanza internazionale, un numero significativo di infrastrutture di piccole dimensioni.¹²

Figura 1 – Rapporto tra numerosità delle infrastrutture, popolazione e PIL



Fonte: elaborazione su dati Eurostat

L'odierno sistema aeroportuale italiano è il risultato dell'evoluzione socio economica dei territori regionali e, allo stesso tempo, l'esito del processo di liberalizzazione europeo che a partire dagli anni '90 ha modificato significativamente il mercato del trasporto aereo con l'obiettivo di accrescerne il grado di competitività e rendere più efficienti le gestioni aeroportuali.¹³

¹⁰ Complessivamente la rete aeroportuale include 112 aeroporti funzionanti articolati come segue: 90 aeroporti aperti al traffico civile; 11 aeroporti militari aperti al traffico civile; 11 aeroporti ad uso esclusivamente militare.

¹¹ PIL, prodotto interno lordo.

¹² Banca d'Italia, 2011. Le infrastrutture in Italia: dotazione, programmazione, realizzazione. Firpo G. e Monti P., Gli aeroporti italiani: dotazione e gestione delle infrastrutture, pagina 738.

¹³ Commissione Europea: http://ec.europa.eu/transport/modes/air/internal_market/integration_history_en.htm

La razionalizzazione del sistema aeroportuale italiano e la sua integrazione in un unico sistema integrato nazionale dei trasporti e nelle reti trans-europee (TEN-T) rappresentano un fattore importante delle politiche di sviluppo economico del Paese. In tale contesto il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha pubblicato il “Piano Nazionale degli Aeroporti” che propone per la prima volta una visione sistemica di rete aeroportuale italiana configurandosi come uno strumento rilevante per determinare la strategia degli investimenti pubblici nelle infrastrutture di collegamento degli scali.¹⁴

Il presente capitolo descrive le caratteristiche del sistema aeroportuale italiano e l’evoluzione dello scenario di mercato articolandosi come segue:

- Il paragrafo 1.1 descrive le caratteristiche dell’impresa aeroportuale;
- Il paragrafo 1.2 descrive la struttura del sistema aeroportuale italiano;
- Il paragrafo 1.3 presenta l’evoluzione dello scenario di mercato;
- Il paragrafo 1.4 descrive lo sviluppo della rete ferroviaria ad alta velocità e l’evoluzione delle dinamiche concorrenziali con il trasporto aereo;
- Il paragrafo 1.5 presenta la struttura proprietaria delle società di gestione aeroportuale.

1.1 Le caratteristiche dell’impresa aeroportuale

Il processo di liberalizzazione del trasporto aereo ha modificato il modello di business dei gestori aeroportuali.

Nella fase pre-liberalizzazione, la struttura del mercato del trasporto aereo europeo in ciascun Paese è stata caratterizzata da un monopolio della compagnia di bandiera sulle rotte domestiche e da un duopolio delle rispettive compagnie di bandiera, supportato da accordi bilaterali, sulle rotte internazionali che collegavano due Paesi. In tale fase, i gestori aeroportuali, di proprietà pubblica, hanno potuto trasferire il costo di eventuali inefficienze alla compagnia di bandiera di proprietà pubblica. Il consumatore finale (anche contribuente), pagando il biglietto aereo alla compagnia di bandiera, ha dunque sostenuto il costo delle inefficienze complessive del sistema.

Per effetto della liberalizzazione, la condotta dei gestori aeroportuali è influenzata dal loro rapporto con le compagnie aeree e dalla loro capacità di attrarre passeggeri e merci per competere con gli altri gestori aeroportuali (*two sided business*). Le compagnie aeree nuove entranti hanno la facoltà di negoziare con i gestori aeroportuali tariffe vantaggiose offrendo in cambio un flusso di passeggeri e merci addizionale. Per offrire servizi a tariffe competitive al fine di attrarre compagnie aeree, passeggeri e merci, i gestori aeroportuali sono incentivati da una parte a essere più efficienti e

¹⁴ <http://www.mit.gov.it/mit/site.php?p=cm&o=vd&id=3520>

dall'altra a spostare il proprio interesse dai ricavi realizzati dalle attività aeronautiche a quelli da attività non aeronautiche o commerciali.

Le attività svolte da un gestore aeroportuale si articolano in aeronautiche e commerciali. Le attività aeronautiche (c.d. *airside*) includono quelle attività riferibili alla movimentazione degli aeromobili, ai servizi per la gestione di piste di atterraggio, bretelle di raccordo, parcheggi per aeromobili, piazzole di sosta, e al sistema di controllo del traffico aereo. Le attività commerciali (cd. *groundside*) includono i servizi associati ai passeggeri, ovvero i parcheggi per automobili e le attività di ristorazione e di vendita al dettaglio che si svolgono nell'aerostazione.

Le tariffe (c.d. diritti aeroportuali) rappresentano il corrispettivo che le compagnie aeree pagano ai gestori per i servizi di decollo e di atterraggio sulle piste da loro gestite (attività aeronautiche). Il biglietto pagato dal passeggero alla compagnia aerea include i diritti aeroportuali dovuti dalla compagnia aerea al gestore dello scalo di partenza e a quello dello scalo di arrivo. In un contesto economico liberalizzato, nel confronto fra le compagnie aeree, che operano in regime concorrenza, e gli aeroporti, che rappresentano delle infrastrutture con significativo potere di mercato (monopoli locali), i diritti aeroportuali devono riflettere il costo reale del servizio offerto, inclusivo di un ragionevole ritorno sul capitale investito;¹⁵ in tal modo, allocando efficientemente le risorse e prevenendo ogni potenziale distorsione della concorrenza nel confronto fra compagnie aeree e aeroporti, è possibile simulare le caratteristiche di un mercato concorrenziale.

Fino al 2000 i diritti aeroportuali sono determinati in modo simile per ogni tipologia di aeroporto (grande o piccolo) in modo non correlato ai costi dei servizi in quanto hanno natura di tassa per l'uso di aeroporti statali. A partire da tale data, i diversi interventi normativi hanno modificato la regolamentazione tariffaria con l'intento di rendere i diritti aeroportuali orientati al costo ed equilibrare il rapporto tra gestori aeroportuali e compagnie aeree.¹⁶

¹⁵ Copenhagen Economics, 2012. Airport Competition in Europe.

¹⁶ Tali interventi normativi possono essere articolati nelle seguenti fasi di rilievo: (i) nel 2000, con Delibera CIPE n. 86/2000 è stato introdotto un meccanismo di *price cap* da determinarsi attraverso un modello tariffario basato sull'evoluzione dei costi, della produttività e dei volumi; (ii) con Delibera CIPE n. 38/2007, sono stati introdotti specifici criteri da definirsi ex ante per ciascun periodo regolatorio di 4 anni con riferimento in particolare al (i) riconoscimento dei costi, rendicontati nella contabilità analitica certificata da una società di revisione, direttamente e indirettamente imputabili ai servizi oggetto della regolamentazione, alla (ii) remunerazione del capitale investito netto e dei nuovi investimenti; al (iii) riconoscimento dei costi di ammortamento e delle spese operative derivanti dai nuovi investimenti programmati, ed al (iv) margine commerciale per attività non regolamentate da portare in detrazione nella misura massima del 50% al costo riconosciuto per le attività regolamentate. Tale normativa ha condotto alla definizione di numerosi Contratti di Programma, per effetto dei quali si è configurato un sistema tariffario diversificato, con tariffe fortemente differenziate per gli aeroporti dotati di contratti di programma e quelli privi di tale contratto; (iii) la Direttiva 2009/12/CE, ha stabilito un quadro di regole comuni in Europa per la determinazione dei diritti aeroportuali

Con riferimento alla struttura dei costi, si rileva che l'impresa aeroportuale presenta un'elevata componente di costi fissi per effetto sia degli ingenti investimenti infrastrutturali sia della natura di alcuni costi operativi, come quelli relativi alla sicurezza, che non variano significativamente al variare delle dimensioni di scala. L'elevata componente di costi fissi, oltre che la crescente importanza dei ricavi generati dalle attività commerciali (i.e. non aeronautiche), incentivano l'impresa aeroportuale a competere con gli altri aeroporti per attrarre compagnie aeree, passeggeri e merci. Nella struttura di mercato post liberalizzazione, la redditività di un gestore aeroportuale dipende fortemente dai volumi di traffico: all'aumentare del numero dei passeggeri i ricavi aumentano in modo direttamente proporzionale mentre i costi aumentano in modo meno che proporzionale per effetto dell'elevata componente di costi fissi.¹⁷

1.2 La struttura del sistema aeroportuale italiano

La presente analisi è focalizzata sui 38 aeroporti aperti al traffico civile commerciale inseriti nel “Piano Nazionale degli Aeroporti” approvato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) il 30 settembre 2014 e dalla “Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano” in data 2 febbraio 2015. Gli aeroporti inclusi nel “Piano Nazionale degli Aeroporti” possono essere considerati a pieno titolo come il “sistema aeroportuale italiano”.

Il “Piano Nazionale degli Aeroporti” suddivide il territorio italiano in 10 bacini di traffico, definiti in base alle caratteristiche demografiche e orografiche del territorio, ai tempi ed alle condizioni d'accesso all'infrastruttura aeroportuale, nonché in base al posizionamento di ciascuna infrastruttura rispetto alle reti di trans-europee (TEN-T).

Il territorio nazionale è stato ripartito in 4 aree sovraregionali secondo lo schema NUTS-livello 1: Nord-Ovest, Nord-Est, Centro, Sud e Isole.¹⁸ In ciascuna delle 4 aree sono stati individuati dei bacini di traffico omogenei e con tempi di accesso ad un aeroporto pari al massimo a 2 ore. In ciascun bacino è stato identificato un aeroporto strategico e uno o più aeroporti d'interesse nazionale o regionale:

- Gli aeroporti strategici sono stati identificati in base al ruolo di *gate* intercontinentali e all'appartenenza degli stessi allea reti trans-europee (TEN-T). Gli aeroporti d'interesse

applicabili agli aeroporti europei di maggiori dimensioni. I tale contesto si inserisce il processo di consultazione avviato dall'ART (Autorità di Regolazione dei Trasporti) concluso a settembre 2014.

¹⁷ Copenhagen Economics, 2012. Airport Competition in Europe.

¹⁸ Fonte: Eurostat.

nazionale sono stati identificati in base alla sostenibilità economica dell'infrastruttura e al grado di specializzazione dello scalo nell'ambito del bacino.

- Gli aeroporti d'interesse nazionale, per essere considerati tali devono realizzare le due seguenti condizioni: (i) *“la specializzazione dello scalo e una sua riconoscibile vocazione funzionale al sistema all'interno del bacino di utenza”*; (ii) *la dimostrazione, tramite un piano industriale corredato da un piano economico-finanziario, che l'aeroporto è in grado di raggiungere l'equilibrio economico-finanziario anche tendenziale e adeguati indici di solvibilità patrimoniale, almeno su un triennio*¹⁹. Qualora tali condizioni non fossero soddisfatte, ma sussistesse comunque una funzione di continuità territoriale, l'aeroporto avrebbe in ogni caso natura d'interesse nazionale. La qualifica di aeroporti d'interesse nazionale, infatti, è conferita anche agli scali che garantiscono la continuità territoriale di regioni periferiche e aree in via di sviluppo o particolarmente disagiate, qualora non sussistano altre modalità di trasporto.

La classificazione degli aeroporti italiani considerati dal “Piano Nazionale degli Aeroporti” per ciascun bacino di traffico è rappresentata in Tabella 1.²⁰

Tabella 1 – Classificazione aeroporti per bacino

Bacino di Traffico	Aeroporti Strategici	Aeroporti d'interesse nazionale nazionale/regionale
Nord Ovest	Milano Malpensa, Torino	Milano Linate, Bergamo, Genova, Brescia, Cuneo
Nord Est	Venezia	Verona, Treviso, Trieste
Centro Nord	Bologna- Firenze/Pisa	Rimini, Parma, Ancona,
Centro	Roma Fiumicino	Roma Ciampino, Perugia, Pescara
Campania	Napoli	Salerno
Mediterraneo/Adriatico	Bari	Brindisi, Taranto
Calabria	Lamezia	Reggio Calabria, Crotone
Sicilia Occidentale	Palermo	Trapani, Pantelleria e Lampedusa
Sicilia Orientale	Catania	Comiso
Sardegna	Cagliari	Olbia, Alghero

Fonte: elaborazione su informazioni Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

¹⁹Fonte: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti <http://www.mit.gov.it/mit/site.php?p=cm&o=vd&id=3746>

²⁰I bacini del Nord Ovest e del Centro –Nord e presentano l’eccezione di due aeroporti strategici. A tal fine però devono essere soddisfatte le seguenti condizioni: (i) Torino deve realizzzare un sistema di alleanze con l'aeroporto intercontinentale di Milano Malpensa finalizzato a generare sinergie di sviluppo reciproco e dell'intero bacino del Nord Ovest ; (ii) Pisa e Firenze devono realizzare la gestione unica.

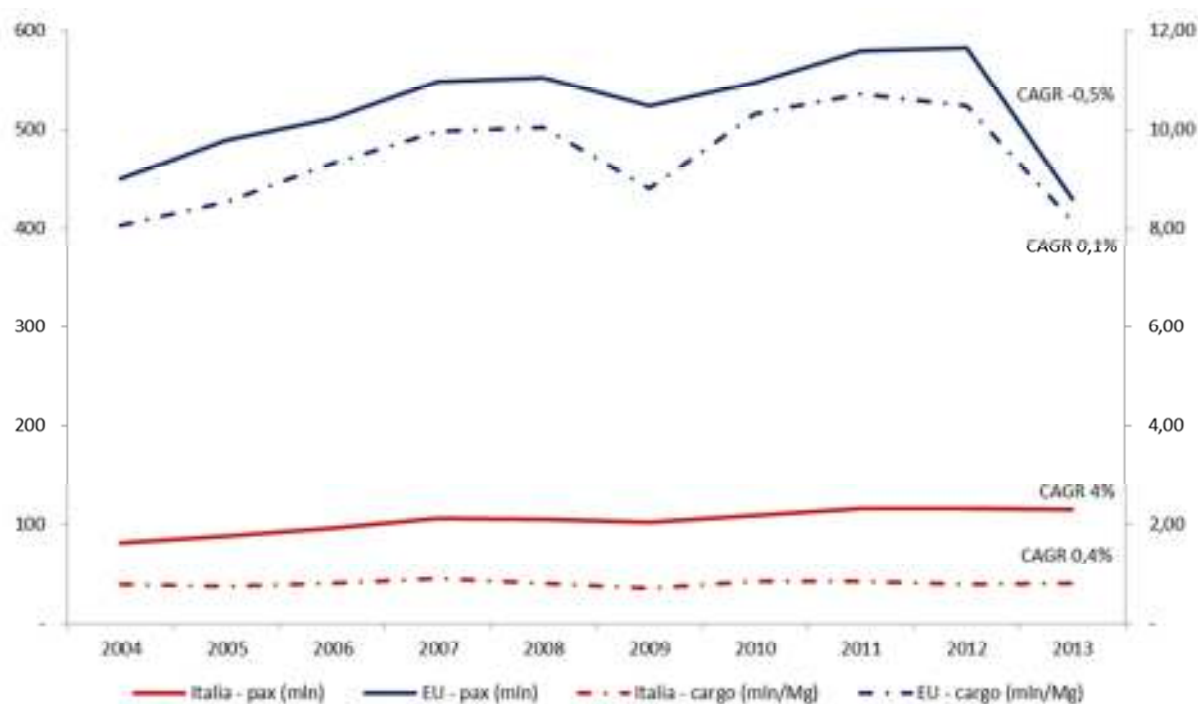
1.3 Lo scenario di mercato

L'analisi dello scenario di mercato nel periodo di osservazione dal 2004 al 2013 presenta il confronto evolutivo tra il mercato nazionale e quello europeo e focalizza l'attenzione sull'andamento del traffico passeggeri e del traffico merci rispetto alle diverse classi dimensionali delle infrastrutture aeroportuali.

1.3.1 Il confronto con i principali sistemi aeroportuali europei

Nel decennio di osservazione dal 2004 al 2013, il traffico passeggeri in Italia è aumentato a un tasso di crescita annuo medio composto pari al 4% (*compound annual growth rate*, CAGR) a fronte di una sostanziale stabilità del traffico nella Eurozona rappresentata da un CAGR pari al -0,5%. Nello stesso periodo il traffico merci (cargo) in Italia presenta un CAGR pari allo 0,4% che, seppure debole, è superiore a quello dell'Eurozona pari allo 0,1% (Figura 2).²¹

Figura 2 – Italia versus Europa: trasporto passeggeri e cargo



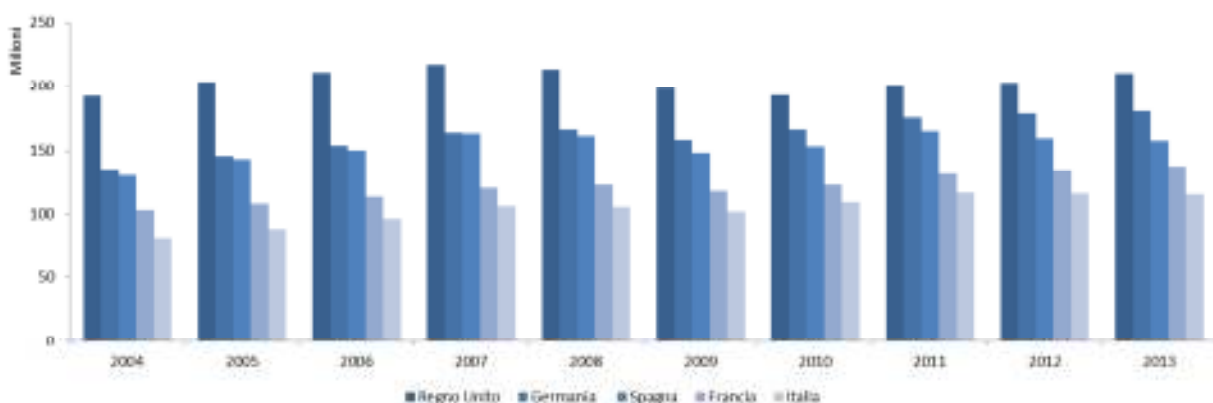
Fonte: elaborazione su dati EUROSTAT (Mln di passeggeri, Mln di Mg di cargo)²²

²¹ I dati rappresentano il numero totale di passeggeri trasportati in Europa (arrivi e partenze) suddivisi per paese e per anno, inclusivi di tutti i passeggeri su un volo determinato (con un unico numero di volo) contati una sola volta e non ripetutamente su ogni singola tappa di quel volo. Pertanto, tale valore non è confrontabile con le serie statistiche prodotte dall'ENAC oggetto delle analisi successive.

²² Mln, milioni; Mg, megagrammo (1 tonnellata).

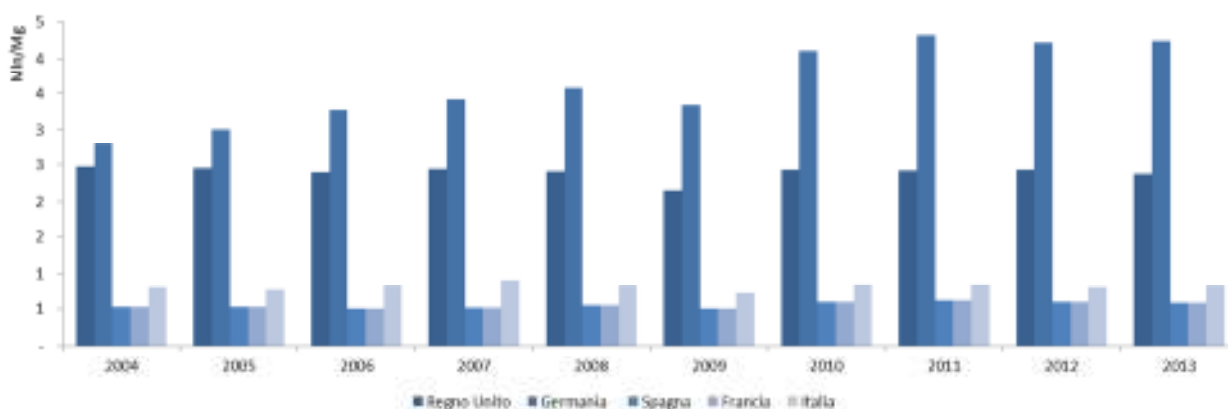
Dal confronto sui dati di traffico passeggeri tra i principali Paesi europei emerge che, nel decennio di osservazione, l'Italia rappresenta il quinto mercato europeo dopo il Regno Unito, la Germania, la Spagna e la Francia (Figura 3), seppure con un CAGR più elevato degli altri Paesi.²⁴ Diversamente, dal confronto sui dati del cargo tra i principali Paesi europei emerge che, nel decennio di osservazione, l'Italia si colloca al terzo posto dopo la Germania e il Regno Unito. Tuttavia, mentre la Germania presenta un CAGR pari al 5%, l'Italia e gli altri Paesi in analisi presentano un CAGR inferiore o uguale all'1% (Figura 4).²⁵ Dall'andamento del traffico in Figura 3 si rileva la flessione nel periodo dal 2008 al 2012 riconducibile agli effetti della crisi economico-finanziaria. A partire dal 2013 si osservano i primi segnali di una ripresa con un'inversione di tendenza.

Figura 3 – Traffico passeggeri nei principali Paesi europei



Fonte: elaborazione su dati EUROSTAT (Mln di passeggeri)

Figura 4 – Cargo nei principali Paesi europei



Fonte: elaborazione su dati EUROSTAT (Mln di Mg di cargo)

²⁴ Il CAGR calcolato sul numero di passeggeri nel periodo dal 2004 al 2013 è pari per l'Italia al 4%, per il Regno Unito all'1%, per la Germania e la Francia al 3% e per la Spagna al 2%.

²⁵ Il CAGR calcolato sui dati di cargo nel periodo dal 2004 al 2013 è pari per l'Italia al 0,4%, per il Regno Unito al -0,5%, per la Germania al 5%, per la Francia e la Spagna al 1,2%.

1.3.2 L'evoluzione del traffico passeggeri

Ai fini dell'analisi presente, i 38 aeroporti inclusi nel "Piano Nazionale degli Aeroporti" sono stati raggruppati nelle seguenti classi dimensionali individuate dalla Commissione Europea.²⁶

- LCA (*Large Community Airports*): aeroporti con un numero di passeggeri maggiore di 10 milioni per anno;
- NAA (*National Airports*): aeroporti con un numero di passeggeri compreso tra 5 ed 10 milioni per anno;
- LRA (*Large Regional Airports*): aeroporti con un numero di passeggeri compreso tra 1 e 5 milioni per anno;
- SRA (*Small Regional Airports*): aeroporti con un numero di passeggeri minore di 1 milione per anno.

In considerazione del fatto che sia i due scali di Roma, ovvero Roma Fiumicino e Roma Ciampino, sia i due scali di Milano, ovvero Milano Malpensa e Milano Linate, sono gestiti da un unico gestore (ADR S.p.A. per i due scali romani e SEA S.p.A. per i due scali milanesi), ai fini dell'analisi tali aeroporti sono stati considerati non come scali separati ma come sistemi *hub* e in base alla dimensione complessiva sono stati classificati come LCA.²⁸ Ciò ha reso l'analisi confrontabile con i lavori di Curi, Gitto e Mancuso (2011).

La classificazione degli aeroporti per classe dimensionale con l'indicazione dei relativi codici IATA è riportata in Tabella 2.²⁹

²⁶ European Commission, 2005. Community guidelines on financing of airports and start-up aid to airlines departing from regional airports. Official Journal of the European Union, 2005/C 312/1.

²⁸ Milano Linate appartiene alla classe dimensionale NAA e Roma Ciampino alla classe dimensionale LRA.

²⁹ Anziché utilizzare i codici IATA - rispettivamente FCO e CIA per Roma Fiumicino e Roma Ciampino e MPX e LIN per Milano Malpensa e Milano Linate - sono stati impiegati i due codici "FCOCIA" e "LINMPX".

Tabella 2 – Classificazione degli aeroporti per classe dimensionale

Codice IATA	Aeroporto	Classe
AHO	Alghero	LRA
AOI	Ancona	SRA
BRI	Bari	LRA
BGY	Bergamo	NAA
BLQ	Bologna	NAA
VBS	Brescia	SRA
BDS	Brindisi	LRA
CAG	Cagliari	LRA
CTA	Catania	NAA
CIY	Comiso	SRA
CRV	Crotone	SRA
CUF	Cuneo	SRA
FLR	Firenze	LRA
GOA	Genova	LRA
SUF	Lamezia Terme	LRA
LMP	Lampedusa	SRA
LINMXP*	Milano Linate/Malpensa	LCA
NAP	Napoli	NAA
OLB	Olbia	LRA
PMO	Palermo	LRA
PNL	Pantelleria	SRA
PMF	Parma	SRA
PEG	Perugia	SRA
PSR	Pescara	SRA
PSA	Pisa	LRA
REF	Reggio Cal	SRA
RMI	Rimini	SRA
FCOCIA*	Roma Fiumicino/Ciampino	LCA
QRS	Salerno	SRA
TAR	Taranto	SRA
TRN	Torino	LRA
TPS	Trapani	LRA
TFS	Treviso	LRA
TRS	Trieste	SRA
VCE	Venezia	NAA
VRN	Verona	LRA

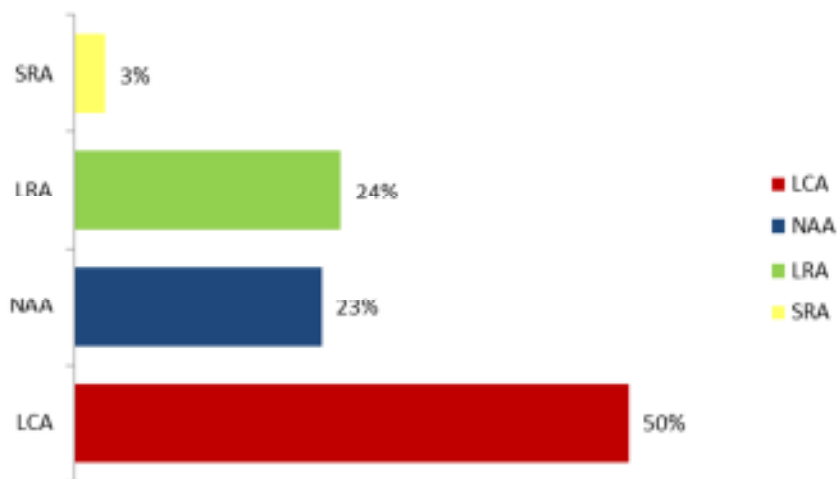
Fonte: elaborazione su dati di traffico ENAC; (*) si veda nota n. 29

Analizzando i dati del traffico nel periodo di osservazione dal 2004 al 2013 con riferimento agli aeroporti in analisi, si rileva che oltre il 70% del traffico passeggeri è gestito dagli aeroporti di grandi dimensioni inclusi nelle classi LCA e NAA, ovvero da infrastrutture con più di 5 milioni di

passaggeri l'anno. In particolare, la distribuzione del traffico passeggeri medio annuo in base alla classificazione EU tra gli aeroporti è la seguente (Figura 5):³⁰

- I 2 sistemi aeroportuali di Roma Fiumicino e Ciampino e Milano Malpensa e Linate (LCA) gestiscono in media circa 70 milioni di passeggeri per anno dal 2004 al 2013 corrispondente al 50% del traffico passeggeri medio complessivo;
- I 5 aeroporti NAA (Bergamo, Bologna, Catania, Napoli e Venezia) gestiscono in media circa 30 milioni di passeggeri per anno dal 2004 al 2013 corrispondente al 23% del traffico passeggeri medio complessivo;
- I 14 aeroporti LRA (Alghero, Bari, Brindisi, Cagliari, Firenze, Genova, Lamezia Terme, Olbia, Palermo, Pisa, Treviso, Trapani, Torino, Verona) gestiscono in media circa 32 milioni di passeggeri per anno dal 2004 al 2013 corrispondente al 24% del traffico passeggeri medio complessivo;
- I 15 aeroporti SRA (Ancona, Brescia, Comiso, Crotone, Cuneo, Lampedusa, Pantelleria, Parma, Perugia, Pescara, Reggio Calabria, Rimini, Salerno, Taranto, Trieste) gestiscono in media circa 4 milioni di passeggeri per anno dal 2004 al 2013 corrispondente al 3% del traffico passeggeri medio complessivo.

Figura 5 – Distribuzione del traffico passeggeri per classi dimensionali su dati 2004-2013



Fonte: elaborazione su dati di traffico ENAC

Il trasporto passeggeri, dopo la flessione registrata nel 2008 e nel 2009, dovuta all'effetto della crisi economico-finanziaria, ha registrato nel biennio 2010-2011 un trend di crescita maggiore anche

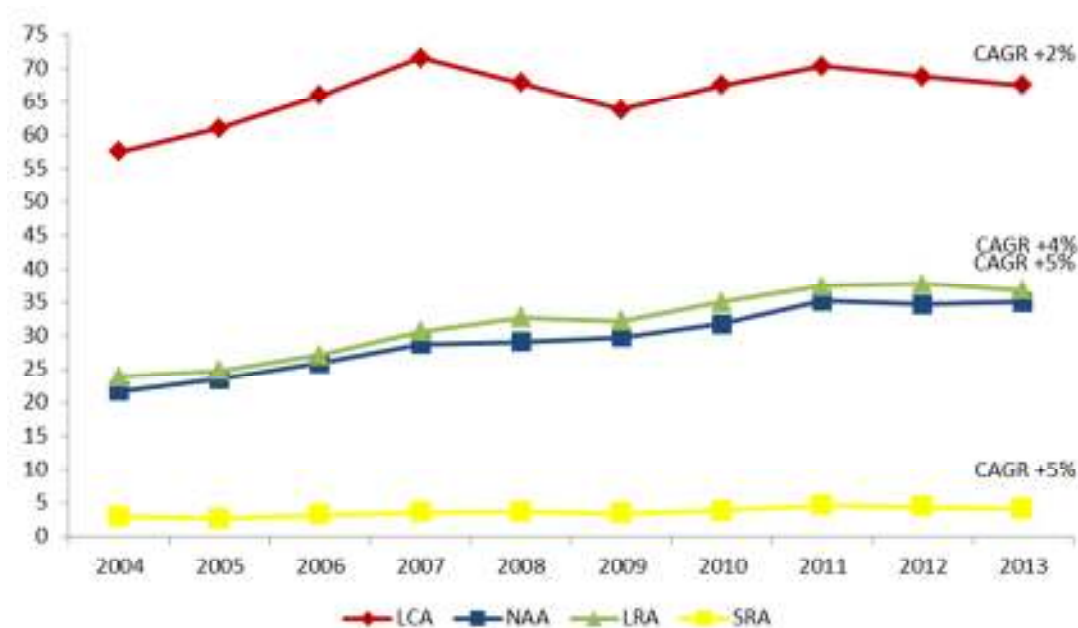
³⁰ Ai fini dell'analisi si precisa che (i) non è stato considerato l'aeroporto di Comiso per mancata disponibilità dei dati (ii) gli aeroporti di Roma Fiumicino, Roma Ciampino, Milano Malpensa e Milano Linate sono stati considerati come due sistemi *hub* e classificati come LCA.

rispetto agli anni pre-crisi, per poi rallentare nuovamente nel 2012 e nel 2013. Come in altri Paesi europei, anche in Italia il traffico passeggeri è stato fortemente influenzato dalla crescente penetrazione dei vettori aerei *low cost* (*low cost carriers*) e dalla concorrenza intermodale del trasporto ferroviario ad alta velocità.

La penetrazione dei vettori aerei *low cost* ha favorito soprattutto gli aeroporti regionali e/o secondari che rientrano nelle classi dimensionali LRA e SRA. Dall'analisi dei dati ENAC relativi al traffico passeggeri nel periodo di osservazione dal 2004 al 2013, si osserva che gli aeroporti inclusi nelle classi dimensionali LRA e SRA presentano una crescita più sostenuta (CAGR +5%), gli aeroporti NAA presentano una crescita in linea con il mercato (CAGR + 4%), mentre i due sistemi aeroportuali di Roma Fiumicino e Ciampino e Milano Malpensa e Linate, raggruppati nella classe LCA, presentano una crescita più contenuta (CAGR +2%).

La Figura 6 rappresenta graficamente l'evoluzione sopra descritta.

Figura 6 – Evoluzione del traffico passeggeri per classi dimensionali su dati 2004-2013



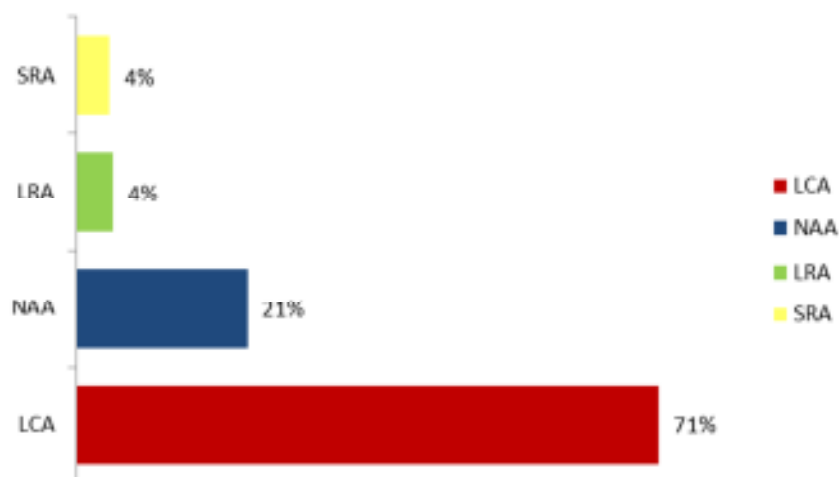
Fonte: elaborazione su dati di traffico ENAC (Mln di passeggeri).

1.3.3 L'evoluzione del cargo

Analizzando i dati del cargo nel periodo di osservazione dal 2004 al 2013 con riferimento agli aeroporti in analisi, si rileva che oltre il 90% del traffico passeggeri è gestito dagli aeroporti inclusi nelle classi LCA e NAA. In particolare, la distribuzione del cargo in base alla classificazione EU tra gli aeroporti è la seguente (Figura 7):

- I 2 sistemi aeroportuali di Roma Fiumicino e Ciampino e Milano Malpensa e Linate (LCA) gestiscono in media circa 610 mila Mg di cargo per anno dal 2004 al 2013 corrispondenti al 71% del traffico merci medio complessivo. In particolare, il sistema di Milano Malpensa e Linate gestisce in media 436 mila Mg di cargo rappresentando circa il 50% del traffico merci nazionale; il sistema di Roma Fiumicino e Ciampino gestisce in media 176 mila Mg di cargo rappresentando circa il 20% del traffico merci nazionale;
- I 5 aeroporti NAA (Bergamo, Bologna, Catania, Napoli e Venezia) gestiscono in media circa 180 mila Mg di cargo per anno dal 2004 al 2013 corrispondenti al 21% del traffico merci medio complessivo;
- I 14 aeroporti LRA (Alghero, Bari, Brindisi, Cagliari, Firenze, Genova, Olbia, Palermo, Pisa, Lamezia Terme, Treviso, Trapani, Torino, Verona) gestiscono in media circa 40 mila Mg di cargo per anno dal 2004 al 2013 corrispondenti al 4% del traffico merci medio complessivo;
- I 15 aeroporti SRA (Ancona, Brescia, Comiso, Crotone, Cuneo, Lampedusa, Pantelleria, Parma, Perugia, Pescara, Reggio Calabria, Rimini, Salerno, Taranto, Trieste) gestiscono in media circa 35 mila Mg di cargo per anno dal 2004 al 2013 corrispondenti al 4% del traffico merci medio complessivo.

Figura 7 – Distribuzione del traffico merci per classi dimensionali su dati 2004-2013



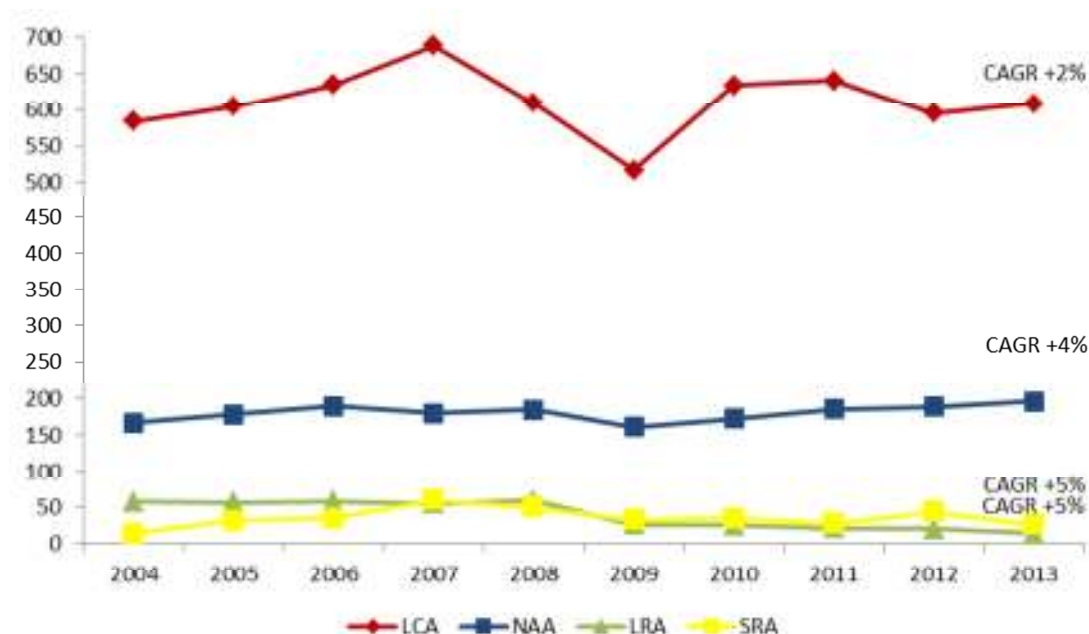
Fonte: elaborazione su dati di traffico ENAC.

Il trasporto merci, dopo la flessione registrata nel 2009, presenta una crescita nel biennio 2010-2011 per poi rallentare nuovamente a partire dal 2012. Considerando il periodo di osservazione dal 2004 al 2013, si osserva che a fronte di un tasso medio composto di crescita complessivo negativo e pari al -1% (CAGR), i grandi hub presentano una crescita nulla (CAGR 0%) rispetto ai grandi aeroporti

nazionali NAA (CAGR +2%), mentre gli aeroporti LRA presentano trend negativo (CAGR -15%) e mentre gli aeroporti SRA presentano un trend positivo (CAGR +8%).

La Figura 8 rappresenta graficamente l'evoluzione sopra descritta.

Figura 8 – Evoluzione del traffico merci per classi dimensionali su dati 2004-2013



Fonte: elaborazione su dati di traffico ENAC (Mgl di Mg)³¹

1.4 L'alta velocità

Come in altri Paesi europei, lo scenario di mercato del trasporto aereo in Italia è stato influenzato dalla crescente concorrenza del trasporto ferroviario ad alta velocità su alcune importanti rotte nazionali.³²

Al fine di valutare l'impatto della concorrenza fra trasporto aereo e trasporto ferroviario ad alta velocità sul mercato del trasporto aereo, occorre considerare le differenze tra le due modalità di trasporto sia dal lato della domanda, sia dal lato dell'offerta. Dal lato della domanda, i tempi di percorrenza sulle rotte a lungo raggio rendono il treno ad alta velocità poco competitivo rispetto all'aereo: il trasporto ad alta velocità compete con il trasporto aereo sul segmento dell'utenza business quando i tempi di percorrenza sono inferiori a una soglia di tre ore ritenuta compatibile con un viaggio di andata e ritorno giornaliero. Dal lato dell'offerta, le due modalità di trasporto presentano differenze in termini di capacità e flessibilità che si riflettono in una diversa struttura dei costi. In termini di capacità, il trasporto ferroviario ad alta velocità si giustifica solo se collega città

³¹ Mgl, migliaia.

³² ART, Autorità di Regolazione dei Trasporti, 2014. Primo Rapporto Annuale al Parlamento, pagine 16–32.

grandi o medio grandi,³³ mentre il trasporto aereo può servire un grandissimo numero di città medie e medio - piccole; una linea ferroviaria ad alta velocità ha una capacità di 300 treni al giorno, ovvero di circa 150.000 passeggeri ed è stato stimato sia necessario utilizzare un terzo di tale capacità per coprire i soli costi operativi. In termini di flessibilità, la possibilità di collegare nuove città e servire nuovi bacini d'utenza rappresenta per il trasporto ferroviario ad alta velocità (così come il trasporto ferroviario tradizionale) un processo meno flessibile rispetto al trasporto aereo; le compagnie aeree possono attivare un nuovo collegamento diretto in modo rapido e veloce da un aeroporto ad un altro, senza la necessità di creare fisicamente l'infrastruttura di trasporto.³⁴

In Europa, il servizio di trasporto ad alta velocità sta modificando la mobilità con impatti significativi sul trasporto aereo. In Francia sono molto sviluppati sia il sistema di trasporto ferroviario ad alta velocità (TGV) sia il sistema di trasporto aereo con l'importante *hub* internazionale di Parigi. A seguito dell'apertura dei collegamenti ferroviari ad alta velocità la compagnia di bandiera francese ha deciso di non effettuare servizi di trasporto aereo tra Parigi e Bruxelles. A valle dello sviluppo del trasporto ferroviario ad alta velocità, la Francia ha registrato una forte contrazione dei collegamenti aerei per tratte inferiori ai 500 km, il dimezzamento delle frequenze dei voli per le rotte Parigi - Bruxelles e Parigi - Londra e la quasi totale scomparsa del collegamento aereo Parigi-Lione. A distanza di dieci anni dal suo completamento, il servizio di trasporto ad alta velocità ha modificato la mobilità fra Parigi, Bruxelles e Londra. Con riferimento a tali tratte, è esemplificativo che nella distribuzione delle quote di mercato fra trasporto ferroviario ad alta velocità e compagnie aeree il primo detenga circa il 65% sulla tratta Londra-Bruxelles e circa il 70% sulla tratta Londra-Parigi. In Spagna, nel 2014 l'Istituto di statistica nazionale ha certificato il sorpasso dei treni ad alta velocità sul trasporto aereo: dopo una costante diminuzione dei passeggeri sul trasporto aereo per l'intero 2013, nel mese di gennaio 2014 1,9 milioni di passeggeri hanno viaggiato sui treni ad alta velocità a fronte di 1,8 milioni di passeggeri che hanno preferito l'aereo. Nella tratta Madrid - Barcellona (500 km) il trasporto ferroviario ad alta velocità rappresenta l'84% della quota di mercato. In particolare, la rete spagnola ad alta velocità è una delle più estese al modo con stazioni all'avanguardia e tratte con elevati indici di puntualità,

³³ In base alla definizione ISTAT nel Censimento della popolazione e delle abitazioni, si intendono per città grandi quelle con più di 250.000 abitanti e per città medio grandi quelle con un numero di abitanti compreso tra 50.000 e 250.000.

³⁴ Florence School of regulation, 2014. Atti del convegno "2nd European Intermodal Transport Regulation Summary: high-speed rail vs. low-cost air: competing or complementary modes?"

caratteristiche che rispondono alle esigenze di una popolazione residente principalmente lungo le fasce costiere e a una domanda di mobilità con raggi d'azione di 600/700 km.³⁵

In Italia, la rete ferroviaria ad alta velocità ha iniziato a svilupparsi sulla tratta Roma - Firenze, che costruita tra il 1970 e il 1992, rappresenta la prima linea ad alta velocità in Europa. Tuttavia, per ulteriori sviluppi della rete occorre aspettare il 2005 con l'apertura della tratta Roma - Napoli. Al 2013, la rete ferroviaria ad alta velocità è presente in Campania, Lazio, Toscana, Emilia Romagna, Lombardia e Piemonte, localizzando i nodi ferroviari nei pressi di città di dimensioni grandi e medio grandi. Il mercato italiano dell'alta velocità rappresenta, inoltre, un caso unico in Europa per la presenza, di due operatori: l'*incumbent* Trenitalia e l'operatore nuovo entrante Nuovo Trasporto Viaggiatori (NTV) che ha iniziato ad operare nel 2012 sulla tratta Roma – Milano.

In considerazione delle caratteristiche della domanda e dell'offerta, il trasporto ferroviario ad alta velocità rappresenta un sostituto del trasporto aereo a corto raggio, ovvero di quel trasporto che richiede un percorso inferiore alle 2 o 3 ore e che nel mercato italiano coincide con il trasporto domestico.³⁶ Pertanto, è ragionevole ritenere che la presenza dei collegamenti ad alta velocità abbia modificato la distribuzione del traffico su alcune importanti tratte italiane. Con riferimento al collegamento tra Roma Fiumicino e Milano Linate si osserva che se nel 2005 questo rappresentava il 4,9% del traffico nazionale complessivo con 2,4 milioni di passeggeri, nel 2014 rappresenta una quota del 2,5% con 1,4 milioni di passeggeri.³⁷

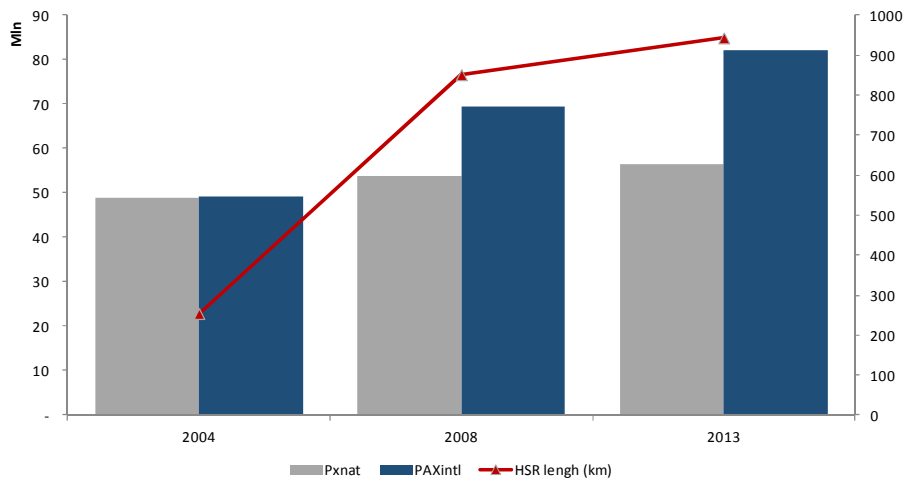
Lo sviluppo della rete ferroviaria ad alta velocità nel periodo dal 2004 al 2013 coincide con una crescita media del traffico nazionale pari al 2% (CAGR), inferiore alla crescita del traffico internazionale pari invece al 6% (CAGR).

³⁵ SEA e The European House-Ambrosetti, 2008. Il futuro del sistema del trasporto aereo: una sfida chiara per l'Italia e per l'Europa.

³⁶ Nel trasporto aereo, per lunghezza di un volo si definisce il tempo trascorso in volo da un aereo per percorrere una tratta. I voli di linea possono essere classificati in base alla durata e suddivisi in voli a corto, medio e lungo raggio. La definizione è indipendente dalla distanza coperta e varia al variare delle compagnie aeree e in funzione della natura nazionale o internazionale del volo. In generale, un volo a corto raggio ha una durata inferiore alle 2 o 3 ore, un volo a medio raggio dura tra le tre e le sei ore, un volo a lungo raggio ha durata superiore alle 6 ore.

³⁷ Fonte: Annuario Statico ENAC.

Figura 9 – Trasporto ferroviario ad alta velocità e traffico nazionale e internazionale



Fonte: elaborazione su dati ENAC e Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Analizzando l'andamento del traffico aereo nazionale e internazionale per gli aeroporti appartenenti a classi dimensionali diverse, si rileva nel periodo dal 2004 al 2013 che l'incidenza del traffico nazionale sul traffico complessivo aumenta in media del 63% e 61% per le classi dimensionali inferiori - rispettivamente LRA e SRA - e del 35% e 46% per le classi dimensionali superiori - rispettivamente LCA e NAA.

Da quanto sopra, è ragionevole dedurre che se, e nella misura in cui, il trasporto ferroviario ad alta velocità determina un effetto di sostituzione rispetto al trasporto aereo nazionale, in considerazione della maggiore incidenza del traffico nazionale sul traffico complessivo per gli aeroporti LRA e SRA, l'effetto di sostituzione ha un impatto maggiore sugli aeroporti appartenenti a tali classi rispetto a quello prodotto sugli aeroporti appartenenti a classi dimensionali superiori.

1.5 La struttura proprietaria dei gestori aeroportuali

Nel segmento aeroportuale si rileva storicamente una significativa presenza del capitale pubblico nella struttura proprietaria delle società di gestione; i razionali che aiutano a spiegare tale presenza sono riconducibili sia all'elevata intensità di capitale richiesta dagli investimenti e dai lunghi tempi di recupero degli stessi, sia dagli obiettivi di sviluppo delle economie locali che gli scali aeroportuali consentono di realizzare.

Con riferimento all'elevata intensità di capitale e ai tempi di recupero dell'investimento, è ragionevole ritenere che mentre un investitore pubblico può, nel rispetto dei propri vincoli di bilancio, attendere i lunghi tempi di recupero di un investimento, un investitore privato è incentivato a operare con una logica di redditività a breve e medio termine che induce ad allocare i capitali nei settori con tali caratteristiche. Pertanto, l'elevata intensità di capitale e i lunghi tempi di recupero che caratterizzano gli investimenti nel segmento aeroportuale hanno richiesto storicamente l'intervento dei capitali pubblici. In merito agli obiettivi di sviluppo dell'economia locale, occorre considerare che la presenza di un aeroporto produce sull'economia di un territorio effetti diretti, riferibili all'occupazione e al reddito delle persone coinvolte nelle attività aeroportuali e nelle imprese dell'indotto, ed effetti indiretti riferibili ai vantaggi che le attività economiche traggono dall'accessibilità al territorio che l'aeroporto consente e dagli investimenti in collegamenti stradali e ferroviari frequentemente a esso connessi.

Gli interventi del legislatore nell'ultimo ventennio, in linea con le indicazioni europee, sono stati indirizzati a favorire l'afflusso di capitali privati nel settore aeroportuale.³⁸ In Italia, si registra una sempre maggiore partecipazione del capitale privato alla struttura proprietaria dei gestori aeroportuali dalla fine degli anni '90. Il primo aeroporto italiano ad essere privatizzato è stato quello di Napoli Capodichino; nel 1997 il Comune di Napoli ha ceduto una parte delle proprie quote alla British Airport Authority (BAA p.l.c.), una delle maggiori società di gestione aeroportuale britanniche che controlla diversi aeroporti tra cui quelli londinesi di Heathrow e Stansted.

Il processo di privatizzazione ha ritrovato un nuovo impulso negli ultimi anni a seguito della crisi economico-finanziaria che ha indotto alcuni enti pubblici (i.e. comuni, province e regioni) con accresciuto fabbisogno di liquidità a vendere le quote partecipative possedute nelle società di gestione aeroportuale.³⁹ A tale proposito, risultano significative le due operazioni che hanno riguardato le società di gestione dei maggiori scali nazionali: Milano e Roma. Nel 2011, il Comune di Milano ha ceduto una quota partecipativa pari a circa il 30%, detenuta in SEA S.p.A., società che

³⁸ Legge n. 537/1993 e DM n 521/1997.

³⁹ Unioncamere, 2014. Dal Piano degli aeroporti alle scelte di ruolo: strategie del sistema camerale.

gestisce gli scali milanesi di Malpensa e Linate, al fondo d'investimento privato F2i SGR S.p.A.⁴⁰ Nel 2013, a seguito della fusione per incorporazione di Gemina S.p.A. in Atlantia S.p.A., società entrambe controllate da Sintonia S.p.A. (partecipata dalla Edizione S.r.l. della famiglia Benetton), Atlantia è diventata l'azionista di maggioranza di Aeroporti di Roma (ADR S.p.A.).

La Tabella 3 rappresenta la struttura proprietaria al 2013 delle società che gestiscono gli scali inclusi nel "Piano Nazionale degli Aeroporti". Dall'analisi della tabella si rileva in primo luogo che, al 2013, i capitali privati sono presenti, seppure con aliquote differenti, in più del 50% degli scali nazionali; in secondo luogo che, la partecipazione media del capitale pubblico è più elevata nelle classi dimensionali inferiori, ovvero LRA e SRA. Escludendo i due sistemi aeroportuali di Milano e Roma, per i quali la quota partecipativa pubblica è pari rispettivamente al 55,7% e al 3,8%, il valore medio della quota partecipativa pubblica per classe dimensionale nel 2013 è pari a 50% per gli aeroporti NAA, a 59% per gli aeroporti LRA e a 81% per gli aeroporti SRA.

La privatizzazione degli aeroporti è ancora oggi uno degli obiettivi prevalenti della politica economica del settore, indicato come tale tra le finalità del "Piano Nazionale degli Aeroporti" pubblicato del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

La letteratura economica non offre evidenze univoche in merito ad una più efficiente gestione degli aeroporti da parte di società a capitale privato o prevalentemente privato rispetto a società a capitale pubblico.⁴¹ Tuttavia, se l'obiettivo è liberare risorse pubbliche, si ritiene che una valutazione dell'allocazione attuale di tali risorse nel settore associata a un'analisi dell'efficienza degli aeroporti possa fornire un contributo utile al processo di privatizzazione.

⁴⁰ ICCSAI, International Center for Competitiveness Studies in the Aviation Industry. Fact Book, 2012. BookSurge Publishing.

⁴¹ Malighetti, P., Martini, G., Paleari, S., Redondi, R., 2007. An empirical investigation on the efficiency, capacity and ownership of Italian airports. *Rivista di Politica Economica* 97 (1-2), pagine 157-188; Gitto S., Mancuso P., 2012. Bootstrapping the Malmquist indexes for Italian airports. *Int. J. Production Economics* 135, pagine 403-411.

Tabella 3 – Struttura proprietaria delle società di gestione aeroportuale

Aeroporto	Società di gestione aeroportuale	Rilevanza strategica _PNA	Classe dimensionale	Partecipazione pubblica (%) al 2013
Alghero	Sogeaal	Interesse nazionale/locale	LRA	80,2
Ancona	Aerdorica	Interesse nazionale/locale	SRA	91,9
Bari	Aeroporti di Puglia	Strategico	LRA	100
Bergamo	Sacbo	Interesse nazionale/locale	NAA	40,3
Bologna	Aeroporto G. Marconi	Strategico	NAA	86,1
Brescia	Aerop. V. Catullo	Interesse nazionale/locale	SRA	85,3
Brindisi	Aeroporti di Puglia	Interesse nazionale/locale	LRA	100
Cagliari	Soagaer	Strategico	LRA	95,2
Catania	Sac	Strategico	NAA	87,5
Crotone	Aeroporto S.Anna	Interesse nazionale/locale	SRA	68,4
Cuneo	Geac	Interesse nazionale/locale	SRA	77,3
Firenze	AdF	Strategico	LRA	27,8
Genova	Aeroporto di Genova	Interesse nazionale/locale	LRA	25
Lamezia Terme	Sacal	Strategico	LRA	67,6
Milano Linate	SEA	Interesse nazionale/locale	LCA	55,7
Milano Malpensa	SEA	Strategico	LCA	55,7
Napoli	Gesac	Strategico	NAA	25
Olbia	Geasra	Interesse nazionale/locale	LRA	20
Palermo	Gesap	Strategico	LRA	98,6
Parma	Sogeaap	Interesse nazionale/locale	SRA	21
Perugia	Sase	Interesse nazionale/locale	SRA	77,8
Pescara	Saga	Interesse nazionale/locale	SRA	84,7
Pisa	Sat	Strategico	LRA	53,5
Reggio Cal	Sogas	Interesse nazionale/locale	SRA	100
Rimini	Aeradria	Interesse nazionale/locale	SRA	82,2
Roma Ciampino	AdR	Interesse nazionale/locale	LCA	3,8
Roma Fiumicino	AdR	Strategico	LCA	3,8
Taranto	Aeroporti di Puglia	Interesse nazionale/locale	SRA	100
Torino	Sagat	Interesse nazionale/locale	LRA	23
Trapani	Airgest	Interesse nazionale/locale	LRA	51
Treviso	Aertre	Interesse nazionale/locale	LRA	3,4
Trieste	Aerop. Friuli V.G.	Interesse nazionale/locale	SRA	100
Venezia	Save	Strategico	NAA	11,7
Verona	Aerop. V. Catullo	Interesse nazionale/locale	LRA	85,3

Fonte: AIDA, Analisi Informatizzata delle Aziende, Bureau van Dijk 2013

2 L'analisi dell'efficienza del sistema aeroportuale italiano - Parte I: La DEA

Il capitolo presenta l'analisi sull'efficienza degli aeroporti italiani inclusi nel “Piano Nazionale degli Aeroporti” nel decennio di osservazione dal 2004 al 2013, condotta attraverso la DEA articolandosi come segue:⁴²

- Il paragrafo 2.1 disamina la letteratura economica relativa al settore aeroportuale e presenta gli obiettivi dell'analisi;
- Il paragrafo 2.2 descrive la metodologia adottata per la DEA;
- Il paragrafo 2.3 presenta il modello operativo e il modello finanziario su cui è stata condotta la DEA;
- Il paragrafo 2.4 presenta gli intervalli di confidenza e i punteggi di efficienza risultanti dalla DEA;
- Il paragrafo 2.5 presenta l'analisi dei risultati.

2.1 La letteratura economica

Al fine di stimare l'efficienza tecnica nell'industria aeroportuale, la letteratura economica prende in considerazione metodologie di analisi non parametriche i.e. *Data Envelopment Analysis* (DEA) e parametriche i.e. *Stochastic Frontier Analysis*, SFA.

Gillen e Lall (1997)⁴³ hanno impiegato per primi una DEA per valutare l'efficienza di 21 aeroporti statunitensi per un periodo di 5 anni dal 1989 al 1993. I dati impiegati sono input e output fisici che hanno permesso di misurare la *performance* dei *terminal* e delle movimentazioni di velivoli e passeggeri. In seguito, Pels, Nijkamp e Rietveld (2003)⁴⁴ hanno analizzato 33 aeroporti europei dal 1995 al 1997, impiegando sia una DEA che una SFA in modo complementare. Nella DEA, infatti, la distanza dalla frontiera di efficienza è considerata come inefficienza e le deviazioni *random* non sono possibili; diversamente, una SFA determina l'inefficienza in base alla distanza dalla frontiera stocastica e considera le deviazioni come possibili. Dalla SFA, gli autori hanno concluso che gli aeroporti analizzati operano in condizioni di rendimenti di scala costanti per le movimentazioni dei velivoli e con rendimenti di scala crescenti per le movimentazioni dei passeggeri. Sarkis e Talluri

⁴² Ai fini dell'analisi non è stato considerato l'aeroporto di Comiso per mancata disponibilità dei dati sul periodo di osservazione.

⁴³ Gillen D., Lall A. 1997. Developing measures of airport productivity and *performance*: an application of data envelopment analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 33, pagine 261–273.

⁴⁴ Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P., 2003. Inefficiencies and scale economies of European airport operations. *Transportation Research Part E* 39, pagine 341–361.

(2003)⁴⁵ hanno valutato l'efficienza di 44 aeroporti statunitensi dal 1990 al 1994 applicando una DEA e dei metodi di *clustering* al fine di fornire raccomandazioni di policy rispetto a determinati obiettivi di miglioramento. Il vantaggio del *clustering* è di raggruppare le informazioni in base agli input in modo da ottenere dei gruppi omogenei d'informazioni confrontabili.

In seguito, Diana (2009)⁴⁶ ha analizzato 10 aeroporti statunitensi per i periodi estivi degli anni 2000, 2007 e 2008 al fine di stabilire se la propagazione dei ritardi differisce nei casi di aeroporti che operano in mercati altamente concentrati rispetto ai casi di aeroporti che operano in mercati con minori livelli di concentrazione. Sulla base di test non parametrici e di *proximity analysis*, lo studio ha concluso che non esiste un'evidenza chiara che in termini di propagazione dei ritardi gli aeroporti che operano in mercati altamente concentrati siano diversi da quelli che operano in mercati meno concentrati. La rilevanza dello studio risiede nella valutazione d'impatto della struttura di mercato sull'operatività e l'efficienza degli aeroporti in analisi.

Ming-Miin Yu* (2010)⁴⁷ ha impiegato una DEA a tre stadi per valutare 14 aeroporti taiwanesi dal 1998 al 2000. In particolare, l'autore ha modificato lo stadio uno dell'approccio DEA in tre stadi per tener conto degli output non desiderabili quali il rumore degli aerei ed ha impiegato una *directional distance function* definendo una DEA con approccio *output oriented*.⁴⁸ Inoltre, nello stadio due l'analisi di regressione ha fornito delle variazioni degli output considerando componenti quali cambiamento tecnologico e inefficienza gestionale. Nello stadio tre la DEA è una ripetizione della DEA dello stadio uno per tenere conto degli effetti della variazione delle componenti sopra indicate. L'analisi empirica ha dimostrato la validità dell'approccio DEA in tre stadi in situazioni in cui impatti ambientali, fattori tecnologici e output indesiderati sono troppo importanti per essere ignorati.

Più recentemente Adler, Ülkü, Yazhensky (2013)⁴⁹ hanno focalizzato la loro analisi sui piccoli aeroporti regionali. In particolare, gli autori hanno valutato attraverso un approccio DEA l'efficienza di 85 piccoli aeroporti regionali europei in un periodo di 8 anni dal 2002 al 2009. In un secondo stadio di regressione sono state catturate alcune variabili ambientali (i.e. l'uso militare

⁴⁵ Sarkis, J., Talluri, S., 2004. Performance based clustering for benchmarking of US airports. *Transportation Research Part A* 38, pagine 329–346.

⁴⁶ Diana T., 2009. Do market-concentrated airports propagate more delays than less concentrated ones? A case study of selected U.S. airports. *Journal of Air Transport Management*, Volume 15, pagine 280–286.

⁴⁷ Ming-Miin Yu, 2010. Assessment of airport performance using the SBM-NDEA model. *Omega*, Volume 38, pagine 440–452.

⁴⁸ La scelta degli output e degli input dipende dal processo produttivo che caratterizza l'impresa, i.e. minimizzare l'uso di input per produrre un dato livello di output o massimizzare il livello di output per dati livelli di input.

⁴⁹ Adler N., Ülkü T., Yazhensky E., 2013. Small regional airport sustainability: Lessons from benchmarking. *Journal of Air Transport Management*, Volume 33, pagine 22–31.

dell'aeroporto, l'appartenenza ad un sistema aeroportuale, la presenza di *public service obligation*) al fine di comprendere il loro impatto sull'efficienza della gestione aeroportuale. Il lavoro termina con un'analisi di *break-even* finalizzata a determinare il livello di flusso di passeggeri necessario per coprire i costi, e quindi gli aeroporti che sono posizionati sulla frontiera di Pareto. L'analisi di Adler, Ülkü, Yazhemyky colma una lacuna della letteratura economica concentrando l'attenzione sui piccoli aeroporti.

Focalizzando l'analisi sulla letteratura economica riferibile agli aeroporti italiani, si osserva che la metodologia di analisi più diffusa è stata la DEA. La DEA offre una misura delle inefficienze ("*Farrell approach*"), laddove la SFA consente di misurare ma anche di fornire spiegazioni per le inefficienze ("*Leibenstein approach*"). In particolare, al fine di superare le suddette limitazioni della DEA, Barros e Dieke (2008)⁵⁰ hanno applicato la procedura a due stadi di Simar e Wilson per stimare le determinanti dell'efficienza di 31 aeroporti nel periodo dal 2001 al 2003. Nel primo stadio la DEA ha consentito di classificare gli aeroporti in base alla loro produttività. Nel secondo stadio, la procedura Simar e Wilson ha permesso "un *bootstrap*" con regressione troncata dei risultati DEA.⁵¹ L'analisi ha mostrato che le principali determinanti dell'efficienza sono la dimensione, la struttura proprietaria e le *workload units* (WLU) e che la maggior parte degli aeroporti italiani opera in condizioni di rendimenti di scala costanti.⁵²

Malighetti, Martini, Paleari e Rodondi (2007)⁵³ hanno applicato una regressione Tobit ai risultati della DEA condotta su input fisici relativi a 34 aeroporti italiani dal 2005 al 2006. L'analisi ha mostrato che le principali determinanti dell'efficienza sono la struttura proprietaria e l'*hub premium*; dall'analisi è emerso, inoltre, che gli aeroporti di grandi dimensioni operano principalmente con rendimenti di scala decrescenti, mentre i piccoli aeroporti operano in condizioni di rendimenti di scala crescenti, risultato differente da quello cui erano giunti Barros e Dieke (2007).

Più recentemente, Curi, Gitto e Mancuso (2011)⁵⁴ hanno implementato una procedura *bootstrap* dei risultati della DEA per 18 aeroporti italiani su dati dal 2000 al 2004, in ipotesi di rendimenti di scala costanti, con riferimento alle attività di natura operativa ed a quelle di carattere finanziario. In particolare, gli autori hanno esplorato i più recenti strumenti d'inferenza statistica per la DEA (*bias*

⁵⁰ Barros, C.P., Dieke, P.U.C., 2008. Measuring the economic efficiency of airports: a Simar-Wilson methodology analysis. *Transportation Research Part E* 44, pagine 1039–1051.

⁵¹ Per ottenere una regressione sulle efficienze stimate non è possibile usare una regressione semplice.

⁵² WLU= 1 passeggero o 100 kg di merci.

⁵³ Malighetti, P., Martini, G., Paleari, S., Redondi, R., 2007. An empirical investigation on the efficiency, capacity and ownership of Italian airports. *Rivista di Politica Economica* 97 (1–2), pagine 157–188.

⁵⁴ Curi C., Gitto S., Mancuso P., 2011. New evidence on the efficiency of Italian airports: A bootstrapped DEA analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, Volume 45, pagine 84–93.

correction, e intervalli di confidenza associati con i risultati DEA), particolarmente utili con campioni piccoli e modelli di produzione con diverse dimensioni, come il caso degli aeroporti italiani.

Abrate, Erbetta (2010)⁵⁵ hanno utilizzato una *parametric input distance function* come metodologia innovativa per valutare l'efficienza e le caratteristiche di 26 aeroporti italiani osservati su un periodo di sei anni dal 2000 al 2005. Tale approccio consente di rimuovere l'ipotesi di minimizzazione dei costi ed evita il ricorso a input di prezzo, che rappresentano un limite delle metodologie tradizionali di stima della funzione di costo. Inoltre, gli autori hanno analizzato la relazione e le sinergie tra attività aeronautiche, di *handling* e commerciali, concludendo a tal proposito che l'esternalizzazione delle attività di *handling* rappresenta una valida strategia seppure condizionata dalle dimensioni dell'aeroporto in termini di volumi di traffico.

Scotti, Malighetti, Martini, Volta (2012)⁵⁶ hanno analizzato 38 aeroporti italiani nel periodo dal 2005 al 2008 con una SFA al fine di valutare se il grado di competitività di ciascun aeroporto ne influenza l'efficienza. Gli autori hanno concluso che gli aeroporti con un potere di monopolio locale risultano più efficienti degli aeroporti sottoposti a una condizione di mercato in concorrenza e che gli aeroporti pubblici analizzati nel periodo appaiono più efficienti di quelli con struttura proprietaria privata o mista.

Gitto e Mancuso (2012)⁵⁷ hanno esteso il lavoro di Barros e Dieke (2007) impiegando una DEA su 28 aeroporti italiani su dati dal 2000 al 2006 da cui hanno derivato l'indice di *Malmquist* adattato ad un contesto inferenziale. L'indice di *Malmquist* calcolato in modo deterministico, infatti, non consentirebbe di verificare se le variazioni di produttività identificate corrispondono a variazioni reali/effettive o, in alternativa, rappresentano uno spostamento delle frontiere di produzione nel tempo. L'utilizzo della procedura *bootstrap* (Simar and Wilson, 1999)⁵⁸ ha consentito di ottenere intervalli di confidenza per l'indice di *Malmquist*, la variazione di efficienza e il cambiamento tecnologico. L'analisi degli indici di *Malmquist* indica che la crescita della produttività della rete aeroportuale italiana è polarizzata sui sistemi di Roma e Milano e su pochi altri aeroporti. L'analisi

⁵⁵ Abrate, G., Erbetta, F., 2010. Efficiency and patterns of service mix in airport companies: an input distance function approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 46 (5), pagine 693–708.

⁵⁶ Scotti D., Malighetti P., Martini G, Volta N. 2012. The impact of airport competition on technical efficiency: A stochastic frontier analysis applied to Italian airport. *Journal of Air Transport Management*, Volume 22, pagine 9-15.

⁵⁷ Gitto S., Mancuso P., 2012. Bootstrapping the Malmquist indexes for Italian airports. *Int. J. Production Economics* 135, pagine 403–411.

⁵⁸ Simar, L., Wilson, P.W., 1999. Estimating and bootstrapping Malmquist indices. *European Journal of Operational Research* 115, 459–471.

ha, inoltre, rilevato come gli aeroporti gestiti da gestori con struttura societaria mista con maggioranza governativa non sono significativamente meno efficienti degli aeroporti gestiti da gestori con struttura societaria a maggioranza pubblica.

Il presente lavoro intende estendere l'analisi sull'efficienza degli aeroporti di Curi, Gitto, Mancuso (2011) e di Gitto e Mancuso (2012). Il primo lavoro, applicando la metodologia *Data Envelopment Analysis* (DEA), ha stimato con procedura *bootstrap* i punteggi di efficienza di 18 aeroporti italiani nel periodo di osservazione dal 2000 al 2004. Il secondo lavoro, partendo dai risultati della DEA, ha derivato l'indice di *Malmquist* adattato ad un contesto inferenziale per 28 aeroporti italiani nel periodo di osservazione dal 2005 al 2006.

In particolare, l'analisi rappresenta un'estensione dei lavori citati in quanto amplia il perimetro di osservazione agli aeroporti inclusi nel "Piano Nazionale degli Aeroporti" nel decennio dal 2004 al 2013, caratterizzato da importanti fenomeni quali la crisi economico-finanziaria del 2008 e la concorrenza intermodale tra trasporto aereo ed alta velocità ferroviaria.

L'analisi dell'efficienza è articolata in due parti: la Parte I che, applicando la metodologia DEA stima con procedura *bootstrap* i punteggi di efficienza ed è presentata di seguito; la Parte II che, partendo dai risultati della DEA, ha stimato gli indici di *Malmquist* ed è presentata nel Capitolo 3. Infine, nel Capitolo 4 è presentata una valutazione d'impatto dello sviluppo del trasporto ferroviario ad alta velocità sull'efficienza degli aeroporti attraverso la procedura a due stadi di Simar e Wilson (2007) già impiegata da Barros e Dieke (2008).

Autori	Metodologia	Dati	Input	Output
Ming-Miin Yu* (2010)	DEA Model three-	14 Taiwan Airports 1998-2000	Input (1) runway area (2) Apron area (3) Terminal area Enviromental (1) Population (2) Market share in passengers (3) number of network routes	Output (1) Aircraft movements (2) Passengers (3) Aircraft Noises
Abrate, Erbetta (2010)	Parametric	26 Italian Airports 2000-2005	<i>Physical variables</i> (1) length of runways (2) apron area dedicated to aircraft parking (3) total area of airport surface <i>Financial variables</i> (1) labour costs (2) other operating costs	<i>Physical variables</i> (1) Number of passengers (2) Tonnes of cargo (3) Number of aircraft movements <i>Financial variables</i> (1) Airport fees (2) Handling revenues (3) Commercial revenues
Diana (2009)	Non parametric	10 US airports 2000, 2007, 2008	(1) Delay propagation defined as the ratio of the (2) delays are characterized by three key elements: (2) The airports in the sample were selected on the	n.a.
Barros, Dieke (2007)	DEA Model	31 Italian airports 2001-2003	(1) labour Costs (2) Capital invested (3) operational costs excluding labour costs	(1) Number of planes (2) Number of passengers (3) general cargo (4) handling receipts (5) aereonautical sales (6) non aereonautical sales

Autori	Metodologia	Dati	Input	Output
Malighetti, Martini, Paleari, Redondi (2007)	DEA Model/Tobit	34 Italian Airports 2005-2006	<i>ATM frontier</i> (1) Airport Area (2) Length of runways (3) Number of aircraft parking position (1) yearly number of aircrafts movements Terminal Surface (2) Number of check in desk (3) Number of aircraft parking position (4) Number of lines for baggage claim	<i>ATM frontier</i> (1) yearly number of aircrafts movements (ATM) (2) yearly number of passenger movements (APM)
Sarkis and Talluri (2004)	DEA Model	44 US airports 1990-1994	(1) Operating costs (2) Employees (3) Gates (4) Runways	(1) Operating Revenues (2) Aircraft Movements (3) general aviation (4) total passengers (5) total freight
Pels, Nijkamp, Rietveld (2003)	DEA Model/	33 European airports 1995-1997	<i>ATM frontier</i> (1) Airport area (2) Length of runways (3) Number of aircrafts parking positions <i>APM frontier</i> (1) number of aircrafts movements (ATM) (2) Terminal Surface area (3) Number of check in desk (4) Number of lines for baggage claim (5) Number of aircrafts parking positions	<i>ATM frontier</i> (1) yearly number of aircrafts movements <i>APM frontier</i> (2) number of passenger movements
Gillen, Lall (1997)	DEA Model and	21 US airports 1989-1993	<i>Terminal services</i> (1) number of runways (2) number of gates (3) terminal area (4) number of employees (5) number of baggage collection belts (6) number of public parking spots <i>Movements</i> (1) airport area (2) number of employees (3) number of runways (4) runway area	<i>Terminal services</i> (1) number of passengers (2) pounds of cargo <i>Movements</i> (1) air carrier movements (2) commuter movements

2.2 La metodologia

La DEA è un metodo non parametrico che non richiede ipotesi funzionali specifiche nella relazione tra input e output considerati. L'unità di analisi, rispetto alla quale si calcola l'efficienza relativa, è data da una struttura organizzativa e decisionale autonoma - *decision making unit* (DMU) - responsabile della trasformazione degli input in output. Le DMU devono presentare le seguenti caratteristiche di:

- Omogeneità: le unità produttive ovvero devono usare gli stessi tipi di risorse per produrre gli stessi tipi di risultati;
- Indipendenza: i processi produttivi posti in essere dalle diverse unità operative devono essere completamente distinti, nel senso che un'unità non deve, in alcun modo, influenzare il rendimento di un'altra;
- Autonomia: ogni unità deve avere la capacità di decidere autonomamente come impiegare le proprie risorse per produrre i propri risultati.

Il metodo DEA fa riferimento ai lavori di Farrell sulle misure di efficienza (1957) impiegando algoritmi di programmazione lineare. La DEA consente di stimare una frontiera di efficienza non parametrica che coinvolge tutte le DMU. La distanza minima delle DMU dalla frontiera di efficienza consente di valutare l'inefficienza. Data la tecnologia, il metodo DEA misura la capacità di una DMU di produrre il massimo livello di output a partire da una data combinazione di input (*output oriented*) o, in alternativa, la capacità di una DMU di impiegare la minore quantità possibile di input per ottenere un dato output (*input oriented*).

La DEA prevede, inoltre, due modelli distinti in caso di assenza o presenza di rendimenti di scala dei fattori produttivi. L'assunzione di rendimenti di scala costanti è appropriata se si può assumere che tutte le DMU operano a una scala ottimale. L'assunzione di rendimenti di scala variabili è appropriata se sussistono delle economie di scala e/o dei vincoli che non consentono alle DMU di operare a una scala ottimale.

Per ciascuna DMU, la DEA definisce un punteggio di efficienza. Tutte le DMU si possono dunque trovare sulla frontiera di efficienza o al di sotto della stessa in base alla loro capacità di trasformare gli input in output. L'approccio DEA, in quanto metodo non parametrico, non richiede né l'esplicitazione a priori di una forma funzionale della funzione di produzione né l'identificazione preliminare di fattori di ponderazione delle variabili di input. Il principale vantaggio della DEA, dunque, è quello di fornire dei risultati oggettivi. La frontiera a partire dalla quale sono calcolati i

coefficienti di efficienza è data dalle DMU effettivamente misurate. Ciò consente di identificare un gruppo di DMU efficienti e, in tal modo, di fornire indicazioni utili alle DMU non efficienti.

Tra gli svantaggi della DEA occorre considerare che, proprio per la sua natura deterministica, ogni scostamento dalla frontiera è interpretato come inefficienza senza la possibilità di identificare elementi casuali o disturbi esterni che possono aver influito sui risultati e che con un approccio differente sarebbero catturate dall'errore statistico. Un ulteriore svantaggio della DEA è rappresentato dal fatto che le misure di efficienza sono elaborate con riferimento alle variabili impiegate dal modello. Ciò implica che l'omissione di fattori importanti di input/output e/o la presenza di *outlier* possono incidere significativamente sui punteggi di efficienza. In sintesi, l'approccio DEA può produrre delle stime distorte.

Al fine di evitare questi inconvenienti ed ottenere delle stime robuste si fa ricorso a delle procedure *bootstrap* (Simar e Wilson, 1999). Attraverso la procedura *bootstrap* è possibile costruire dei campioni casuali dai dati originari ed estrarre degli intervalli di confidenza dei punteggi DEA non distorti. La procedura *bootstrap* utilizza un algoritmo con l'intento di simulare la distribuzione dei punteggi di efficienza della DEA al fine di approssimare i punteggi di efficienza effettivi. Una volta simulate tali distribuzioni, per ogni DMU è possibile ottenere $\hat{\lambda}_{k,b}^*$, ovvero delle stime non distorte dei punteggi di efficienza.

Date:

[1] $\hat{\lambda}_k(x, y)$ la distribuzione dei punteggi di efficienza della DEA per la DMU k

[2] $\lambda_k(x, y)$ la distribuzione dei punteggi di efficienza effettivi

[3] $\{\hat{\lambda}_k(x, y) - \lambda_k(x, y)\}$

[4] $\hat{\lambda}_k^*(x, y)$ le stime *bootstrap*, note una volta assunta $\hat{\lambda}_k(x, y)$ vera

[5] $\{\hat{\lambda}_k^*(x, y) - \lambda_k(x, y)\}$

[6] $\{\hat{\lambda}_{k,b}^* - \hat{\lambda}_k\}$ la distribuzione *bootstrap* nota dove b rappresenta il numero di bootstrap

Considerato che la [2] non è nota, anche la [3] non può essere nota. Un'appropriata procedura *bootstrap* consente una *proxy* della [3] attraverso la [6].

E' possibile definire, inoltre, per un dato livello di probabilità, i quartili α_α^* e β_α^* della distribuzione [6]. Queste sono delle proxy dei quartili della distribuzione [3] e possono essere usate nella seguente approssimazione *bootstrap* [7]

$$[7] \Pr(-b_\alpha^* \leq \hat{\lambda}_k - \lambda_k \leq -a_\alpha^*) \approx 1 - \alpha$$

Pertanto, l'intervallo di confidenza con probabilità pari a $1 - \alpha$ è dato dal limite inferiore $\hat{\lambda}_k + \alpha_\alpha^*$ e dal limite superiore $\hat{\lambda}_k + \beta_\alpha^*$.

Le stime DEA dei punteggi di efficienza con procedura *bootstrap* sono state realizzate utilizzando il pacchetto FEAR con software R.

Ai fini dell'analisi presente, gli aeroporti italiani sono stati raggruppati nelle classi dimensionali individuate dalla Commissione Europea e rappresentate al Capitolo 1. Per rendere, inoltre, l'analisi confrontabile con il lavoro di Curi, Gitto, Mancuso (2011) i risultati sono presentati considerando i 5 seguenti cluster: 1) il sistema aeroportuale di Roma Fiumicino e Ciampino, 2) il sistema aeroportuale di Milano Malpensa e Linate; 3) gli aeroporti inclusi nella classe NAA, 4) gli aeroporti inclusi nella classe LRA; 5) gli aeroporti inclusi nella classe SRA.

2.3 Il modello operativo e il modello finanziario

La DEA è stata condotta in ipotesi di rendimenti di scala costanti coerentemente con la letteratura economica precedente.⁵⁹ I rendimenti di scala costanti implicano che la tecnologia di produzione a disposizione degli aeroporti italiani consente degli incrementi di output proporzionali agli incrementi di input.

Il perimetro dell'analisi è definito dagli aeroporti inclusi nel "Piano Nazionale degli Aeroporti" pubblicato dal Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture (MIT) il 30 settembre 2014 – nel decennio dal 2004 al 2013.

L'efficienza degli aeroporti è stata stimata considerando due modelli: il modello operativo e il modello finanziario.

Il modello operativo, impiegando come variabili di input e output delle grandezze fisiche, consente di misurare l'efficienza relativa alla gestione operativa dell'aeroporto e la capacità di utilizzare l'infrastruttura aeroportuale. Tale modello impiega il numero di dipendenti e il numero di piste, rappresentativo delle dimensioni dell'infrastruttura, quali variabili di input, e il numero di atterraggi

⁵⁹ Curi C., Gitto S., Mancuso P., 2011. New evidence on the efficiency of Italian airports: A bootstrapped DEA analysis. Socio-Economic Planning Sciences, Volume 45, pagine 84–93.

e decolli (movimenti), il numero di passeggeri in arrivo, in partenza ed in transito e l'ammontare di merci trasportate (cargo), quali variabili di output. Il numero dei dipendenti è stato tratto dal database AIDA (Analisi Informatizzata delle Aziende, Bureau van Dijk).⁶⁰ Laddove il dato era mancante nel database AIDA è stato integrato con le informazioni tratte dai bilanci dei gestori aeroportuali. Il numero di piste per ciascun aeroporto è stato tratto dall'Atlante degli Aeroporti Italiani e dai siti web dei gestori aeroportuali.⁶¹ Tutti i valori di output sono stati tratti dall'Annuario Statistico dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile).⁶²

Il modello finanziario, impiegando come variabili di input e output informazioni di bilancio, consente di misurare l'efficienza relativa alla gestione complessiva dell'aeroporto che include le attività aeronautiche e non e la capacità complessiva di generare rendimenti finanziari. Tale modello utilizza il costo del lavoro, gli altri costi operativi e il valore dell'attivo patrimoniale (quale *proxy* del capitale investito netto), quali variabili di input, ed il valore complessivo dei ricavi (da attività aeronautiche e non), l'EBITDA (*Earning before Interest Tax Depreciation and Amortization*) e l'utile netto, quali variabili di output. Tutti i valori di input e output sono stati tratti dal *database* AIDA. Laddove il dato era mancante nel database AIDA è stato integrato con le informazioni tratte dai bilanci dei gestori aeroportuali.

Le variabili di input e output dei due modelli e le rispettive fonti sono rappresentate nella Tavella 4.

⁶⁰ Le informazioni del *database* AIDA sono rese disponibili da Cassa depositi e prestiti S.p.A.

⁶¹ ENAC, Ente Nazionale per l'Aviazione Civile. Atlante degli aeroporti italiani -One Works, KPMG, Nomisma.

⁶² ENAC, Ente Nazionale per l'Aviazione Civile, 2010. Annuario Statistico 2004 – 2006; Dati di Traffico 2007-2013.

Tabella 4 - Le variabili del modello

Modello	Variabili Input	Variabili Output	Fonte
Operativo	(1) Dipendenti (numero) (2) Piste di atterraggio/decollo (numero)	(1) Passeggeri (numero) (2) Movimenti (numero) (3) Cargo (Mg)	INPUT (1) Analisi Informatizzata delle Aziende (AIDA) e dati di Bilancio dei gestori (2) Atlante degli Aeroporti Italiani, ENAC e siti web dei gestori OUTPUT Statistiche annuali ENAC
Finanziario	(1) Costo del lavoro (2) Altri costi (3) Attivo	(1) EBITDA (2) Ricavi (3) Utile Netto	INPUT/OUTPUT Analisi Informatizzata delle Aziende (AIDA) e dati di Bilancio dei gestori

La Tabella 5 e la Tabella 6 rappresentano i valori medi e le deviazioni standard delle serie storiche dei dati di input e output rispettivamente per il modello operativo e il modello finanziario.⁶³

⁶³ Per il modello operativo è stata analizzata la correlazione al fine di verificare l'indipendenza tra le variabili. In considerazione della significativa correlazione tra alcune variabili il modello è stato semplificato. In particolare, con riferimento al modello operativo è stato eliminato il numero di movimenti come variabile di output, con riferimento al modello finanziario sono state eliminate come variabile di input il valore dell'attivo patrimoniale e come variabili di output l'EBITDA e l'utile netto.

Tabella 5 - Statistiche delle variabili del Modello Operativo (Mgl)

Anno	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.
<i>Inputs</i>																				
Dipendenti	265	542	272	505	269	501	283	526	280	505	284	523	312	571	288	548	272	487	291	517
Piste	1,3	0,7	1,3	0,7	1,3	0,7	1,3	0,7	1,4	0,8	1,4	0,9	1,4	0,9	1,4	0,9	1,4	0,9	1,4	0,9
<i>Outputs</i>																				
Movimenti	38.041	75.327	39.228	78.129	41.353	82.741	44.599	86.817	41.526	80.713	39.053	72.593	40.448	76.002	41.069	76.478	39.768	72.797	37.610	69.737
Passeggeri	3.120.299	6.699.086	3.301.656	7.109.054	3.592.867	7.685.526	3.954.245	8.332.117	3.772.787	7.920.435	3.691.312	7.495.825	3.946.208	7.924.925	4.213.988	8.275.500	4.162.147	8.080.400	4.096.080	7.954.961
Cargo	26.406	78.393	28.936	83.124	29.526	87.412	30.638	95.561	29.460	85.447	24.501	71.549	27.022	85.643	26.464	86.937	27.236	83.190	29.029	88.458

Fonte: elaborazione su informazioni tratte da AIDA, ENAC, bilancio di esercizio dei gestori aeroportuali, siti web dei gestori aeroportuali

Tabella 6 - Statistiche delle variabili del Modello Finanziario (Mgl di Euro)

Anno	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		
	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	Media	Dev. Stand.	
<i>Inputs</i>																					
Costo del lavoro	12.318	26.014	12.661	25.028	13.289	25.824	14.900	27.999	15.051	26.815	15.341	28.660	16.982	32.086	16.161	31.009	15.210	28.459	17.695	31.194	
Altri Costi oper.	27.555	57.250	27.313	58.691	28.516	59.565	34.465	68.483	35.569	75.105	32.568	65.317	34.425	67.798	38.763	74.932	39.536	76.480	47.638	97.136	
Attivo	168.700	526.619	177.242	539.246	178.781	502.490	187.276	512.448	190.170	512.352	190.762	511.634	194.980	514.227	185.732	479.610	194.440	505.720	252.725	653.115	
<i>Outputs</i>																					
Ebitda	17.704	52.088	17.757	54.235	18.039	54.139	19.945	59.132	16.072	46.186	16.347	48.368	17.361	50.393	19.222	51.522	24.568	87.897	24.511	61.944	
Ricavi	46.202	109.255	48.308	114.252	48.028	113.033	54.066	121.779	54.021	119.756	51.873	115.107	54.938	120.599	61.882	134.947	63.842	137.708	84.058	176.847	
Utile Netto	2.080	9.802	3.878	16.385	2.673	9.067	2.732	9.301	-	44	4.782	2.266	12.714	3.397	11.514	2.515	12.881	8.400	45.415	7.604	20.949

Fonte: elaborazione su dati di Bilancio tratti da AIDA e dai bilancio di esercizio dei gestori aeroportuali

2.4 I risultati

I risultati della DEA condotta sul modello operativo e sul modello finanziario sono descritti e rappresentati come segue:

- Il paragrafo 2.4.1 presenta gli intervalli di confidenza per ciascun aeroporto separatamente per il modello operativo e per il modello finanziario;
- Il paragrafo 2.4.2 presenta l'evoluzione dei valori medi per classe dimensionale dei punteggi di efficienza *bootstrap* sull'intero periodo di osservazione separatamente per il modello operativo e per il modello finanziario;
- Il paragrafo 2.4.3 rappresenta congiuntamente i punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dal modello operativo e dal modello finanziario attraverso uno *scatter plot* per il 2004 e il 2013.

2.4.1 Gli intervalli di confidenza

Gli intervalli di confidenza dei punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dal modello operativo e dal modello finanziario sono stati raggruppati secondo la Classificazione EU e rappresentati nell'Allegato 1.

L'analisi degli intervalli di confidenza del modello operativo nel 2004 rivela che 4 aeroporti della classe LRA e 2 aeroporti della classe NAA presentano risultati confrontabili con quelli raggiunti dai due sistemi aeroportuali di Roma Fiumicino e Ciampino e Milano Malpensa e Linate; inoltre, i restanti aeroporti della classe LRA presentano risultati confrontabili con quelli raggiunti dagli aeroporti della classe SRA. Diversamente, l'analisi degli intervalli di confidenza del modello finanziario, nell'anno 2004, rivela che i sistemi aeroportuali di Roma Fiumicino e Ciampino e Milano Malpensa e Linate presentano significativi vantaggi in termini di efficienza mentre non ci sono significative differenze tra questi sistemi *hub* e alcuni aeroporti inclusi nella classe NAA.

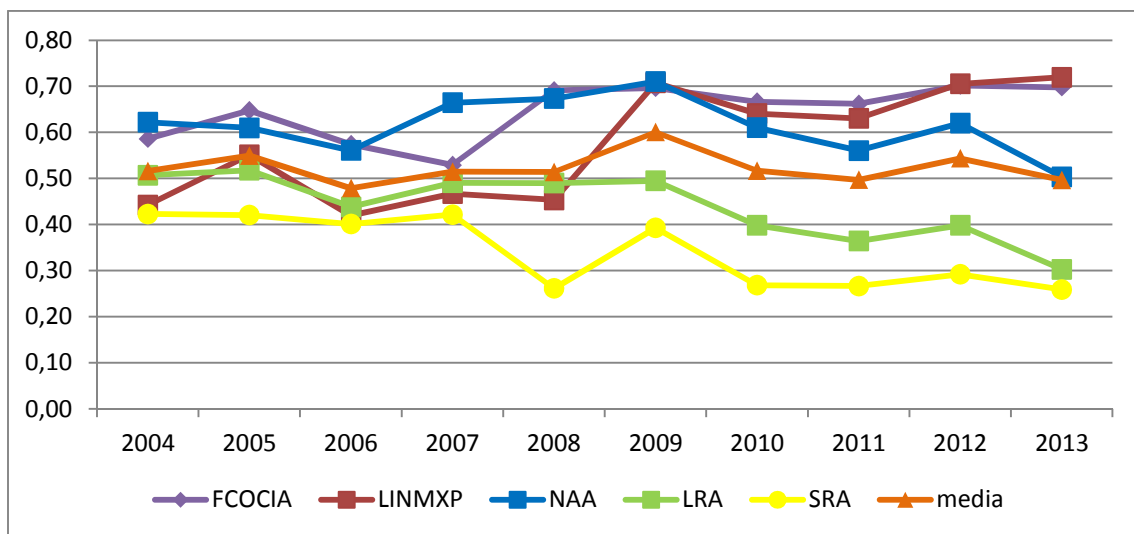
Dall'analisi degli intervalli di confidenza dei due modelli sull'intero periodo di osservazione dal 2004 al 2013 emerge che i sistemi aeroportuali di Roma e Milano e gli aeroporti inclusi nella classe NAA consolidano il loro posizionamento raggiungendo punteggi di efficienza superiori o in linea con la media di settore; gli aeroporti inclusi nella classe LRA presentano punteggi di efficienza sempre inferiori alla media di settore con riferimento al modello operativo e inferiori o in linea con la media di settore con riferimento al modello finanziario; gli aeroporti inclusi nella classe SRA presentano punteggi di efficienza sempre inferiori alla media di settore sia con riferimento al modello operativo che al modello finanziario.

2.4.2 L'evoluzione dei punteggi di efficienza

Il modello operativo

La Figura 10 rappresenta graficamente, per ciascuna classe dimensionale, le medie dei punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dalla DEA condotta sul modello operativo per l'intero periodo di osservazione.

Figura 10 – Evoluzione dei punteggi di efficienza del Modello Operativo



Fonte: elaborazione sui punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dalla DEA

Le evidenze sui valori medi dei punteggi di efficienza del modello operativo mostrano che:

- Nel primo periodo di analisi (dal 2004 al 2007) le medie dei punteggi di efficienza delle diverse classi dimensionali non sono significativamente diverse. Pertanto, in questo periodo, la dimensione degli aeroporti sembra non consentire vantaggi di efficienza nella gestione operativa. Tale risultato è in linea con le conclusioni di Curi, Gitto, Mancuso (2011) per i quali le dimensioni dell'aeroporto non rappresentano un fattore determinante dell'efficienza nella gestione operativa degli aeroporti italiani.
- Nel secondo periodo di analisi (dal 2008 al 2013) aumenta la distanza tra i valori medi dei punteggi di efficienza ottenuti dagli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali inferiori (LRA e SRA) e quelli ottenuti dai sistemi aeroportuali di Roma Fiumicino e Ciampino e Milano Malpensa e Linate e dagli aeroporti inclusi nella classe NAA. Pertanto, in questo periodo, la dimensione degli aeroporti sembra consentire dei vantaggi di efficienza nella gestione operativa.

In particolare, con riferimento all'efficienza operativa dal 2004 al 2013 si osserva che:

- Il sistema aeroportuale di Roma Fiumicino e Ciampino nel primo periodo (dal 2004 al 2007) presenta punteggi di efficienza nel *range* (da 0,4 a 0,6) in cui si collocano anche i punteggi di efficienza delle altre classi. Nel secondo periodo (dal 2008 al 2013) il *range* in cui oscillano i punteggi di efficienza di tutte le classi si amplia e i punteggi di efficienza del sistema aeroportuale di Roma Fiumicino e Ciampino risultano superiori o pari ai punteggi di efficienza delle altre classi. Dall'analisi delle variabili di input e output sull'intero periodo di osservazione emerge che il sistema aeroportuale di Roma Fiumicino e Ciampino ha ridotto il numero dei dipendenti (riduzione media annua pari a -7%) a fronte di un incremento del numero di passeggeri (incremento medio annuo pari a +3%) ed una riduzione del cargo (riduzione media annua pari a -2%).
- Il sistema aeroportuale di Milano Malpensa e Linate nel primo periodo (dal 2004 al 2007) presenta punteggi di efficienza nel *range* (da 0,4 a 0,6) in cui si collocano anche i punteggi di efficienza delle altre classi. Nel secondo periodo (dal 2008 al 2013) il *range* in cui oscillano i punteggi di efficienza di tutte le classi si amplia e i punteggi di efficienza del sistema aeroportuale di Milano Malpensa e Linate si allineano ai punteggi di efficienza del sistema aeroportuale di Roma Fiumicino e Ciampino. Dall'analisi delle variabili di input e output sull'intero periodo di osservazione emerge che il sistema aeroportuale di Milano Malpensa e Linate ha aumentato il numero dei dipendenti (incremento medio annuo pari a +3%) a fronte di una variazione non significativa dei passeggeri ed un incremento del cargo (incremento medio annuo pari a +3%).
- Gli aeroporti inclusi nella classe NAA nel primo periodo (dal 2004 al 2007) presentano punteggi di efficienza nel *range* (da 0,4 a 0,6) in cui si collocano anche i punteggi di efficienza delle altre classi. Nel secondo periodo (dal 2008 al 2013) il *range* in cui oscillano i punteggi di efficienza di tutte le classi si amplia e i punteggi di efficienza degli aeroporti inclusi nella classe NAA si posizionano nella parte alta del *range*, allineandosi ai punteggi di efficienza dei due sistemi aeroportuali di Roma Fiumicino e Ciampino e di Milano Malpensa e Linate. Dall'analisi delle variabili di input e output sull'intero periodo di osservazione emerge che gli aeroporti inclusi nella classe NAA hanno aumentato il numero dei dipendenti (incremento medio annuo pari a +2%) a fronte di un incremento dei passeggeri (incremento medio annuo pari a +6%) e del cargo (incremento medio annuo pari a +2%).
- Gli aeroporti inclusi nella classe LRA, nel primo periodo (dal 2004 al 2007) presentano punteggi di efficienza nel *range* (da 0,4 a 0,6) in cui si collocano anche i punteggi di

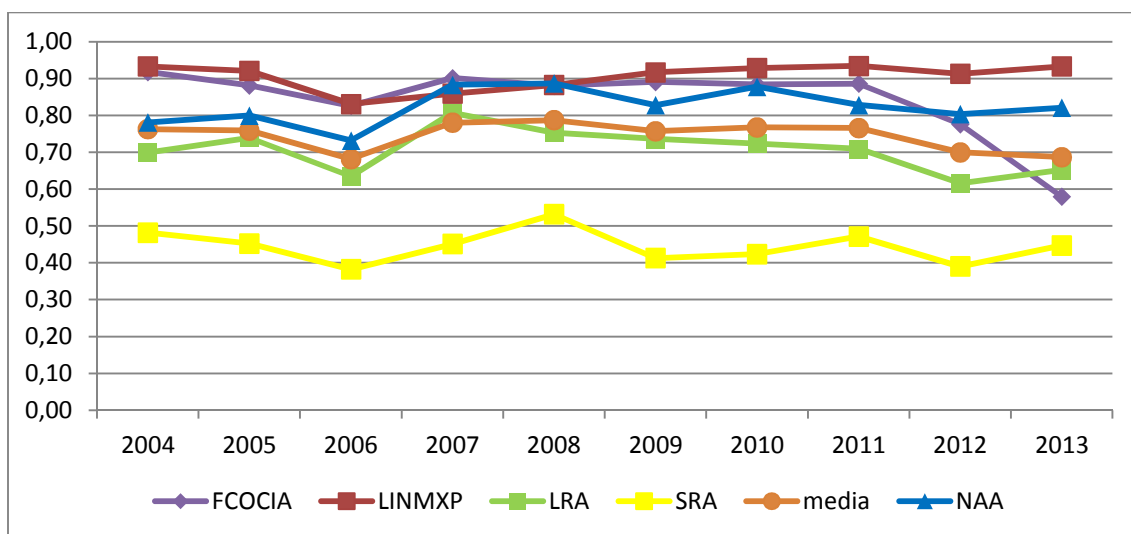
efficienza delle altre classi. Nel secondo periodo (dal 2008 al 2013) il *range* in cui oscillano i punteggi di efficienza di tutte le classi si amplia e i punteggi di efficienza degli aeroporti inclusi nella classe LRA si posizionano al di sotto della media nella parte bassa del *range*. Dall'analisi delle variabili di input e output sull'intero periodo di osservazione emerge che gli aeroporti inclusi nella classe LRA hanno aumentato il numero dei dipendenti (incremento medio annuo pari a +3%) a fronte di una significativa riduzione del cargo (riduzione media annua pari a -13%) e di un incremento dei passeggeri (incremento medio annuo pari a +5%).

- Gli aeroporti inclusi nella classe SRA, nel primo periodo (dal 2004 al 2007) presentano punteggi di efficienza nel *range* (da 0,4 a 0,6) in cui si collocano anche i punteggi di efficienza delle altre classi. Nel secondo periodo (dal 2008 al 2013) il *range* in cui oscillano i punteggi di efficienza di tutte le classi si amplia e i punteggi di efficienza degli aeroporti inclusi nella classe SRA si posizionano al di sotto della media nella parte più bassa del *range*. Dall'analisi delle variabili di input e output sull'intero periodo di osservazione emerge che gli aeroporti inclusi nella classe SRA hanno aumentato il numero dei dipendenti (incremento medio annuo pari a +2%) a fronte di un incremento dei passeggeri (incremento medio annuo pari a +3%) e del cargo (incremento medio annuo pari a +23%).

Il modello finanziario

La Figura 11 rappresenta graficamente, per ciascuna classe dimensionale, le medie dei punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dalla DEA condotta sul modello finanziario per l'intero periodo di osservazione.

Figura 11 – Evoluzione dei punteggi di efficienza del Modello Finanziario



Fonte: elaborazione sui punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dalla DEA

I risultati del modello finanziario indicano che la dimensione degli aeroporti consente una maggiore efficienza per gli *hub* (i sistemi aeroportuali di Roma Fiumicino e Ciampino e di Milano Malpensa e Linate) e gli aeroporti inclusi nella classe NAA. Gli aeroporti inclusi nella classe LRA presentano una dimensione che consente una gestione efficiente del complesso delle attività – aeronautiche e non – afferenti l'aeroporto sostanzialmente in linea con la media di settore. Gli aeroporti inclusi nella classe SRA presentano, invece, una dimensione che non consente una gestione efficiente del complesso delle attività – aeronautiche e non – afferenti all'aeroporto. Tale risultato è in linea con le conclusioni di Curi, Gitto e Mancuso (2011) per i quali le dimensioni dell'aeroporto rappresentano un fattore determinante per una gestione efficiente del complesso delle attività – aeronautiche e non – afferenti l'aeroporto.

Con riferimento all'efficienza finanziaria degli aeroporti in analisi nel periodo dal 2004 al 2013 si osserva che:

- Il sistema aeroportuale di Roma Fiumicino e Ciampino presenta, fino al 2011, punteggi di efficienza sempre superiori ai punteggi di efficienza delle classi LRA e SRA e superiori o pari ai punteggi di efficienza del sistema aeroportuale di Milano Malpensa e Linate e degli aeroporti inclusi nella classe NAA. Nel 2012, il sistema aeroportuale di Roma Fiumicino e Ciampino presenta punteggi di efficienza inferiori al sistema aeroportuale di Milano Malpensa e Linate e a quelli degli aeroporti inclusi nella classe NAA. Nel 2013, il sistema aeroportuale di Roma Fiumicino e Ciampino presenta un punteggio di efficienza eccezionalmente basso (*outlier*) superiore solo agli aeroporti inclusi nella classe SRA.⁶⁴ Dall'analisi delle variabili di input e output sull'intero periodo di osservazione emerge che il sistema aeroportuale di Roma Fiumicino e Ciampino ha ridotto il costo del lavoro (riduzione media annua pari a -4%) ed aumentato gli altri costi operativi (incremento medio annuo pari a +6%) a fronte di un incremento dei ricavi (incremento medio annuo pari a +3%).
- Il sistema aeroportuale di Milano Malpensa e Linate presenta punteggi di efficienza sempre superiori ai punteggi di efficienza delle classi LRA e SRA e superiori o pari ai punteggi di efficienza del sistema aeroportuale di Roma Fiumicino e Ciampino e degli aeroporti inclusi nella classe NAA. In particolare, a partire dal 2008, il sistema aeroportuale di Milano Malpensa e Linate presenta punteggi di efficienza sempre superiori ai punteggi di efficienza di tutte le altre classi e di Roma Fiumicino e Ciampino. Dall'analisi delle variabili di input e

⁶⁴ Nel 2013 si osserva una riduzione significativa dei margini e del risultato di esercizio del gestore del sistema aeroportuale di Roma Fiumicino e Ciampino (i.e. ADR S.p.A) che spiega il punteggio di efficienza inferiore ai punteggi di efficienza di Milano Linate e Malpensa ed a quelli degli aeroporti inclusi nelle classi dimensionali NAA, LRA.

output sull'intero periodo di osservazione emerge che il sistema aeroportuale di Milano Malpensa e Linate ha aumentato il costo del lavoro (incremento medio annuo pari a +4%) e gli altri costi operativi (incremento medio annuo pari a +4%) a fronte di un incremento dei ricavi (incremento medio annuo pari a +4%) e del risultato d'esercizio (incremento medio annuo pari a +37%).

- Gli aeroporti inclusi nella classe NAA presentano punteggi di efficienza sempre superiori ai punteggi di efficienza delle classi LRA e SRA e inferiori o pari ai punteggi di efficienza dei sistemi aeroportuali di Roma Fiumicino e Ciampino e Milano Malpensa e Linate, fatta eccezione per il punteggio di efficienza di Roma Fiumicino e Ciampino nel 2013. Dall'analisi delle variabili di input e output sull'intero periodo di osservazione emerge che gli aeroporti inclusi nella classe NAA hanno aumentato il costo del lavoro (incremento medio annuo pari a +4%) e gli altri costi operativi (incremento medio annuo pari a +8%) conseguendo maggiori ricavi (incremento medio annuo pari a +6%) e incrementi nel risultato d'esercizio (incremento medio annuo pari a +31%).
- Gli aeroporti inclusi nella classe LRA presentano punteggi di efficienza in linea con la media di settore e sempre superiori ai punteggi di efficienza della classe SRA. Dall'analisi delle variabili di input e output sull'intero periodo di osservazione emerge che gli aeroporti inclusi nella classe LRA hanno aumentato il costo del lavoro (incremento medio annuo pari a +6%) e gli altri costi operativi (incremento medio annuo pari a +5%) conseguendo maggiori ricavi (incremento medio annuo pari a +4%) ma delle riduzioni nel risultato d'esercizio (riduzione media annua pari a -125%).
- Gli aeroporti inclusi nella classe SRA presentano punteggi di efficienza inferiori a tutte le altre classi sull'intero periodo di osservazione. Dall'analisi delle variabili di input e output sull'intero periodo di osservazione emerge che gli aeroporti inclusi nella classe LRA hanno aumentato il costo del lavoro (incremento medio annuo pari a +4%) e gli altri costi operativi (incremento medio annuo pari a +8%) conseguendo maggiori ricavi (incremento medio annuo pari a +5%) ed un incremento nel risultato d'esercizio (incremento medio annuo pari a + 8%).

2.4.3 Lo Scatter Plot

L'analisi congiunta dei punteggi di efficienza ottenuti dai due modelli è rappresentata graficamente dallo *scatter plot* che mette in relazione i punteggi di efficienza del modello finanziario sull'asse delle ordinate con i punteggi di efficienza del modello operativo sull'asse delle ascisse. Lo *scatter plot* per il 2004 e il 2013, ovvero all'inizio ed al termine del periodo di osservazione, è rappresentato rispettivamente in Figura 12 e Figura 13.

Dall'analisi dei due *scatter plot*, si rileva che (i) nel quadrante in alto a destra (alta efficienza finanziaria, alta efficienza operativa), nel 2013, sono posizionati i due sistemi di Roma Fiumicino e Ciampino e Milano Malpensa e Linate e prevalentemente gli aeroporti appartenenti alla classe NAA; (ii) nel quadrante in basso a destra (bassa efficienza finanziaria, alta efficienza operativa) sono posizionati sia nel 2004 sia nel 2013 prevalentemente gli aeroporti appartenenti alla classe SRA. Il posizionamento relativo dei singoli aeroporti e delle loro classi di appartenenza, all'inizio ed alla fine del periodo di osservazione, rileva nel tempo una relazione tra le dimensioni degli aeroporti e l'efficienza, sia con riferimento al modello finanziario, coerentemente con il lavoro di Curi, Gitto e Mancuso (2011) sia con riferimento al modello operativo.

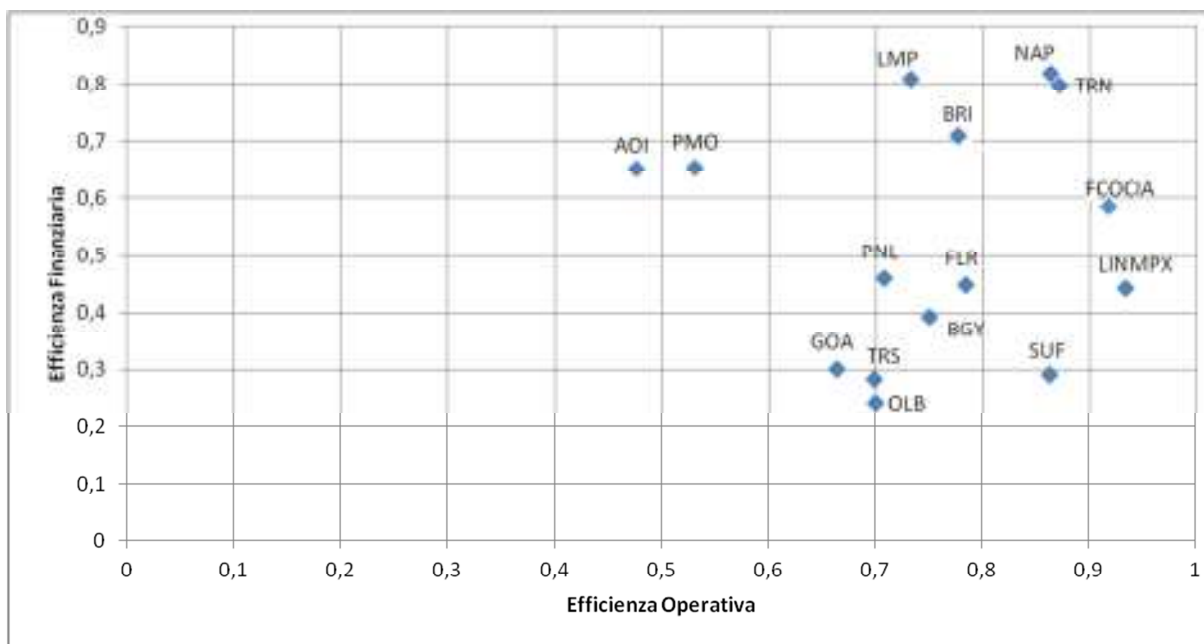
In particolare, dal confronto tra lo *scatter plot* ottenuto sui dati del 2004 e quello sui dati del 2013, per ciascuna classe dimensionale si rileva che:

- Il sistema aeroportuale di Roma Fiumicino e Ciampino è posizionato in alto a destra (alta efficienza finanziaria, alta efficienza operativa) sia nel 2004 che nel 2013;
- Il sistema aeroportuale di Milano Malpensa e Linate nel 2004 è posizionato nel quadrante in basso a destra (bassa efficienza finanziaria, alta efficienza operativa) e nel 2013 è posizionato in alto a destra (alta efficienza finanziaria, alta efficienza operativa) segnale di un miglioramento relativo dell'efficienza finanziaria rispetto al sistema complessivo;
- Gli aeroporti inclusi nella classe NAA (Bergamo e Napoli) confermano il loro posizionamento nei due periodi di analisi. Entrambi sono posizionati sia nel 2004 che nel 2013 nel quadrante a destra (alta efficienza operativa). In particolare, Bergamo presenta bassi livelli di *performance* finanziaria sia nel 2004 sia nel 2013 (quadrante in basso) mentre Napoli presenta elevati livelli di *performance* finanziaria sia nel 2004 che 2013 (quadrante in alto).
- Gli aeroporti inclusi nella classe LRA (Bari, Firenze, Genova, Lamezia Terme, Olbia, Palermo, Torino) nel 2004 sono tutti posizionati nel quadrante a destra (alta efficienza operativa) ma presentano posizionamenti diversi in termini di efficienza finanziaria; nel

2013 sono tutti posizionati nel quadrante in basso (bassa efficienza finanziaria). In particolare, Bari è posizionata in alto a destra nel 2004 (alta efficienza finanziaria, alta efficienza operativa) e nel 2013 è posizionata in basso a sinistra (bassa efficienza finanziaria, bassa efficienza operativa). Torino e Palermo, che nel 2004 si posizionano in alto a destra (alta efficienza finanziaria, alta efficienza operativa), nel 2013 si posizionano in basso a destra (bassa efficienza finanziaria, alta efficienza operativa). Olbia, Genova, Lamezia Terme e Firenze, confermano nel 2013 il posizionamento del 2004 in basso a destra (bassa efficienza finanziaria, alta efficienza operativa).

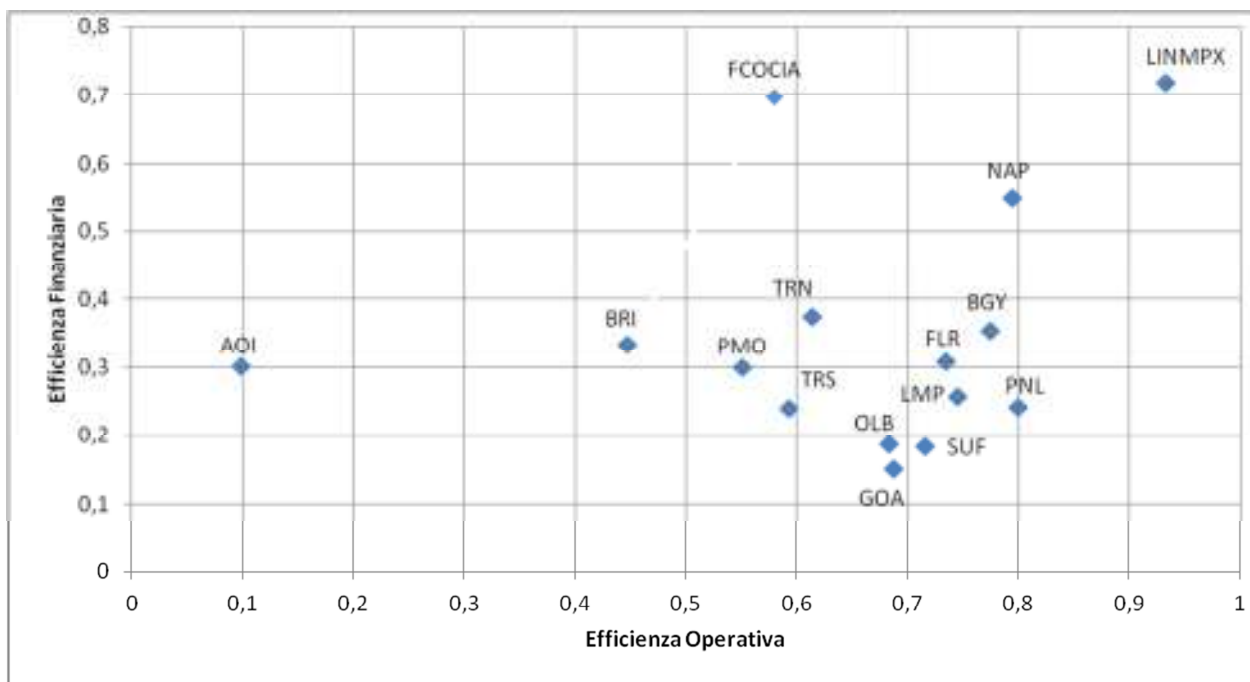
- Gli aeroporti inclusi nella classe SRA (Ancona, Lampedusa, Pantelleria, Trieste) nel 2004 sono tutti posizionati nel quadrante a destra (alta efficienza operativa), con l'unica eccezione dell'aeroporto di Ancona posizionato nel quadrante a sinistra (bassa efficienza operativa), e presentano posizionamenti diversi in termini di efficienza finanziaria. Nel 2013 sono tutti posizionati nel quadrante in basso (bassa efficienza finanziaria). In particolare, l'aeroporto di Ancona raggiunge un posizionamento peggiore in termini di efficienza finanziaria ed operativa. L'aeroporto di Lampedusa che nel 2004 è posizionato in alto a destra (alta efficienza finanziaria, alta efficienza operativa), nel 2013 si posiziona in basso a destra (bassa efficienza finanziaria, alta efficienza operativa). Gli aeroporti di Pantelleria e Trieste, che nel 2004 sono posizionati in basso a destra (bassa efficienza finanziaria, alta efficienza operativa) nel 2013 confermano tale posizionamento.

Figura 12 – Scatter plot dei punteggi di efficienza operativa e finanziaria 2004



Fonte: elaborazione sui punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dalla DEA

Figura 13 – Scatter plot dei punteggi di efficienza operativa e finanziaria 2013



Fonte: elaborazione sui punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dalla DEA

2.5 L'analisi dei risultati

L'analisi dei punteggi di efficienza *bootstrap* stimati dalla DEA sull'intero periodo di osservazione conduce a due conclusioni:

- La prima conclusione è che i risultati dell'analisi dei punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dalla DEA condotta sul modello finanziario inducono a ritenere che la dimensione sia un fattore determinante per l'efficienza finanziaria dei gestori aeroportuali;
- La seconda conclusione è che i risultati dell'analisi dei punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dalla DEA condotta sul modello operativo mostrano una relazione tra le dimensioni degli aeroporti e l'efficienza operativa a partire dalla metà del periodo di osservazione.

Con riferimento alla prima conclusione, si rileva che è in linea con il lavoro di Curi, Gitto e Mancuso (2011) condotto su un intervallo temporale antecedente e con riferimento a 18 aeroporti italiani. I razionali economici di tale conclusione sono riconducibili alla struttura dei costi e alla natura *two sided* del *business* aeroportuale: gli aeroporti di grandi dimensioni sono maggiormente incentivati ad attrarre passeggeri per realizzare maggiori ricavi e coprire i rilevanti costi fissi. Da una parte, i gestori aeroportuali sostengono una quota significativa di costi fissi sia per gli ingenti investimenti infrastrutturali, sia per la natura di alcuni costi operativi che non possono essere considerati variabili in funzione della scala dimensionale (i.e. i costi per la sicurezza ed, almeno in parte, i costi di personale). Dall'altra, la possibilità di realizzare ricavi non aeronautici (da servizi di ristorazione, parcheggi, attività commerciali) è maggiore per gli aeroporti di maggiori dimensioni. Il *business* dei gestori aeroportuali ha natura *two sided*, in quanto offrono servizi ai passeggeri e alle compagnie aeree realizzando ricavi crescenti all'aumentare del volume di passeggeri. La profittabilità di un gestore aeroportuale, pertanto, dipende prevalentemente dai volumi di traffico: all'aumentare del numero di passeggeri i ricavi aumentano in modo proporzionale mentre i costi aumentano in modo meno che proporzionale, in considerazione dell'elevata componente di costi fissi.⁶⁵

Nel periodo di osservazione si rilevano, inoltre, aumenti consistenti delle tariffe aeroportuali (c.d. diritti aeroportuali) che rappresentano il corrispettivo che le compagnie aeree pagano ai gestori per i servizi di decollo e di atterraggio sulle piste da loro gestite (attività aeronautiche). A partire dal 2009, alcuni aeroporti hanno sottoscritto con il governo dei "contratti di programma" in funzione dei quali hanno ottenuto un adeguamento dei diritti aeroportuali ai costi effettivamente sostenuti. Ciò ha dato luogo a un incremento tariffario significativo per i gestori che hanno sottoscritto tale

⁶⁵ Copenhagen Economics, 2012. Airport Competition in Europe.

“contratto di programma” e che sono stati prevalentemente gestori di aeroporti appartenenti alle classi dimensionali superiori (LCA e NAA).⁶⁶I restanti aeroporti, invece, hanno ottenuto un adeguamento delle tariffe all’inflazione ma non ai costi sostenuti.⁶⁷ E’ ragionevole ritenere che l’incremento tariffario abbia contribuito ad accrescere l’efficienza finanziaria degli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali superiori.

Con riferimento alla seconda conclusione, per cui a partire dal 2008 i punteggi di efficienza del modello operativo sono maggiori per gli aeroporti appartenenti a classi dimensionali superiori, mostrando una relazione tra le dimensioni degli aeroporti e l’efficienza operativa, si osserva che tale risultato non è in linea con il lavoro di Curi, Gitto e Mancuso (2011) e induce a ritenere che vi siano dei fattori esogeni che influenzano l’efficienza operativa dei gestori aeroportuali a partire da tale data.

I risultati delle analisi sono disponibili su richiesta.

⁶⁶ Catania, Venezia, Palermo, Pisa, Napoli, Bari, Brindisi, Bologna, Milano, Roma e Cagliari. Fonte ENAC: https://www.enac.gov.it/La_Regolazione_Economica/Aeroporti/Contratti_di_Programma/Stipulati/index.html

⁶⁷ ART, Autorità di Regolazione dei Trasporti, 2014. Primo Rapporto Annuale al Parlamento, pagine 16–32.

3 L'analisi dell'efficienza del sistema aeroportuale italiano - Parte II: gli indici di *Malmquist*

Partendo dai risultati della DEA, è possibile definire gli indici di produttività di *Malmquist*, con l'obiettivo di valutare nel tempo la variazione di produttività delle DMU.

Il presente capitolo si articola come segue:

- Il paragrafo 3.1 descrive la metodologia adottata per gli indici di *Malmquist*;
- Il paragrafo 3.2 presenta il modello impiegato per la stima degli indici di *Malmquist*;
- Il paragrafo 3.3 presenta i risultati della stima degli indici di *Malmquist*;
- Il paragrafo 3.4 presenta l'analisi dei risultati.

3.1 La metodologia

Partendo dai risultati della DEA, è possibile definire gli indici di produttività di *Malmquist*, con l'obiettivo di valutare nel tempo la variazione di produttività delle DMU.

Per la letteratura economica di riferimento e la descrizione della metodologia DEA si rinvia al capitolo precedente.

L'approccio DEA-*Malmquist* è uno strumento efficace e molto utilizzato nelle analisi empiriche in quanto consente la stima nel tempo sia della distanza della DMU dalla frontiera efficiente sia dello scostamento della frontiera stessa. Attraverso la scomposizione degli indici di *Malmquist*, inoltre, è possibile individuare le diverse componenti che concorrono alla variazione della produttività, ovvero la variazione dell'efficienza, del progresso tecnologico e dell'efficienza di scala.⁶⁸ Al pari dei punteggi di efficienza della DEA gli indici di *Malmquist* sono misure di efficienza relative ad un campione di unità scelte e non assolute.

Considerando le misure di efficienza ottenute dal modello DEA come la stima, in un determinato periodo t , della funzione di distanza delle DMU dalla frontiera tecnologica, si definisce:

[8] $D^t(x^t; y^t)$ la funzione di distanza di ciascuna DMU dalla frontiera tecnologica al tempo t ;

Dove $0 < D^t(x^t; y^t) \leq 1$: per $D^t(x^t; y^t) = 1$, la DMU appartiene alla frontiera; per $D^t(x^t; y^t) < 1$ si ha che minore è il valore della funzione, maggiore è la distanza della DMU dalla frontiera;

[9] S^t la tecnologia nel periodo $t = 1 \dots T$, ovvero l'insieme delle possibili combinazioni di input x^t e di output y^t ;

⁶⁸ In ipotesi di rendimenti di scala costanti si valuta la variazione dell'efficienza tecnica e del progresso tecnologico.

[10] $P^t(x^t)$ la funzione che rappresenta l'insieme degli output associato alla tecnologia S^t ;

[11] $L^t(y^t)$ la funzione che rappresenta l'insieme degli input associato alla tecnologia S^t ;

[12] $D_i^t(x^t; y^t)$ la funzione di distanza di input che associa ad ogni combinazione di input la minima contrazione proporzionale degli stessi, a tecnologia produttiva invariata;

[13] $D_o^t(x^t; y^t)$ la funzione di distanza di output che associa ad ogni combinazione di output la massima espansione proporzionale degli stessi, a tecnologia produttiva invariata.

Le funzioni di distanza sopra considerate rappresentano delle misure dirette dell'efficienza che valutano i vettori di input e output di un periodo rispetto alla frontiera determinata nel medesimo periodo. Gli indici di produttività di *Malmquist*, diversamente, introducono delle funzioni di distanza incrociate (*cross-time distance functions*). In particolare, la funzione di distanza di output può essere determinata nei due seguenti modi:

[14] $D_o^t(x^{t+1}; y^{t+1})$ confronta l'output del periodo t+1 con l'output ottenibile con la tecnologia del periodo t;

[15] $D_o^{t+1}(x^t; y^t)$ confronta l'output del periodo t con l'output ottenibile con la tecnologia del periodo t+1.

La produzione di un periodo potrebbe non essere realizzabile con la tecnologia di un altro periodo, pertanto le funzioni di distanza incrociate possono essere minori, maggiori o uguali a 1.

Dal rapporto tra funzioni di distanza incrociate si costruiscono i seguenti indici, validi sia per le funzioni di distanza di output che per le funzioni di distanza di input:

[14] $M^t = \frac{D^t(x^{t+1}; y^{t+1})}{D^t(x^t; y^t)}$ è un indice che misura la variazione di produttività della DMU tra il periodo t e il periodo t+1 dalla prospettiva della tecnologia S^t , confrontando la distanza della DMU dalla frontiera tecnologica nei due periodi;

[15] $M^{t+1} = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}; y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t; y^t)}$ è un indice che misura la variazione di produttività della DMU tra il periodo t ed il periodo t+1 dalla prospettiva della tecnologia S^{t+1} ;

L'IPM è definito alla [16] come la media geometrica della [14] e della [15].

$$[16] IPM = M^t * M^{t+1} = \left[\frac{D^t(x^{t+1}; y^{t+1})}{D^t(x^t; y^t)} * \frac{D^{t+1}(x^{t+1}; y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t; y^t)} \right]^{1/2}$$

L'IPM misura la produttività tra il periodo t ed il periodo t+1 prescindendo dal periodo base considerato. L'IPM può assumere, in caso di approccio *output oriented*, i seguenti significati:⁶⁹

- IPM > 1 la produttività tra il periodo t ed il periodo t+1 aumenta;
- IPM < 1 la produttività tra il periodo t ed il periodo t+1 decresce;

⁶⁹ In caso di approccio *input oriented* il significato in caso dell'IPM - e dei termini EC e TC in cui il suddetto indice si scompone - si invertono.

- IPM=1 la produttività tra il periodo t ed il periodo t+1 resta invariata.

Inoltre, scomponendo la [16] attraverso passaggi algebrici è possibile riscriverla come segue:

$$[17] IPM = \frac{D^{t+1}(x^{t+1};y^{t+1})}{D^t(x^t;y^t)} * \left[\frac{D^t(x^t;y^t)}{D^{t+1}(x^t;y^t)} * \frac{D^t(x^{t+1};y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t;y^t)} \right]^{1/2}$$

La [17] si articola in due componenti:

$$[18] \text{ la prima componente è definita come } EC = \frac{D^{t+1}(x^{t+1};y^{t+1})}{D^t(x^t;y^t)}$$

$$[19] \text{ la seconda componente è definita come } TC = \left[\underbrace{\frac{D^t(x^t;y^t)}{D^{t+1}(x^t;y^t)}}_a * \underbrace{\frac{D^t(x^{t+1};y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t;y^t)}}_b \right]^{1/2}$$

In un contesto di rendimenti di scala costanti (CRS), le due componenti assumono un preciso significato economico. In particolare, il termine EC indica la variazione di efficienza (*Efficiency Change*) della DMU tra il periodo t e il periodo t+1, ovvero di quanto la DMU si avvicina o si allontana dalla frontiera nei periodi considerati per effetto di un miglioramento nell'uso delle risorse della stessa. Il termine EC, in un approccio *output oriented*, può assumere i seguenti significati:

- EC>1 l'efficienza della DMU tra il periodo t ed il periodo t+1 aumenta;
- EC<1 l'efficienza della DMU tra il periodo t ed il periodo t+1 decresce;
- EC=1 l'efficienza della DMU tra il periodo t e il periodo t+1 resta invariata.

Il termine TC indica il progresso tecnologico (*Technical Change*) rappresentato dallo spostamento della frontiera tra il periodo t e il periodo t+1 e valutato in due punti differenti. In particolare TC è determinato dalla media geometrica dei due termini indicati nella [19]: (i) il termine "a" considera la combinazione di input e output del periodo t ed è dato dal rapporto tra la distanza rispetto alla frontiera S^t e la distanza rispetto alla frontiera S^{t+1} ; (ii) il termine "b" considera la combinazione di input e output del periodo t+1 ed è dato dal rapporto tra la distanza rispetto alla frontiera S^t e la distanza rispetto alla frontiera S^{t+1} .

Il termine TC, in un approccio *output oriented*, può assumere i seguenti significati:

- TC>1 tra il periodo t ed il periodo t+1 c'è stato progresso tecnologico;
- TC<1 tra il periodo t ed il periodo t+1 non c'è stato progresso tecnologico;
- TC=1 tra il periodo t e il periodo t+1 il progresso tecnologico resta invariato e la frontiera è la stessa.

Le due componenti dell'IPM possono muoversi in direzioni opposte. Pertanto, è possibile che IPM=1 (produttività invariata), quando EC<1 e TC>1. Ciò indicherebbe una situazione di produttività stagnante in corrispondenza di due effetti che si controbilanciano: EC<1 indica una

variazione di efficienza negativa della DMU che si è allontanata dalla frontiera tra t e $t+1$; $TC > 1$ indica che la frontiera si è spostata tra t e $t+1$ per effetto del progresso tecnologico.

L'analisi deterministica consente di calcolare l'indice di *Malmquist* IPM e le sue componenti EC e TC dai risultati della DEA; tuttavia, calcolando in modo deterministico tali indici non si è in grado di valutare se le variazioni di produttività, efficienza o tecnologia siano effettive o meno, dal momento che la frontiera di produzione non è nota. Pertanto, occorre impiegare una procedura *bootstrap* per ottenere delle stime consistenti e non distorte dell'IPM e delle sue componenti EC e TC.

Definiti:

[20] \widehat{IPM} la distribuzione campionaria dell'indice di produttività di *Malmquist*;

[21] IPM la distribuzione effettiva dell'indice di produttività di *Malmquist*;

[22] $\{\widehat{IPM} - IPM\}$

[23] \widehat{IPM}_* le stime *bootstrap*, note una volta assunta la [20] vera;

[24] $\{\widehat{IPM}_* - IPM\}$

[25] $\{\widehat{IPM}_* - \widehat{IPM}\}$

Considerato che la [21] non è nota, anche la [22] non può essere nota. Un'appropriata procedura *bootstrap* consente una *proxy* della [22] attraverso la [25]. Una volta simulate tali distribuzioni, è possibile ottenere \widehat{IPM}_* ovvero delle stime non distorte degli indici di produttività di *Malmquist*.

La medesima procedura *bootstrap*, si applicherà alle componenti di IPM ovvero EC e TC.

Le stime degli indici di produttività IPM e delle sue componenti EC e TC con procedura *bootstrap* sono state realizzate utilizzando il pacchetto FEAR con software R.

3.2 Il modello

L'analisi ha misurato la produttività complessiva degli aeroporti attraverso gli indici di *Malmquist* definiti da un modello unico che considera variabili sia fisiche che finanziarie. Tale analisi rappresenta un'estensione dell'analisi di Gitto e Mancuso (2012).

In coerenza con l'analisi citata, il modello considera quattro variabili di output e tre variabili di input. In particolare, le variabili di input sono: il costo del lavoro, i costi operativi diversi dal costo del lavoro, il valore dell'attivo patrimoniale (quale proxy del capitale investito netto). Le variabili di output sono: il numero di atterraggi e decolli (movimenti), il numero di passeggeri in arrivo, in partenza e in transito, l'ammontare di merci trasportate (cargo) ed i ricavi complessivamente realizzati da ciascuna DMU per le attività aeronautiche e non.

Le fonti delle variabili sono quelle indicate per l'analisi DEA condotta sui modelli operativo e finanziario. Le variabili di input e output del modello e le rispettive fonti sono rappresentate nella Tabella 7.

Tabella 7 - Le variabili del modello

Modello	Variabili Input	Variabili Output	Fonte
Operativo	(1) Costo del lavoro (2) Altri costi (3) Attivo	(1) Passeggeri (numero) (2) Movimenti (numero) (3) Cargo (Mg) (4) Ricavi	- Analisi Informatizzata delle Aziende (AIDA) e dati di Bilancio dei gestori per variabili finanziarie - Statistiche annuali ENAC per dati di traffico passeggeri, cargo e movimenti

La Tabella 5 e Tabella 6 riportate nel paragrafo 2.3 presentano i valori medi e le deviazioni standard delle serie storiche delle variabili sopra indicate.

Coerentemente con il lavoro di Gitto e Mancuso (2012) è stato impiegato un approccio *output oriented* in ipotesi di rendimenti di scala costanti (CRS). L'approccio *output oriented* consente di valutare l'utilizzo delle infrastrutture aeroportuali nel soddisfare la domanda di trasporto aereo del mercato. L'ipotesi di CRS è coerente con la letteratura citata e con l'analisi di cui al paragrafo 2.3.

La produttività è stata analizzata con un approccio inferenziale. Infatti, come messo in evidenza da Simar e Wilson e in continuità con il lavoro sopraccitato, lo stimatore DEA tradizionale è distorto per costruzione e risente dell'incertezza risultante dalle variazioni del campione. L'analisi deterministica consente di calcolare l'indice di *Malmquist* IPM e le sue componenti EC e TC dai risultati della DEA; tuttavia, calcolando in modo deterministico tali indici non è possibile valutare se le variazioni di produttività, efficienza o tecnologia siano effettive o meno dal momento che la frontiera di produzione non è nota. Pertanto, è stata applicata una procedura *bootstrap* per ottenere delle stime consistenti e non distorte dell'IPM e delle sue componenti EC e TC. Utilizzando le stime *bootstrap*, è possibile definire se le variazioni (incrementi/decrementi) di produttività, efficienza o tecnologia siano statisticamente significative al livello di confidenza definito.

3.3 I risultati

La Tabella 8 presenta la variazione nell'IPM e nelle sue componenti EC e TC per gli aeroporti in analisi dal 2004 al 2012.⁷⁰

Tabella 8 - - Sintesi dei risultati dell'analisi tra 2004 e 2012

	IPM*	EC*	TC*
<i>Primo Quartile</i>			
AOI	0,514	0,718	0,716
TFS	0,577	0,877	0,658
PSR	0,584	1,004	0,581
VRN	0,647	1,057	0,613
RMI	0,718	1,133	0,634
TRN	0,727	1,150	0,632
<i>Secondo Quartile</i>			
BGY	0,731	1,000	0,731
PMO	0,739	1,043	0,708
OLB	0,761	1,008	0,755
BRI	0,799	1,341	0,596
SUF	0,800	0,882	0,907
<i>Terzo Quartile</i>			
FLR	0,887	1,186	0,748
TRS	0,900	1,218	0,738
FCOCIA	0,919	1,253	0,734
REF	0,933	0,907	1,029
LINMXP	0,936	1,059	0,884
<i>Quarto Quartile</i>			
NAP	0,941	1,258	0,748
BLQ	1,006	1,340	0,751
CAG	1,139	1,920	0,593
GOA	1,400	1,709	0,819
AHO	1,656	2,309	0,717
VBS	5,061	4,861	1,041
Media geometrica	0,910	1,242	0,733
N. aeroporti variazione positiva	5	17	2
N. aeroporti variazione nulla	0	1	0
N. aeroporti variazione negativa	15	4	20

Fonte: elaborazione su risultati dell'analisi

⁷⁰ IPM*, EC*, TC* indicano le stime *bootstrap* con un livello di significatività pari al 5%

Dalla media geometrica delle stime non distorte dell'indice di *Malmquist* \widehat{IPM}_* si rileva che la *performance* complessiva dell'industria è caratterizzata da una riduzione della produttività $-(1-0,909) \times 100 = -9\%$). Questo risultato è in linea con l'analisi di Gitto e Mancuso (2012) che stima un decremento della produttività per l'intera industria. Tuttavia, i sistemi aeroportuali di Roma e Milano presentano una stima $\widehat{IPM}_* < 1$ e si posizionano nel terzo quartile; diversamente, nell'analisi di Gitto e Mancuso (2012) i due sistemi presentavano una stima $\widehat{IPM}_* > 1$ e si posizionavano nel quarto quartile inducendo gli autori ad attribuire alla funzione di *hub*, che caratterizza i due sistemi, un elemento significativo per l'efficienza aeroportuale.

Considerando le stime non distorte dell'indice di *Malmquist* \widehat{IPM}_* si osserva che:

- 5 aeroporti presentano un incremento della produttività ($\widehat{IPM}_* > 1$): Alghero, Bologna, Brescia, Cagliari e Genova.
- 17 aeroporti/sistemi presentano un decremento della produttività ($\widehat{IPM}_* < 1$): i sistemi aeroportuali di Roma e Milano, Ancona, Bari, Bergamo, Firenze, Lamezia Terme, Napoli, Olbia, Palermo, Pescara, Reggio Calabria, Rimini, Torino, Treviso, Trieste, e Verona.

Per 3 dei 22 aeroporti \widehat{IPM}_* non risulta statisticamente significativo, con un livello di significatività al 5%: Alghero, Bologna e Reggio Calabria.

La componente EC dell'indice di *Malmquist* indica la variazione di efficienza dell'aeroporto tra il 2004 ed il 2012. Dalla media geometrica delle stime non distorte della componente EC dell'indice di *Malmquist* (\widehat{EC}_*) si rileva che la *performance* complessiva dell'industria è caratterizzata da un incremento dell'efficienza $-(1-1,241) \times 100 = +24\%$). Questo risultato è in linea con l'analisi di Gitto e Mancuso (2012) che stimava un incremento dell'efficienza per l'intera industria.

Considerando le stime non distorte della componente \widehat{EC}_* per ciascun aeroporto si osserva che:

- 17 aeroporti presentano un incremento dell'efficienza ($\widehat{EC}_* > 1$): i sistemi aeroportuali di Roma e Milano, Alghero, Bari, Bologna, Brescia, Cagliari, Firenze, Genova, Napoli, Olbia, Palermo, Pescara, Rimini, Torino, Treviso e Verona.
- 4 aeroporti presentano un decremento dell'efficienza ($\widehat{EC}_* < 1$): Ancona, Lamezia Terme, Reggio Calabria e Treviso;
- 1 aeroporto presenta una variazione nulla nell'efficienza ($\widehat{EC}_* = 1$): Bergamo.

Per 9 dei 22 aeroporti \widehat{EC}_* non risulta statisticamente significativo, con un livello di significatività al 5%: i sistemi aeroportuali di Roma e Milano, Palermo, Olbia, Lamezia, Reggio Calabria, Treviso, Pescara, Verona.

La componente TC dell'indice di *Malmquist* indica il progresso tecnologico, rappresentato dallo spostamento della frontiera tra il 2004 ed il 2012. Dalla media geometrica delle stime non distorte della componente TC dell'indice di *Malmquist* (\widehat{TC}_*) si rileva che la *performance* complessiva dell'industria è caratterizzata da una flessione del progresso tecnologico ($-(1-0,733) \times 100 = -27\%$). Questo risultato è in linea con l'analisi di Gitto e Mancuso (2012) che stima una flessione del progresso tecnologico per l'intera industria.

Considerando le stime non distorte della componente \widehat{TC}_* per ciascun aeroporto si osserva che:

- 2 aeroporti presentano un incremento in termini di progresso tecnologico ($\widehat{TC}_* > 1$): Brescia e Reggio Calabria;
- 20 aeroporti presentano una flessione in termini di progresso tecnologico ($\widehat{TC}_* < 1$): i sistemi aeroportuali di Roma e Milano, Pescara, Verona, Rimini, Torino, Palermo, Olbia, Bari, Firenze, Treviso, Napoli, Bologna, Cagliari, Genova, Alghero, Ancona, Treviso e Lamezia.

Per 3 dei 22 aeroporti \widehat{TC}_* non risulta statisticamente significativo, con un livello di significatività al 5%: Brescia, Lamezia e Reggio Calabria.

Di seguito si analizzano i risultati, classificando gli aeroporti in base alla struttura proprietaria e alla localizzazione geografica (Tabella 9), in continuità con il lavoro di Gitto e Mancuso (2012) ed alla classe dimensionale di appartenenza, in coerenza con l'analisi al paragrafo 2.3 (Tabella 4).

Tabella 9 – Struttura proprietaria e localizzazione geografica degli aeroporti

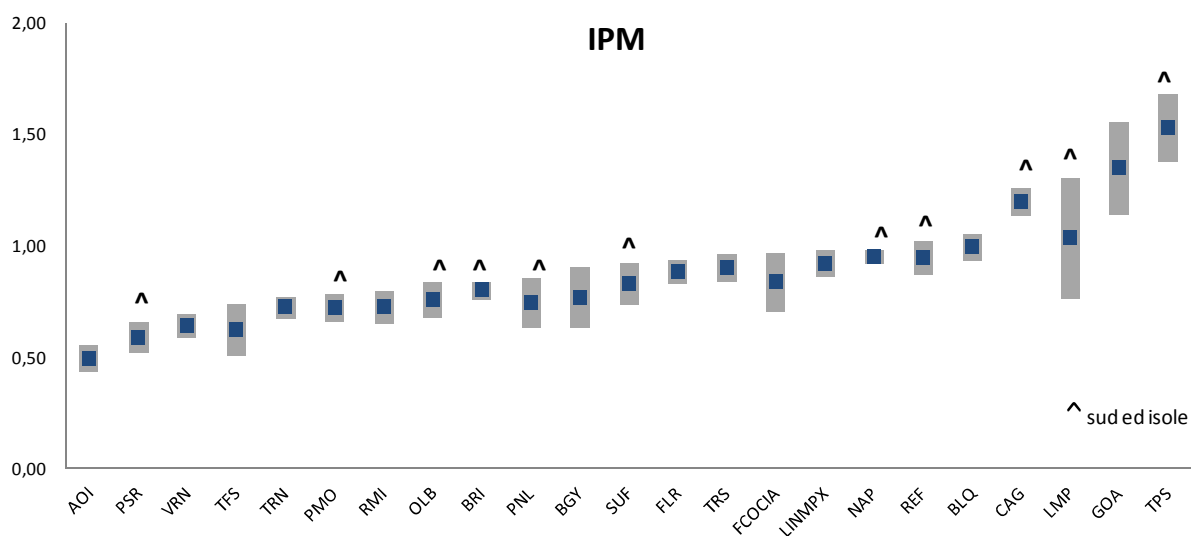
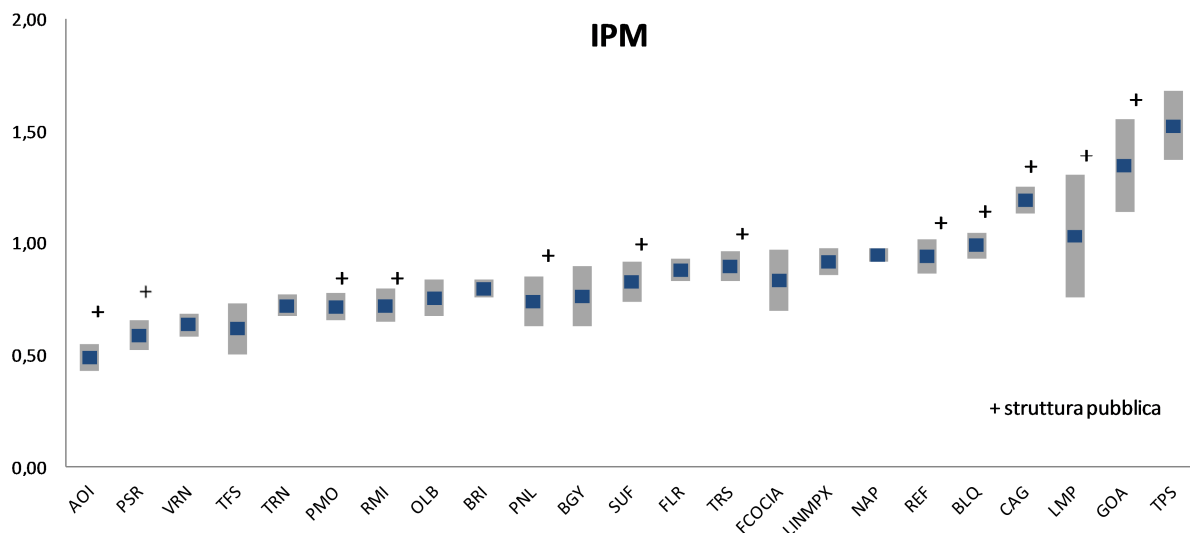
Codice IATA	Aeroporto/Sistema	Struttura proprietaria	Localizzazione geografica
AHO	Alghero	Pubblica	1
AOI	Ancona	Pubblica	0
BDS	Brindisi	Pubblica	1
BGY	Bergamo	Mista	0
BLQ	Bologna	Pubblica	0
BRI	Bari	Mista	1
CAG	Cagliari	Pubblica	1
CRV	Crotone	Pubblica	1
CTA	Catania	Pubblica	1
FCOCIA*	Roma Fiumicino/Ciampino	Privata	0
FLR	Firenze	Privata	0
GOA	Genova	Pubblica	0
LINMXP*	Milano Linate/Malpensa	Mista	0
LMP	Lampedusa	Pubblica	1
NAP	Napoli	Privata	1
OLB	Olbia	Privata	1
PMO	Palermo	Pubblica	1
PNL	Pantelleria	Pubblica	1
PSA	Pisa	Privata	0
PSR	Pescara	Pubblica	1
REF	Reggio Cal	Pubblica	1
RMI	Rimini	Pubblica	0
SUF	LAMEZIA	Pubblica	1
TAR	Taranto	Pubblica	1
TFS	Treviso	Privata	0
TPS	Trapani	Mista	1
TRS	Trieste	Pubblica	0
TRN	Torino	Privata	0
VBS	Brescia	Mista	0
VRN	Verona	Mista	0
VCE	Venezia	Privata	0

Fonte: ICCSAI; (*) si veda nota n. 29

In Figura 14 e Figura 15 sono rappresentati gli intervalli di confidenza, definiti al livello di confidenza del 95%, delle stime non distorte (*bootstrap*) rispettivamente per IPM e TC. Gli intervalli di confidenza di EC non sono stati analizzati in considerazione della scarsa rilevanza statistica dei valori. Gli aeroporti gestiti da società di gestione aeroportuale con una struttura proprietaria pubblica sono indicati con il segno “+”. I restanti aeroporti sono gestiti da società di gestione aeroportuale con una struttura proprietaria privata o mista. Gli aeroporti localizzati

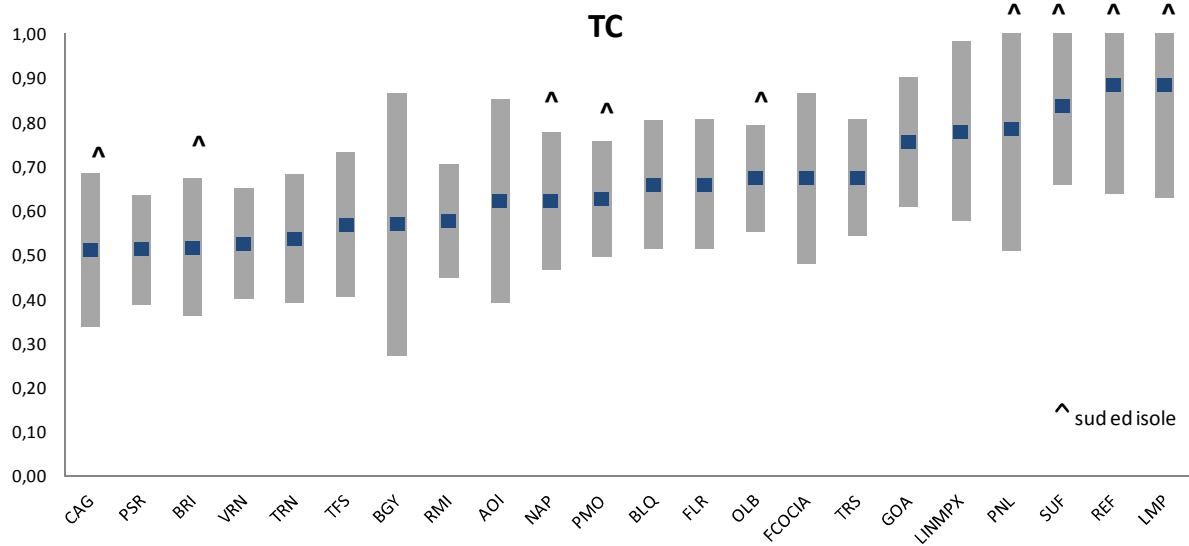
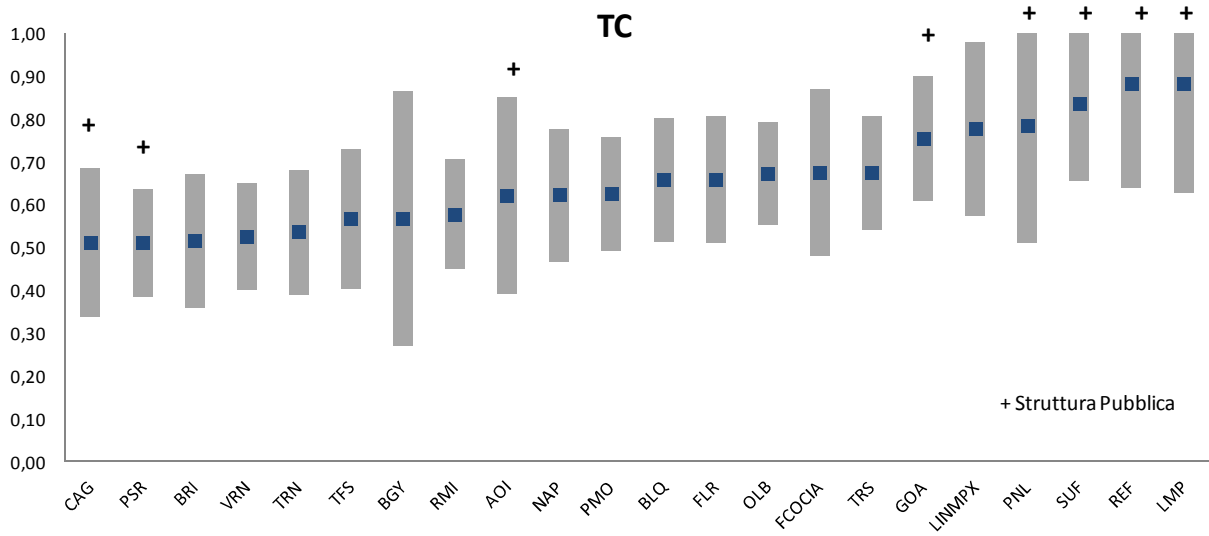
geograficamente nel sud e nelle isole sono indicati con il segno “^”. I restanti aeroporti sono localizzati geograficamente nel nord e nel centro.

Figura 14 – Intervalli di Confidenza – Indice di *Malmquist* (dal 2004 al 2012)



Fonte: elaborazione dei risultati dell'analisi

Figura 15 – Intervalli di Confidenza – Componente TC (dal 2004 al 2012)



Fonte: elaborazione dei risultati dell'analisi

3.4 L'analisi dei risultati

Dall'analisi degli intervalli di confidenza, considerando le caratteristiche degli aeroporti presentate in Tabella 3 e Tabella 9, è possibile giungere alle seguenti conclusioni:

- La prima conclusione è che gli aeroporti gestiti da società di gestione aeroportuale con una struttura proprietaria pubblica non sono significativamente meno produttivi di quelli gestiti da società di gestione aeroportuale con una struttura proprietaria privata o mista. In particolare, la struttura proprietaria delle società di gestione aeroportuale non ha alcun impatto né su IPM né sulla componente di progresso tecnologico TC. Tale risultato è in linea con l'analisi di Gitto e Mancuso (2012);
- La seconda conclusione è che gli aeroporti localizzati nel sud e nelle isole non sono significativamente meno produttivi di quelli localizzati nelle regioni del nord e del centro. In particolare, la localizzazione geografica non ha alcun impatto né su IPM né sulla componente di progresso tecnologico TC. Tale risultato è diverso da quello cui giungono Gitto e Mancuso (2012) per i quali la localizzazione geografica ha un impatto significativo sulla produttività ma non sul progresso tecnologico;

Con riferimento alla prima conclusione, i razionali economici sono riconducibili al contesto competitivo post liberalizzazione che, non consentendo più il trasferimento delle inefficienze dei gestori sui consumatori finali, ha incentivato le gestioni aeroportuali ad operare in modo efficiente a prescindere dalla composizione della compagine societaria.

In merito alla seconda conclusione, in discontinuità con il risultato cui giungono su un periodo di osservazione antecedente da Gitto e Mancuso (2012), è ragionevole ritenere che la maggiore competitività del settore combinata con l'ingresso delle compagnie aeree *low cost* e regionali negli aeroporti meridionali abbia indotto, nel tempo, i gestori aeroportuali degli scali localizzati al sud e nelle isole ad operare in modo più efficiente..

4 L'impatto del trasporto ferroviario ad alta velocità sulla *performance* aeroportuale

Al fine di valutare l'impatto del trasporto ferroviario ad alta velocità sul mercato del trasporto aereo, occorre considerare le differenze tra le due modalità di trasporto sia dal lato della domanda che dal lato dell'offerta.

Dal lato della domanda, i tempi di percorrenza sulle rotte a lungo raggio rendono il treno ad alta velocità poco competitivo rispetto all'aereo: ⁷¹ il trasporto ad alta velocità compete con il trasporto aereo sul segmento dell'utenza business quando i tempi di percorrenza sono inferiori alle tre ore, soglia ritenuta compatibile con un viaggio di andata e ritorno giornaliero.

Dal lato dell'offerta, le due modalità di trasporto presentano differenze in termini di capacità e flessibilità che si riflettono in una diversa struttura dei costi. In termini di capacità, il trasporto ferroviario ad alta velocità si giustifica solo se collega grandi o medio-grandi, mentre il trasporto aereo può servire un grandissimo numero di città medie e medio-piccole;⁷² una linea ferroviaria ad alta velocità ha una capacità di 300 treni al giorno, ovvero di circa 150.000 passeggeri ed è stato stimato sia necessario utilizzare un terzo di tale capacità per coprire i soli costi operativi. In termini di flessibilità, la possibilità di collegare nuove città e servire nuovi bacini d'utenza rappresenta per il trasporto ferroviario ad alta velocità (così come il trasporto ferroviario tradizionale) un processo meno flessibile rispetto al trasporto aereo; le compagnie aeree possono attivare un nuovo collegamento diretto in modo rapido e veloce da un aeroporto a un altro, senza la necessità di creare fisicamente l'infrastruttura di trasporto.⁷³

Il capitolo presenta una valutazione d'impatto dell'evoluzione del trasporto ferroviario ad alta velocità sulla *performance* aeroportuale italiana applicando la procedura a due stadi di Simar e Wilson (2007). In particolare, nel primo stadio, per tutti gli scali inclusi nel "Piano Nazionale degli Aeroporti" dal 2004 al 2013, sono stimati i punteggi di efficienza relativa attraverso la DEA e nel secondo stadio è eseguito un *bootstrap* dei punteggi di efficienza della DEA con una regressione troncata.

⁷¹ Nel trasporto aereo, per lunghezza di un volo si definisce il tempo trascorso in volo da un aereo per percorrere una tratta. I voli di linea possono essere classificati in base alla durata e suddivisi in voli a corto, medio e lungo raggio. La definizione è indipendente dalla distanza coperta e varia al variare delle compagnie aeree e in funzione della natura nazionale o internazionale del volo. In generale, un volo a corto raggio ha una durata inferiore alle 2 o 3 ore, un volo a medio raggio dura tra le tre e le sei ore, un volo a lungo raggio ha durata superiore alle 6 ore.

⁷² Si veda nota n. 33.

⁷³ SEA e The European House-Ambrosetti, 2008. Il futuro del sistema del trasporto aereo: una sfida chiara per l'Italia e per l'Europa.

Il presente capitolo si articola come segue:

- Il paragrafo 4.1 disamina la letteratura economica;
- Il paragrafo 4.2 descrive la metodologia;
- Il paragrafo 4.3 descrive la procedura a due stadi di Simar e Wilson (2007);
- Il paragrafo 4.5 presenta i risultati dell'analisi.

4.1 La letteratura economica

La letteratura economica nell'ultimo decennio ha focalizzato l'attenzione sulla concorrenza tra il trasporto aereo e il trasporto ferroviario ad alta velocità.

Gonzales – Savignat (2004)⁷⁴ ha analizzato come la distribuzione della domanda di servizi tra le diverse modalità di trasporto si sarebbe modificata per effetto dello sviluppo del trasporto ferroviario ad alta velocità. Lo sviluppo del trasporto ferroviario ad alta velocità è una risposta alla perdita di competitività del trasporto ferroviario tradizionale che, a causa dei lunghi tempi di percorrenza, è stato sostituito nelle tratte a lungo raggio dal trasporto aereo e nelle tratte a corto raggio dalle vetture private. In considerazione degli ingenti investimenti richiesti per l'implementazione della rete ferroviaria ad alta velocità, è opportuno ai fini di una efficiente allocazione delle risorse valutare gli effetti di tali investimenti sulle altre modalità di trasporto. A tal fine l'analisi empirica è stata focalizzata sulla tratta da Madrid a Barcellona.

Dobruszkes (2011)⁷⁵ ha focalizzato l'analisi sull'offerta, confrontando le dinamiche dell'offerta di trasporto aereo in Europa con l'offerta di trasporto ferroviario ad alta velocità. Le evidenze empiriche sulle cinque rotte considerate dimostrano che l'offerta di trasporto aereo è influenzata dai tempi di percorrenza del trasporto ferroviario ad alta velocità ma è anche condizionata dalle scelte strategiche delle compagnie aeree che, talvolta, preferiscono ridurre i posti offerti ed aumentare la frequenza dei voli. Dall'analisi si conclude che il settore dei trasporti nel lungo periodo si modificherà per effetto delle dinamiche competitive tra compagnie aeree *low cost* e trasporto ferroviario ad alta velocità.

Yang e Zhang (2012)⁷⁶ hanno valutato gli effetti della concorrenza tra trasporto aereo e ferroviario ad alta velocità conducendo un'analisi empirica sul mercato cinese. L'assunzione di partenza è che, mentre le compagnie aeree tendono a massimizzare il profitto, il trasporto ferroviario ad alta

⁷⁴ Gonzales-Savignat M., 2004. Competition in Air Transport: The Case of the High Speed. Journal of Transport Economic and Policy, Volume 38, pagine 77-108.

⁷⁵ Dobruszkes F., (2011). High-speed rail and air transport competition in Western Europe: A supply-oriented perspective. Transport Policy, Volume 18, pagine 870–879.

⁷⁶ Yang H., Zhang A., 2012. Effects of high-speed rail and air transport competition on prices, profits and welfare. Transportation Research Part B: Methodological, Volume 46, pagine 1322–1333.

velocità può massimizzare una somma ponderata di profitto e benessere sociale. Gli autori hanno mostrato come al ridursi del prezzo del trasporto aereo e del trasporto ferroviario ad alta velocità il benessere sociale aumenti, mentre all'aumentare dei tempi di accesso aeroportuali il prezzo del trasporto aereo tenda a diminuire ed il prezzo del trasporto ferroviario ad alta velocità tenda ad aumentare.

Più recentemente, Clewlowa, Sussmanb e Balakrishnanc (2014)⁷⁷ hanno analizzato l'impatto del trasporto ferroviario ad alta velocità sul trasporto aereo a corto raggio e sulla più ampia domanda di trasporto aereo. In particolare, gli autori hanno condotto un'analisi econometrica sulla domanda di trasporto aereo in Europa al fine di valutare (i) l'impatto di tempi di viaggio, densità di popolazione e caratteristiche di mercato sul traffico aereo e (ii) l'impatto del combinato disposto di trasporto ferroviario ad alta velocità e dello sviluppo delle compagnie aeree *low cost* sul trasporto aereo. La conclusione dell'analisi è che, sebbene la riduzione dei tempi di percorrenza del trasporto ferroviario abbia determinato una riduzione dei passeggeri del trasporto aereo a corto raggio, la sostituzione tra trasporto aereo e trasporto ferroviario è significativamente influenzata anche dalle caratteristiche delle città e dall'accessibilità degli aeroporti. Infine, gli autori dimostrano che il trasporto ferroviario ad alta velocità ha avuto un impatto modesto sul trasporto aereo complessivo rispetto all'effetto espansivo determinato dall'evoluzione delle compagnie aeree *low cost*.

Dal punto di vista metodologico l'analisi seguente rappresenta un'estensione del lavoro di Barros e Dieke (2008) applicando una procedura a due stadi di Simar e Wilson (2007). In particolare, nel primo stadio, per tutti gli scali inclusi nel "Piano Nazionale degli Aeroporti" dal 2004 al 2013, vengono stimati i punteggi di efficienza relativa attraverso la DEA e nel secondo stadio la procedura di Simar e Wilson (2007) è impiegata per eseguire un *bootstrap* dei punteggi di efficienza della DEA con una regressione troncata, considerando come variabile esplicativa la lunghezza della rete del trasporto ferroviario ad alta velocità e come variabili di controllo il reddito pro capite e la popolazione. L'analisi intende valutare l'impatto del trasporto ferroviario ad alta velocità sulla *performance* del sistema aeroportuale italiano nel periodo di osservazione.

4.2 La metodologia

La metodologia impiegata per l'analisi rappresentata di seguito è la procedura in due stadi di Simar e Wilson (2007): nel primo stadio sono stimati i punteggi di efficienza relativa attraverso la DEA e nel secondo stadio viene eseguito un *bootstrap* dei punteggi di efficienza della DEA con una regressione troncata.

⁷⁷ Clewlow R. R., Sussmanb M.J., Balakrishnanc H. (2014), The impact of high-speed rail and low-cost carriers on European air passenger traffic. *Transport Policy*, Volume 33, pagine 136–143.

Con riferimento al primo stadio si rinvia alla metodologia descritta nel Capitolo 2. Dal primo stadio sono definite le stime consistenti dei punteggi di efficienza $\hat{\lambda}_j$; il reciproco di tali stime rappresenta la percentuale relativa del livello di efficienza della DMU j con riferimento alla frontiera stimata.

Di seguito si presenta, invece, la metodologia impiegata nel secondo stadio dell'analisi.

Seguendo la procedura di Simar e Wilson (2007) l'analisi testa la seguente regressione.

$$[1] \lambda_j = a + z_j \delta + \varepsilon_j \quad j = 1 \dots n$$

Considerando λ come il punteggio di efficienza la [1] può essere considerata come un'approssimazione del primo ordine dell'effettiva relazione non nota, dove a rappresenta la costante, ε_j il rumore statistico e z_j il vettore di osservazioni specifiche per la DMU j riferite alla variabile esplicativa che ci si aspetta sia correlata con il punteggio di efficienza λ_j .

In particolare, l'analisi impiega in coerenza con Simar e Wilson un approccio basato su una regressione troncata con una procedura *bootstrap*. Rilevando che la distribuzione di ε_j è limitata dalla seguente condizione:

$$[2] \varepsilon_j \geq 1 - a - z_j \delta$$

poiché entrambi i lati della [2] sono delimitati dall'unità, si assume che la distribuzione della [2] sia una normale troncata con media 0 – prima del troncamento - varianza ignota e punto di troncamento sinistro determinato da questa stessa condizione. Inoltre, sostituendo nella [1] la vera ma non osservata variabile λ_j con la stima ottenuta dalla DEA $\hat{\lambda}_j$ il modello econometrico sarà il seguente:

$$[3] \hat{\lambda}_j \approx a + z_j \delta + \varepsilon_j \quad j = 1 \dots n$$

dove

$$[4] \varepsilon_j \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad \text{tale che } \varepsilon_j \geq 1 - a - z_j \delta \quad j = 1 \dots n$$

distribuzione che è possibile stimare, considerati i dati a disposizione, massimizzando la funzione di verosimiglianza corrispondente, rispetto a $(\delta, \sigma_\varepsilon^2)$.

Sulla base della teoria asintotica, è possibile usare le tavole della normale per costruire gli intervalli di confidenza. Tuttavia, è possibile raggiungere un risultato migliore impiegando una procedura *bootstrap* in considerazione soprattutto del fatto che le variabili dipendenti non sono vere e proprie variabili ed è probabile che le loro stime siano dipendenti dalle variabili osservate. Pertanto, è stato applicato il *bootstrap* parametrico per definire gli intervalli di confidenza *bootstrap* dei parametri

$(\delta, \sigma_\varepsilon^2)$ che incorporano informazioni sulla struttura parametrica e assunzioni sulla distribuzione. Per i dettagli della stima dell'algoritmo si rinvia a Simar e Wilson (2007).

Le stime dei punteggi di efficienza e della regressione sono state realizzate utilizzando il pacchetto r-DEA.

4.3 La procedura a due stadi di Simar e Wilson

Al fine di valutare l'impatto del trasporto ferroviario ad alta velocità sulla *performance* aeroportuale del sistema aeroportuale italiano è stata implementata una procedura in due stadi secondo l'approccio Simar e Wilson (2007): nel primo stadio, per tutti gli scali inclusi nel "Piano Nazionale degli Aeroporti" dal 2004 al 2013, vengono stimati i punteggi di efficienza relativa attraverso la DEA; nel secondo stadio la procedura citata è impiegata per eseguire un *bootstrap* dei punteggi di efficienza della DEA con una regressione troncata, considerando come variabile esplicativa la lunghezza della rete del trasporto ferroviario ad alta velocità e come variabili di controllo il reddito pro capite e la popolazione.

La DEA

Al fine di stimare la frontiera sono stati impiegati i dati degli scali inclusi nel "Piano Nazionale degli Aeroporti" dal 2004 al 2013. La DEA ha misurato l'efficienza degli aeroporti considerando un modello operativo che impiega quale variabile di output il numero di atterraggi e decolli (movimenti) e quali variabili di input il numero dei dipendenti e il numero di piste.

Le fonti delle variabili impiegate sono rappresentate nella Tabella 10.

Tabella 10 - Le variabili del modello

Modello	Variabili Input	Variabili Output	Fonte
Operativo	1 Numero di dipendenti 2 Numero di piste	1 Movimenti (numero)	- Analisi Informatizzata delle Aziende (AIDA) e dati di Bilancio dei gestori - Statistiche annuali ENAC per dati di traffico passeggeri, cargo e movimenti

I valori medi e le deviazioni standard delle serie storiche dei dati di input e output per ciascun aeroporto sono rappresentati nel Capitolo 2.

L'analisi di regressione condotta sui punteggi di efficienza della DEA

Al fine di esaminare l'impatto del trasporto ferroviario ad alta velocità sull'efficienza dei gestori aeroportuali italiani è stata utilizzata la regressione di seguito riportata, che impiega come variabile dipendente i punteggi di efficienza stimati attraverso la DEA nel primo stadio, e come variabili esplicative la lunghezza della rete del trasporto ferroviario ad alta velocità, il reddito pro capite e la popolazione e gli effetti fissi. Per superare il problema della correlazione tra i punteggi di efficienza e le variabili esplicative che darebbe luogo a delle stime inconsistenti e distorte è stata applicata una procedura *bootstrap*.

La fonte dei dati impiegati è ISTAT con riferimento ai dati sulla popolazione e PIL pro capite, e RFI per la lunghezza della rete ferroviaria ad alta velocità e la presenza dei nodi nelle singole regioni.

Tabella 11 - Variabili esplicative della regressione: rete ferroviaria ad alta velocità (km)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Km	254	459	607	607	851	943	943	943	943	943

Fonte: RFI, 2014

Tabella 12 - Variabili esplicative della regressione: rete ferroviaria ad alta velocità e aeroporti

Codice IATA	Aeroporto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AHO	Alghero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AOI	Ancona	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRI	Bari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BGY	Bergamo	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
BLQ	Bologna	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
VBS	Brescia	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
BDS	Brindisi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAG	Cagliari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTA	Catania	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CIY	Comiso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CRV	Crotone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CUF	Cuneo	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
FLR	Firenze	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GOA	Genova	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUF	Lamezia Terme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LMP	Lampedusa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LINMXP*	Milano	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
NAP	Napoli	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
OLB	Olbia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PMO	Palermo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PNL	Pantelleria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PMF	Parma	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
PEG	Perugia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSR	Pescara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSA	Pisa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
REF	Reggio Calabria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RMI	Rimini	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
FCOCIA*	Roma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
QRS	Salerno	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TAR	Taranto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRN	Torino	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
TPS	Trapani	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TFS	Treviso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRS	Trieste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VCE	Venezia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VRN	Verona	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Km		254	459	607	607	851	943	943	943	943	943

Fonte: RFI, 2014

Tabella 13 - Variabili esplicative della regressione: PIL pro capite per regione (Euro)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Piemonte	27.332	27.357	27.806	27.792	27.013	24.655	25.430	25.639	24.910	28.500
Valle d'Aosta	33.012	32.672	33.232	33.547	33.027	30.877	32.194	32.076	30.843	36.800
Liguria	25.749	25.516	25.624	26.502	26.126	24.831	24.837	24.951	24.269	30.200
Lombardia	31.283	31.220	31.560	31.848	31.670	29.426	30.382	30.274	29.434	36.300
Trentino-Alto Adige	30.912	30.717	31.307	31.555	30.925	29.687	30.102	30.075	29.358	36.700
Veneto	28.684	28.753	29.201	29.488	28.303	26.538	26.808	27.044	26.232	30.000
Friuli-Venezia Giulia	27.073	27.690	28.331	28.712	27.924	25.931	26.574	26.563	25.986	28.600
Emilia-Romagna	30.342	30.266	31.159	31.531	30.828	28.484	28.681	29.086	28.211	32.500
Toscana	26.493	26.381	26.924	27.082	26.739	25.436	25.586	25.634	25.074	29.000
Umbria	23.410	23.265	23.627	23.709	23.183	21.207	21.434	21.181	20.462	24.400
Marche	24.777	24.829	25.426	25.738	24.862	23.450	23.680	23.555	22.793	24.900
Lazio	29.466	29.397	29.352	29.293	28.365	27.228	27.259	27.191	26.198	31.700
Abruzzo	19.899	20.166	20.578	20.868	20.724	19.281	19.525	19.841	19.316	23.000
Molise	18.724	18.893	19.491	19.774	18.977	18.005	17.769	17.441	17.035	18.800
Campania	15.786	15.809	16.077	16.304	16.029	15.113	14.881	14.718	14.422	17.000
Puglia	16.381	16.346	16.697	16.769	16.520	15.604	15.647	15.609	15.162	16.200
Basilicata	16.685	16.547	17.133	17.417	17.181	16.298	16.022	16.243	15.692	18.300
Calabria	15.806	15.516	15.844	15.987	15.655	14.957	14.977	14.837	14.383	15.500
Sicilia	15.625	16.132	16.338	16.420	16.065	15.346	15.293	15.077	14.521	16.500
Sardegna	18.283	18.380	18.576	18.799	18.737	17.812	17.736	17.755	17.162	18.800
<i>media</i>	<i>23.786</i>	<i>23.793</i>	<i>24.214</i>	<i>24.457</i>	<i>23.943</i>	<i>22.508</i>	<i>22.741</i>	<i>22.740</i>	<i>22.073</i>	<i>25.685</i>
<i>standard deviation</i>	<i>6.059</i>	<i>6.001</i>	<i>6.063</i>	<i>6.101</i>	<i>5.950</i>	<i>5.518</i>	<i>5.823</i>	<i>5.874</i>	<i>5.697</i>	<i>7.323</i>

Fonte: ISTAT, 2014

Tabella 14 - Variabili esplicative della regressione: Popolazione per regione (Euro)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Piemonte	4.272.118	4.279.510	4.285.466	4.332.069	4.356.322	4.362.041	4.364.309	4.004.568	4.374.052	4.436.798
Valle D'Aosta	122.927	123.969	124.654	125.550	126.369	126.686	126.761	118.387	127.844	128.591
Lombardia	9.276.620	9.341.231	9.393.968	9.469.841	9.545.515	9.600.951	9.663.872	8.756.863	1.565.127	1.591.939
Liguria	1.575.191	1.574.148	1.572.551	1.573.333	1.577.301	1.576.443	1.574.132	1.459.278	9.794.525	9.973.397
Trentino Alto Adige	968.475	977.891	987.427	999.144	1.009.440	1.017.111	1.024.301	944.375	1.039.934	1.051.951
Veneto	4.669.405	4.701.951	4.728.911	4.783.323	4.827.619	4.841.933	4.851.958	4.399.882	4.881.756	4.926.818
Friuli Venezia Giulia	1.199.218	1.201.522	1.205.593	1.214.346	1.221.392	1.221.569	1.220.849	1.122.106	1.221.860	1.229.363
Emilia Romagna	4.117.455	4.146.766	4.175.075	4.222.551	4.277.139	4.306.684	4.331.343	3.890.099	4.377.487	4.446.354
Toscana	3.557.577	3.570.259	3.581.920	3.615.187	3.641.389	3.657.340	3.668.948	3.350.355	1.545.155	1.553.138
Umbria	848.070	853.259	856.151	866.930	875.261	880.202	884.010	796.553	3.692.828	3.750.511
Marche	1.491.214	1.499.237	1.504.727	1.521.242	1.536.302	1.540.272	1.541.950	1.408.112	886.239	896.742
Lazio	5.217.359	5.246.505	5.277.633	5.342.587	5.401.837	5.442.963	5.481.572	5.077.179	5.557.276	5.870.451
Abruzzo	1.280.044	1.283.830	1.285.456	1.297.991	1.306.029	1.307.778	1.307.273	1.239.218	5.769.750	5.869.965
Molise	319.483	318.297	317.206	317.655	316.955	315.536	314.342	305.637	1.312.507	1.333.939
Campania	5.743.008	5.741.383	5.737.883	5.750.281	5.750.382	5.758.375	5.765.850	5.618.691	313.341	314.725
Puglia	4.033.125	4.033.405	4.032.130	4.040.624	4.043.827	4.048.007	4.053.668	3.969.886	4.050.803	4.090.266
Basilicata	592.650	589.480	585.732	584.871	583.556	581.140	579.358	565.108	576.194	578.391
Calabria	1.989.501	1.978.390	1.967.632	1.974.058	1.970.780	1.966.336	1.962.856	1.893.241	1.958.238	1.980.533
Sicilia	4.968.623	4.969.155	4.967.981	4.981.526	4.990.588	4.997.429	5.005.657	4.877.889	4.999.932	5.094.937
Sardegna	1.632.690	1.634.026	1.635.648	1.639.766	1.642.583	1.641.347	1.641.681	1.608.690	1.640.379	1.663.859
<i>media</i>	<i>2.893.738</i>	<i>2.903.211</i>	<i>2.911.187</i>	<i>2.932.644</i>	<i>2.950.029</i>	<i>2.959.507</i>	<i>2.968.235</i>	<i>2.770.306</i>	<i>2.984.261</i>	<i>3.039.133</i>
<i>standard deviation</i>	<i>2.361.230</i>	<i>2.373.662</i>	<i>2.384.251</i>	<i>2.402.969</i>	<i>2.420.041</i>	<i>2.432.549</i>	<i>2.445.813</i>	<i>2.258.058</i>	<i>2.471.447</i>	<i>2.528.090</i>

Fonte: ISTAT, 2014

La regressione analizzata è la seguente:

$$\lambda = \text{Const} + \beta_1 \text{Trend}_{j,t} + \beta_2 \text{Hsr}_{j,t} + \beta_3 \text{Lpr}_{j,t} + \beta_3 \text{Lgdpr}_{j,t} + \beta_4 \text{Afe}_j + \beta_5 \text{Yfe}_t + \varepsilon_{j,t}$$

dove le variabili per l'aeroporto j-esimo all'anno t rappresentano quanto segue:

- $\hat{\lambda}_{j,t}$ è la variabile dipendente definita dal reciproco dei punteggi di efficienza ottenuti dalla DEA;
- Const è la costante;
- Trend è il trend annuale;
- Hsr è la variabile che indica la lunghezza in km della rete ferroviaria ad alta velocità nei diversi anni di analisi e si attiva in presenza di nodi di trasporto ferroviario ad alta velocità nella regione in cui è localizzato l'aeroporto, assumendo la regione come una *proxy* del bacino d'utenza dell'aeroporto;
- Lpr è il logaritmo della popolazione residente nella regione in cui è localizzato l'aeroporto;
- Lgdpr è il logaritmo del PIL pro capite riferibile alla regione in cui è localizzato l'aeroporto;
- Afe rappresenta gli effetti fissi riferibili all'aeroporto;
- Yfe rappresenta gli effetti fissi riferibili all'anno.

Le fonti dei dati per le variabili esplicative sono il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e RFI con riferimento alle informazioni sulla rete ferroviaria ad alta velocità e l'ISTAT con riferimento alla popolazione e al PIL pro capite.⁷⁸

4.4 I risultati

I risultati della regressione troncata con modello *bootstrap* mostrano una significatività statistica della variabile Hsr a partire dal Modello 2 ovvero con l'introduzione degli effetti fissi. La stima rivela che il trasporto ferroviario ad alta velocità ha un impatto sull'efficienza degli aeroporti in analisi. In particolare con il *roll out* della rete ferroviaria ad alta velocità, all'estendersi della rete nelle diverse regioni e all'aumentare dei chilometri di rete il reciproco dei punteggi di efficienza della DEA si riduce quindi l'efficienza aumenta.

⁷⁸ MIT, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2004-2013. ISTAT, Istituto nazionale di statistica. Conti Economici Territoriali dati 2004-2014; Bilancio demografico, vista per territorio dati 2004-2014.

**Tabella 15 – Regressione troncata bootstrap del secondo stadio - Variabile dipendente:
reciproco dei punteggi di efficienza della DEA**

Variabile	Modello 1	Modello 2	Modello 3	Modello 4
const	-0,092	-24,352	-44,926	-81,919 *
hsr	-0,011	-0,002 *	-0,002 *	-0,002 *
trend			0,010	
Lpr	-23,744 ***	-0,537	-0,534 *	-0,585
Lgdpr	27,287 ***	3,194	3,156 *	8,911 **
Afe		yes	yes	yes
Yfe				yes

***, **, * significatività statistica rispettivamente pari all'1%, al 5% e al 10%

4.5 L'analisi dei risultati

Dai risultati dell'analisi è ragionevole desumere che il trasporto ferroviario ad alta velocità abbia un impatto positivo sull'efficienza degli aeroporti. Il risultato è in linea con il lavoro di Clewlowa, Sussmanb e Balakrishnanc (2014); tali autori, analizzando il mercato del trasporto aereo europeo, hanno concluso che l'impatto del trasporto ferroviario ad alta velocità sul trasporto aereo deve essere valutato considerando, oltre all'effetto di sostituzione relativo alla riduzione di passeggeri sul trasporto aereo a corto raggio (traffico domestico), anche l'accessibilità agli aeroporti agevolata dal trasporto ferroviario ad alta velocità.

I risultati dell'analisi inducono a considerare che il trasporto ferroviario ad alta velocità, riducendo i tempi di accesso agli scali, contribuisca ad ampliare il loro bacino d'utenza con un effetto positivo sull'efficienza delle gestioni aeroportuali.

Per comprendere se, e in che misura, tale risultato possa contribuire a spiegare la maggiore efficienza operativa degli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali superiori (LCA e NAA) rispetto a quelli appartenenti alle classi dimensionali inferiori (LRA e SRA), che si evince dalla DEA condotta sul modello operativo a partire dal 2008, occorre considerare due fattispecie. In primo luogo, i nodi ferroviari dell'alta velocità sono localizzati nei pressi di città grandi e medio grandi in corrispondenza dei quali si trovano gli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali superiori (LCA e NAA).⁷⁹ In secondo luogo, il trasporto ferroviario ad alta velocità ha eroso soprattutto le quote di mercato del trasporto aereo domestico che ha un'incidenza minore sul traffico complessivo gestito dagli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali superiori (LCA e

⁷⁹ Si veda nota n. 33.

NAA) rispetto a quello gestito dagli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali inferiori (LRA e SRA).⁸⁰

E' ragionevole ritenere che gli scali appartenenti alle classi dimensionali superiori (LCA e NAA) abbiano beneficiato maggiormente di un ampliamento del proprio bacino d'utenza determinato dalla maggiore accessibilità resa possibile dal trasporto ferroviario ad alta velocità e risentito meno dell'effetto sostitutivo sul trasporto aereo domestico che presenta un'incidenza relativamente bassa rispetto al traffico complessivamente gestito da tali aeroporti.

⁸⁰ Dal dettaglio dei dati di traffico passeggeri relativi al traffico internazionale e nazionale, si evince che la variazione media percentuale calcolata sull'intero periodo dell'incidenza del traffico nazionale sul traffico complessivo è pari al 35% per i due hub di Milano e Roma, al 46% per gli aeroporti NAA, al 63% ed al 61% rispettivamente per gli aeroporti LRA e SRA.

5 Le conclusioni

L'analisi sull'efficienza degli scali aeroportuali inclusi nel "Piano Nazionale degli Aeroporti" nel periodo di osservazione dal 2004 al 2013 conduce a delle conclusioni che ampliano i risultati cui erano giunti i lavori di Curi, Gitto e Mancuso (2011) e Gitto e Mancuso (2012) su un periodo di osservazione antecedente.

La DEA condotta sul modello finanziario e sul modello operativo

Dall'analisi dei punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dalla DEA condotta sul modello finanziario e sul modello operativo emerge quanto segue:

In primo luogo, i risultati dell'analisi dei punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dalla DEA condotta sul modello finanziario inducono a ritenere che la dimensione sia un fattore determinante per l'efficienza finanziaria dei gestori aeroportuali. I punteggi di efficienza del modello finanziario sono maggiori per i gestori aeroportuali appartenenti a classi dimensionali superiori per l'intero periodo di osservazione. Tale risultato è in linea con il lavoro di Curi, Gitto e Mancuso (2011) condotto su un intervallo temporale antecedente. I razionali economici di tale conclusione sono riconducibili alla struttura dei costi e alla natura *two sided* del *business* aeroportuale: gli aeroporti di grandi dimensioni sono maggiormente incentivati ad attrarre passeggeri per realizzare maggiori ricavi e coprire i rilevanti costi fissi. Da una parte, i gestori aeroportuali sostengono una quota significativa di costi fissi sia per gli ingenti investimenti infrastrutturali, sia per la natura di alcuni costi operativi che non possono essere considerati variabili in funzione della scala dimensionale (i.e. i costi per la sicurezza ed, almeno in parte, i costi di personale). Dall'altra, la possibilità di realizzare ricavi non aeronautici (da servizi di ristorazione, parcheggi, attività commerciali) è maggiore per gli aeroporti di maggiori dimensioni. Il *business* dei gestori aeroportuali ha natura *two sided*, in quanto offrono servizi ai passeggeri e alle compagnie aeree realizzando ricavi crescenti all'aumentare del volume di passeggeri. La profittabilità di un gestore aeroportuale, pertanto, dipende prevalentemente dai volumi di traffico: all'aumentare del numero di passeggeri i ricavi aumentano in modo proporzionale mentre i costi aumentano in modo meno che proporzionale, in considerazione dell'elevata componente di costi fissi.⁸¹

Nel periodo di osservazione si rilevano, inoltre, aumenti consistenti delle tariffe aeroportuali (c.d. diritti aeroportuali) che rappresentano il corrispettivo che le compagnie aeree pagano ai gestori per le attività aeronautiche. A partire dal 2009, alcuni aeroporti hanno sottoscritto con il governo dei

⁸¹ Copenhagen Economics, 2012. Airport Competition in Europe.

“contratti di programma” in funzione dei quali hanno ottenuto un adeguamento dei diritti aeroportuali ai costi effettivamente sostenuti. Ciò ha dato luogo a un incremento tariffario significativo per i gestori che hanno sottoscritto un “contratto di programma”, che sono stati prevalentemente aeroporti appartenenti alle classi dimensionali superiori (LCA e NAA).⁸² I restanti aeroporti, invece, hanno ottenuto un adeguamento delle tariffe all’inflazione ma non ai costi sostenuti.⁸³ E’ ragionevole ritenere che l’incremento tariffario abbia contribuito ad accrescere l’efficienza finanziaria degli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali superiori.

In secondo luogo, i risultati dell’analisi dei punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dalla DEA condotta sul modello operativo mostrano una relazione tra le dimensioni degli aeroporti e l’efficienza operativa a partire dalla metà del periodo di osservazione. Dal 2008 e fino alla fine del periodo di osservazione, i punteggi di efficienza del modello operativo sono maggiori per gli aeroporti appartenenti a classi dimensionali superiori. Tale risultato non è in linea con il lavoro di Curi, Gitto e Mancuso (2011) e induce a ritenere che vi siano dei fattori esogeni che influenzano l’efficienza operativa dei gestori aeroportuali a partire da tale data.

L’analisi degli Indici di Malmquist

Dall’analisi degli indici di *Malmquist*, definiti sulla base di una DEA condotta su un modello che considera sia variabili fisiche che finanziarie emerge quanto segue:

In primo luogo, gli aeroporti gestiti da società di gestione aeroportuale con una struttura proprietaria pubblica non sono significativamente meno produttivi di quelli gestiti da società di gestione aeroportuale con una struttura proprietaria privata o mista. In particolare, la struttura proprietaria delle società di gestione aeroportuale non ha alcun impatto né sull’indice di produttività IPM, né sulla componente di progresso tecnologico TC. Tale risultato è in linea con l’analisi di Gitto e Mancuso (2012) e induce a ritenere che il contesto competitivo post liberalizzazione incentivi le gestioni aeroportuali ad operare in modo efficiente a prescindere dalla composizione della compagine societaria.

Se da una parte l’analisi al Capitolo 2 mostra una maggiore efficienza finanziaria per gli aeroporti inclusi nelle classi dimensionali superiori (LCA e NAA) rispetto agli aeroporti inclusi nelle classi dimensionali inferiori (LRA e SRA), dall’altra l’analisi degli indici di *Malmquist* esclude che la

⁸² Catania, Venezia, Palermo, Pisa, Napoli, Bari, Brindisi, Bologna, Milano, Roma e Cagliari. ENAC. https://www.enac.gov.it/La_Regolazione_Economica/Aeroporti/Contratti_di_Programma/Stipulati/index.html

⁸³ ART, Autorità di Regolazione dei Trasporti, 2014. Primo Rapporto Annuale al Parlamento, pagine 16–32.

struttura proprietaria incida sulla produttività. Alla luce di tale risultato, la maggiore presenza di capitali privati e/o misti nelle società di gestione di aeroporti appartenenti alle classi dimensionali superiori (LCA e NAA) che emerge dall'analisi descrittiva al paragrafo 1.5, deve indurre a ritenere che la privatizzazione è un obiettivo realizzabile per quegli aeroporti che presentano una efficienza finanziaria elevata (e quindi una redditività economico-finanziaria soddisfacente) o perché l'investimento è giunto ad una fase di maturità o per effetto delle condizioni di mercato.

In secondo luogo, gli aeroporti localizzati nel sud e nelle isole non sono significativamente meno produttivi di quelli localizzati nelle regioni del nord e del centro. In particolare, la localizzazione geografica non ha alcun impatto sull'indice di produttività IPM, né sulla componente di progresso tecnologico TC. Tale risultato è diverso da quello cui giungono su un periodo di osservazione antecedente Gitto e Mancuso (2012) per i quali la localizzazione geografica aveva un impatto significativo sull'IPM ma non su TC. E' ragionevole ritenere che la maggiore competitività del settore combinata con l'ingresso delle compagnie aeree *low cost* e regionali negli aeroporti meridionali abbia indotto, nel tempo, i gestori aeroportuali degli scali localizzati al sud e nelle isole a operare in modo più efficiente.

In terzo luogo, gli aeroporti appartenenti a classi dimensionali superiori (i due sistemi *hub*, NAA e LRA) presentano valori più elevati per l'indice di produttività IPM - ma non per la componente di progresso tecnologico TC - rispetto a quelli appartenenti alla classe dimensionale SRA. Tale risultato è in linea con l'analisi dei risultati della DEA condotta sul modello finanziario e sul modello operativo ove l'efficienza appare correlata alla dimensione.

Dai risultati delle due analisi, riferibili sia ai punteggi di efficienza *bootstrap* ottenuti dalla DEA condotta sul modello finanziario e sul modello operativo, sia agli Indici di *Malmquist* si ritiene ragionevole ipotizzare che emergano dei fattori esogeni che influenzano l'efficienza operativa dei gestori aeroportuali, avvantaggiando gli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali superiori a partire dalla metà del periodo di osservazione (dal 2008), in un periodo successivo rispetto ai lavori di Curi, Gitto e Mancuso (2011) e Gitto e Mancuso (2012).

Dall'analisi dello scenario di mercato emergono, a partire dalla metà del periodo di osservazione, quali eventi significativi che potrebbero aiutare a spiegare un aumento dell'efficienza operativa per gli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali superiori (i) la crisi economico-finanziaria del 2008 con la conseguente contrazione del traffico passeggeri e del cargo che è ragionevole supporre abbia inciso in misura maggiore su aeroporti di dimensioni inferiori e (ii) lo sviluppo del trasporto ferroviario ad alta velocità che se da una parte ha sottratto quote di mercato al traffico aereo,

soprattutto sulle rotte *time sensitive*, dall'altra ha contribuito ad ampliare i bacini d'utenza degli aeroporti di maggiori dimensioni.

L'analisi è stata focalizzata sullo sviluppo del trasporto ferroviario ad alta velocità, al fine di valutare se e in che modo la concorrenza generata da quest'ultimo abbia positivamente influenzato l'efficienza operativa degli aeroporti. Al fine di esaminare l'impatto del trasporto ferroviario ad alta velocità sull'efficienza dei gestori aeroportuali italiani, seguendo la procedura in due stadi Simar e Wilson (2007), è stato eseguito un *bootstrap* dei punteggi di efficienza della DEA con una regressione troncata considerando come variabile esplicativa la lunghezza della rete del trasporto ferroviario ad alta velocità.

L'analisi dell'impatto del trasporto ferroviario ad alta velocità sull'efficienza dei gestori aeroportuali attraverso la procedura a due stadi di Simar e Wilson (2007)

I risultati della regressione troncata con modello *bootstrap* mostrano una significatività statistica della variabile esplicativa riferibile al trasporto ferroviario ad alta velocità (HSR), indicando che il trasporto ferroviario ad alta velocità ha un impatto positivo sull'efficienza degli aeroporti in analisi. In particolare, con il *roll out* della rete ferroviaria ad alta velocità, all'estendersi della rete nelle regioni in cui sono localizzati i nodi del sistema aeroportuale, il reciproco dei punteggi di efficienza della DEA si riduce quindi l'efficienza aumenta. Il risultato è in linea con il lavoro di Clewlowa, Sussmanb e Balakrishnanc (2014) che, analizzando il mercato del trasporto aereo europeo, hanno concluso che l'impatto del trasporto ferroviario ad alta velocità sul trasporto aereo deve essere valutato considerando, oltre all'effetto di sostituzione relativo alla riduzione di passeggeri sul trasporto aereo a corto raggio, anche l'accessibilità agli aeroporti.

I risultati dell'analisi inducono a considerare che il trasporto ferroviario ad alta velocità, riducendo i tempi di accesso agli scali, contribuisca ad ampliare il loro bacino d'utenza con un effetto positivo sull'efficienza delle gestioni aeroportuali.

Per comprendere se, e in che misura, tale risultato possa contribuire a spiegare la maggiore efficienza operativa degli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali superiori (LCA e NAA) rispetto a quelli appartenenti alle classi dimensionali inferiori (LRA e SRA), che si evince dalla DEA condotta sul modello operativo a partire dal 2008, occorre considerare due fattispecie. In primo luogo, i nodi ferroviari dell'alta velocità sono localizzati nei pressi di città grandi e medio grandi in corrispondenza dei quali si trovano gli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali

superiori (LCA e NAA).⁸⁴ In secondo luogo, il trasporto ferroviario ad alta velocità ha eroso soprattutto le quote di mercato del trasporto aereo domestico che ha un'incidenza minore sul traffico complessivo gestito dagli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali superiori (LCA e NAA) rispetto a quello gestito dagli aeroporti appartenenti alle classi dimensionali inferiori (LRA e SRA).⁸⁵ E' ragionevole ritenere che gli scali appartenenti alle classi dimensionali superiori (LCA e NAA) abbiano beneficiato maggiormente di un ampliamento del proprio bacino d'utenza determinato dalla maggiore accessibilità resa possibile dal trasporto ferroviario ad alta velocità e risentito meno dell'effetto sostitutivo sul trasporto aereo domestico che presenta un'incidenza relativamente bassa rispetto al traffico complessivamente gestito da tali aeroporti.

L'analisi intende offrire un contributo utile al dibattito in corso in cui si evidenzia frequentemente una contrapposizione tra il trasporto ferroviario prevalentemente finanziato dal settore pubblico e il trasporto aereo finanziato dal settore privato. A tal proposito, occorre precisare che se è vero che le compagnie aeree sono finanziate dal settore privato, ciò non è sempre vero nel caso dei gestori aeroportuali, spesso partecipati dal settore pubblico.

Le conclusioni a cui giunge il presente lavoro sono in sintesi le seguenti:

- L'ingresso dei capitali privati nelle gestioni aeroportuali sarà possibile in quelle realtà che assicureranno una redditività a breve e/o a medio termine soddisfacente;
- La riduzione della partecipazione pubblica nelle società di gestione aeroportuale non determina di per sé un aumento dell'efficienza che sembra invece maggiormente correlata alla classe dimensionale degli scali;⁸⁶
- La riduzione della partecipazione pubblica nelle società di gestione aeroportuale dovrebbe liberare risorse da destinare a interventi - quali quelli in corso sulla rete ferroviaria ad alta velocità - finalizzati a favorire l'accessibilità alle infrastrutture aeroportuali e quindi l'efficienza delle gestioni contribuendo, allo stesso tempo, alla realizzazione di un sistema integrato dei trasporti.

⁸⁴ Si veda nota n. 33.

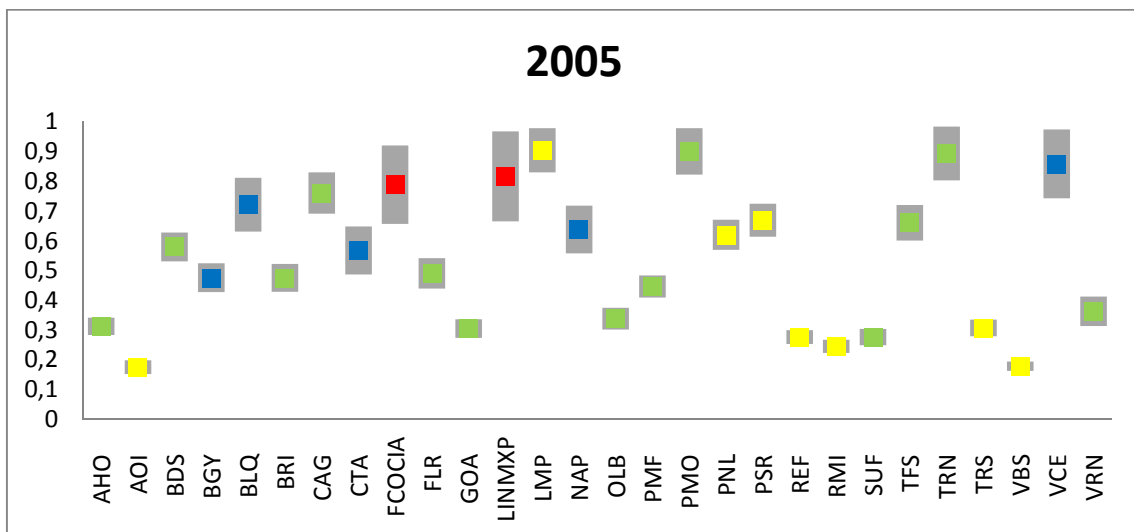
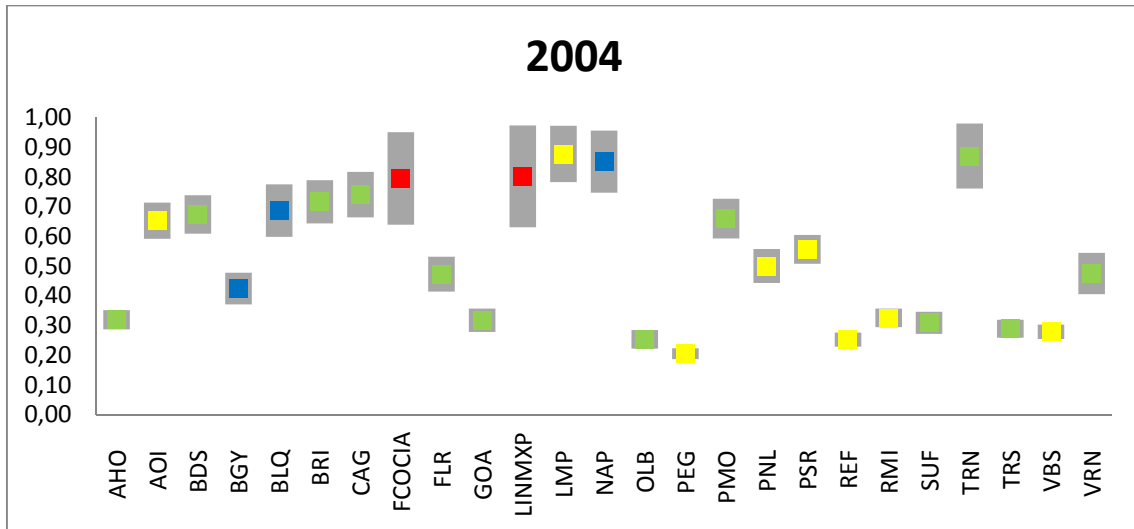
⁸⁵ Dal dettaglio dei dati di traffico passeggeri relativi al traffico internazionale e nazionale, si evince che la variazione media percentuale calcolata sull'intero periodo dell'incidenza del traffico nazionale sul traffico complessivo è pari al 35% per i due hub di Milano e Roma, al 46% per gli aeroporti NAA, al 63% ed al 61% rispettivamente per gli aeroporti LRA e SRA.

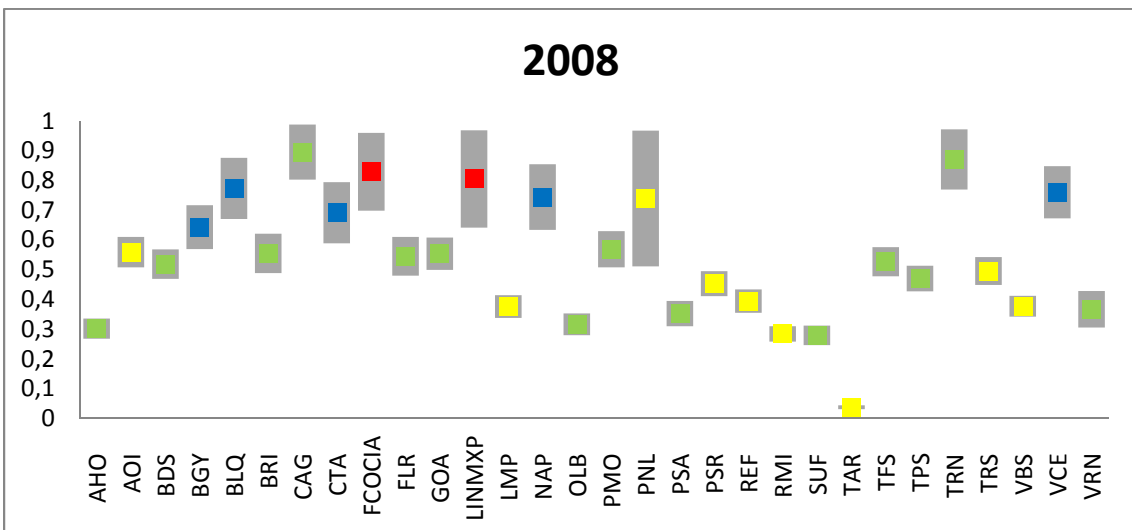
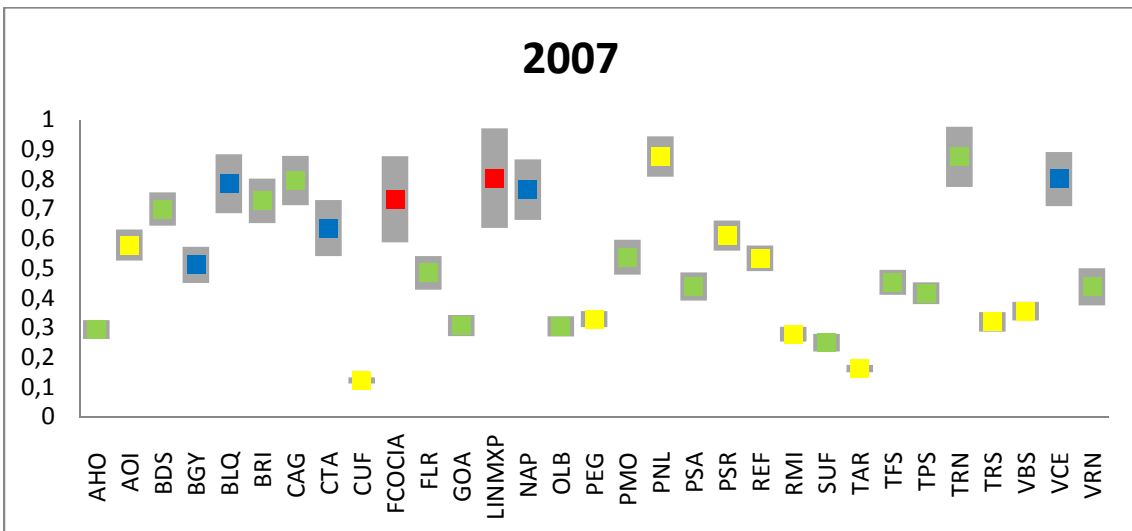
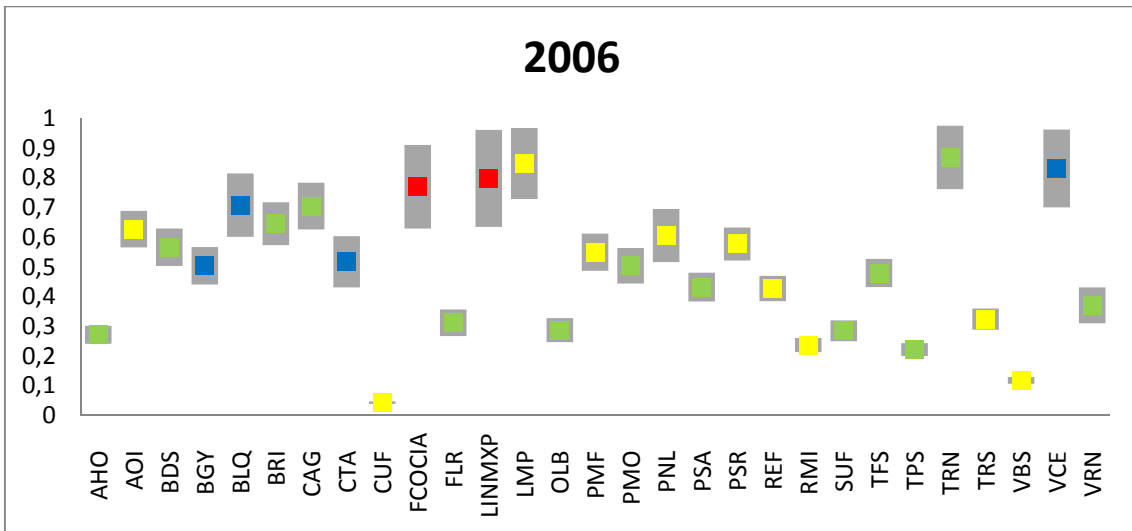
⁸⁶ Oltre ai risultati del presente lavoro è importante osservare che la letteratura economica non offre evidenze univoche in merito ad una più efficiente gestione degli aeroporti da parte di società a capitale privato o prevalentemente privato rispetto a società a capitale pubblico: Malighetti, P., Martini, G., Paleari, S., Redondi, R., 2007. An empirical investigation on the efficiency, capacity and ownership of Italian airports. *Rivista di Politica Economica* 97 (1-2), pagine 157-188; Gitto S., Mancuso P., 2012. Bootstrapping the Malmquist indexes for Italian airports. *Int. J. Production Economics* 135, pagine 403-411.

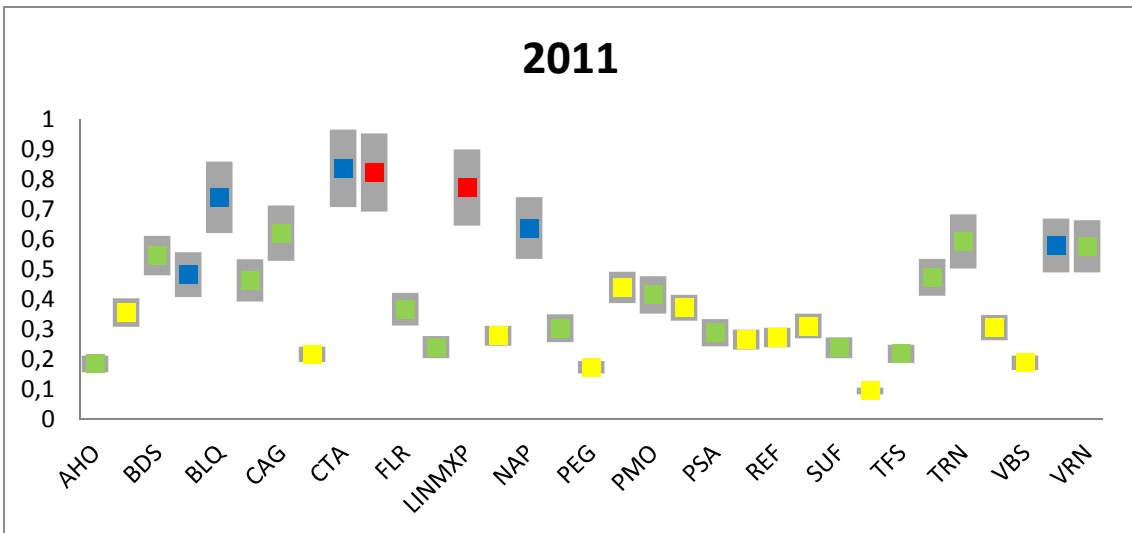
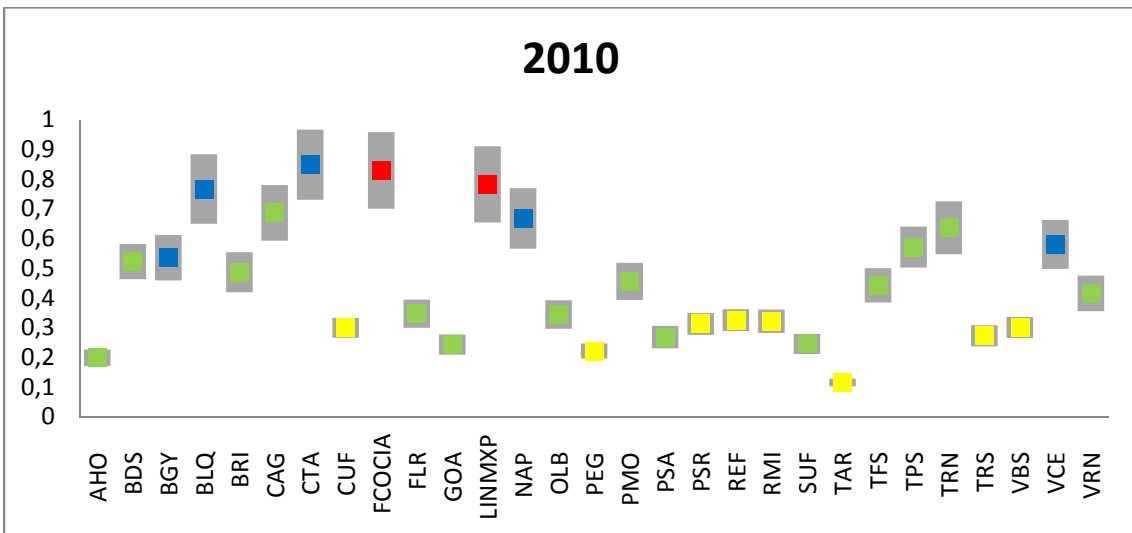
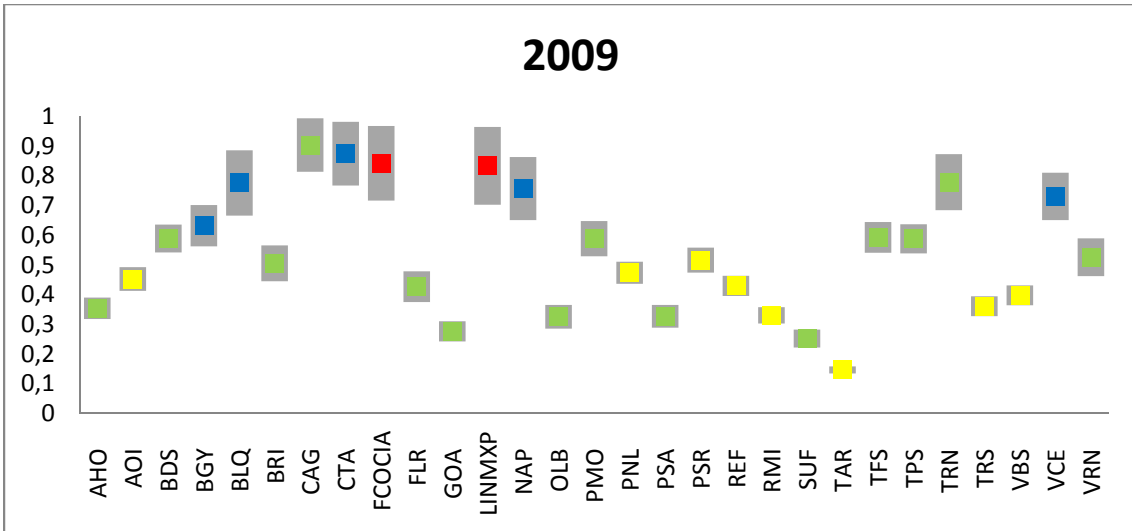
Allegato 1 – Intervalli di confidenza



Figura 16 – Intervalli di Confidenza - Modello Operativo 2004 - 2013







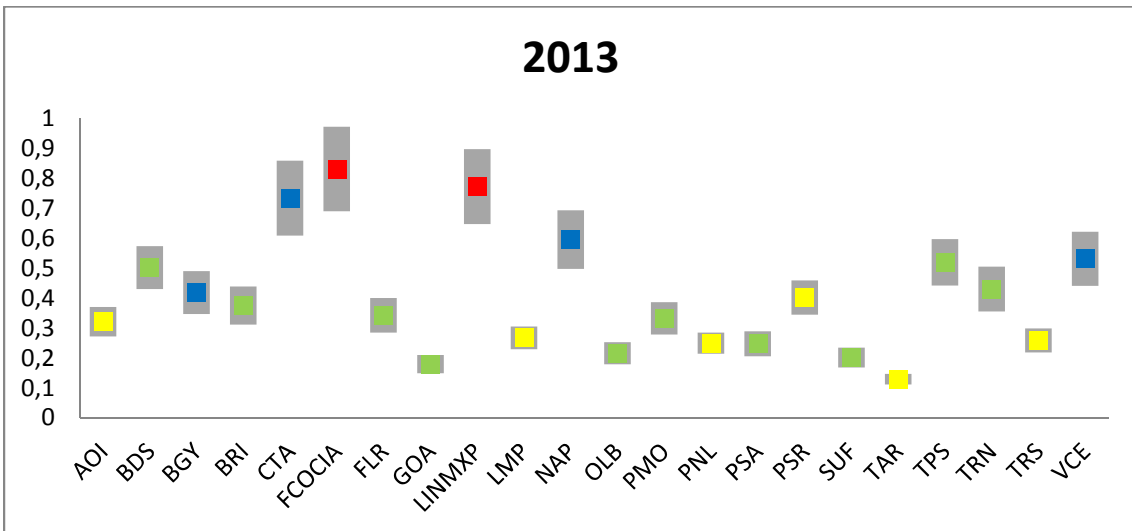
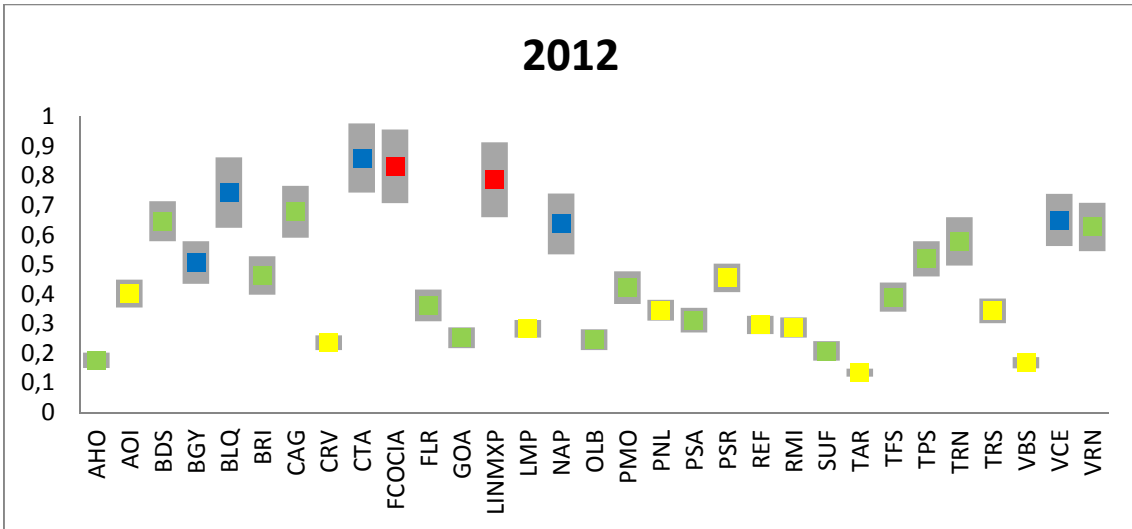
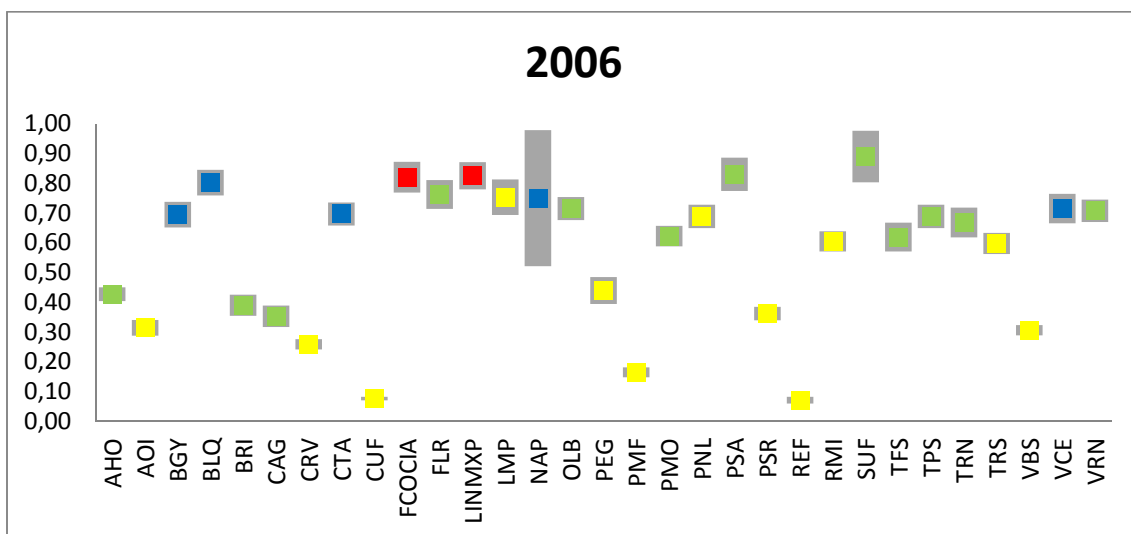
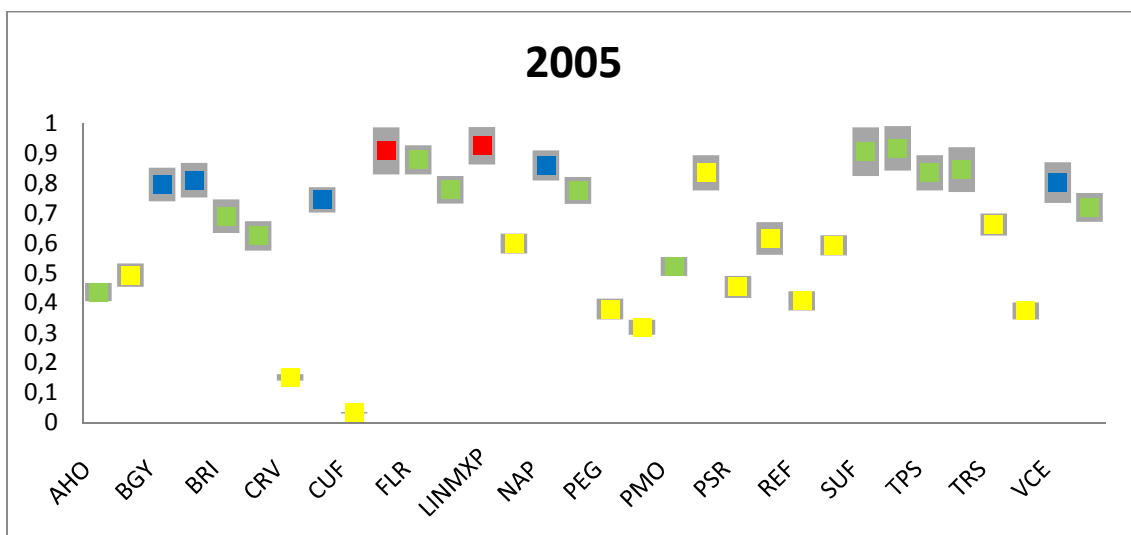
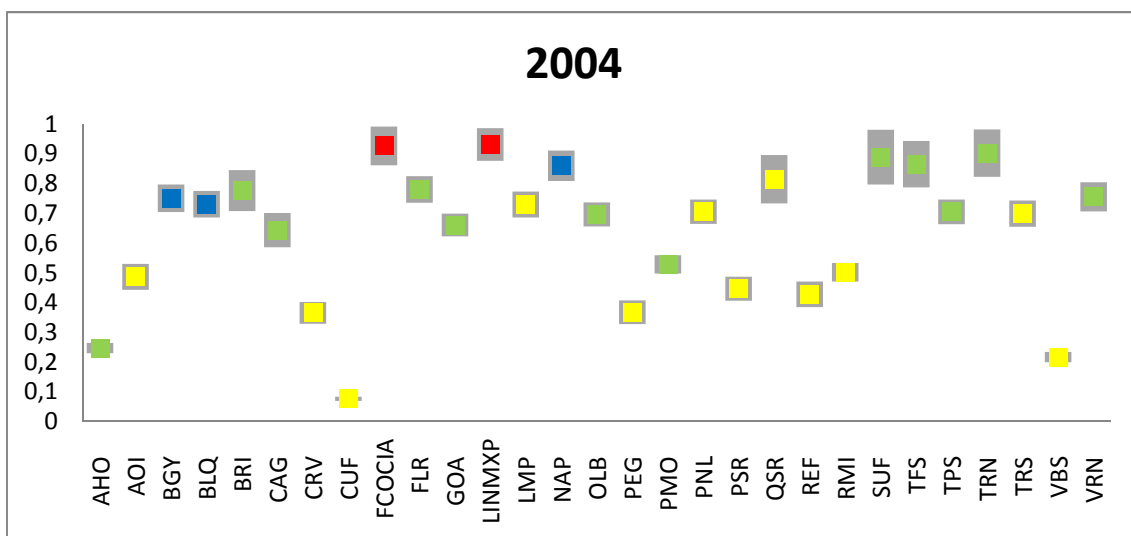
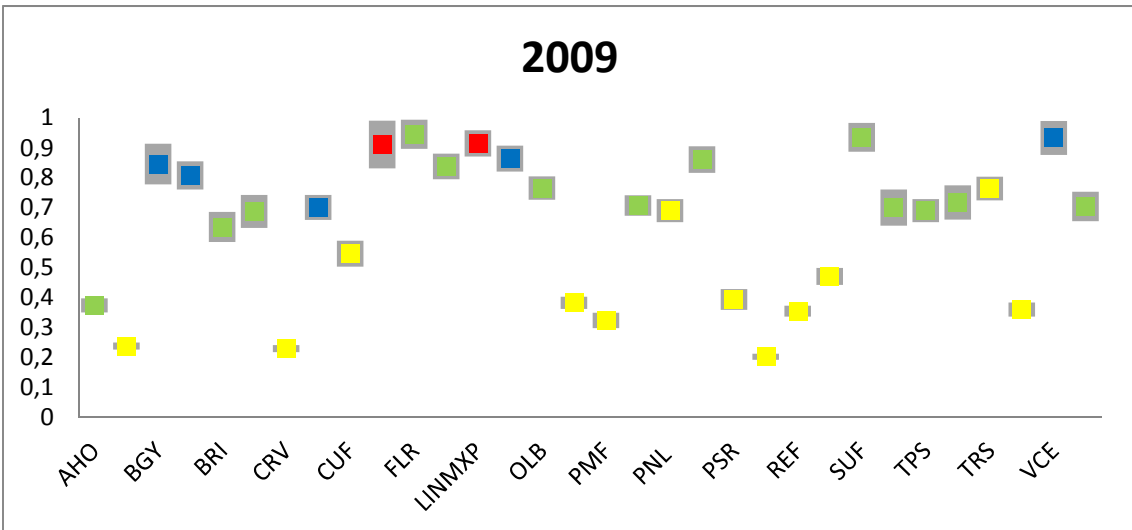
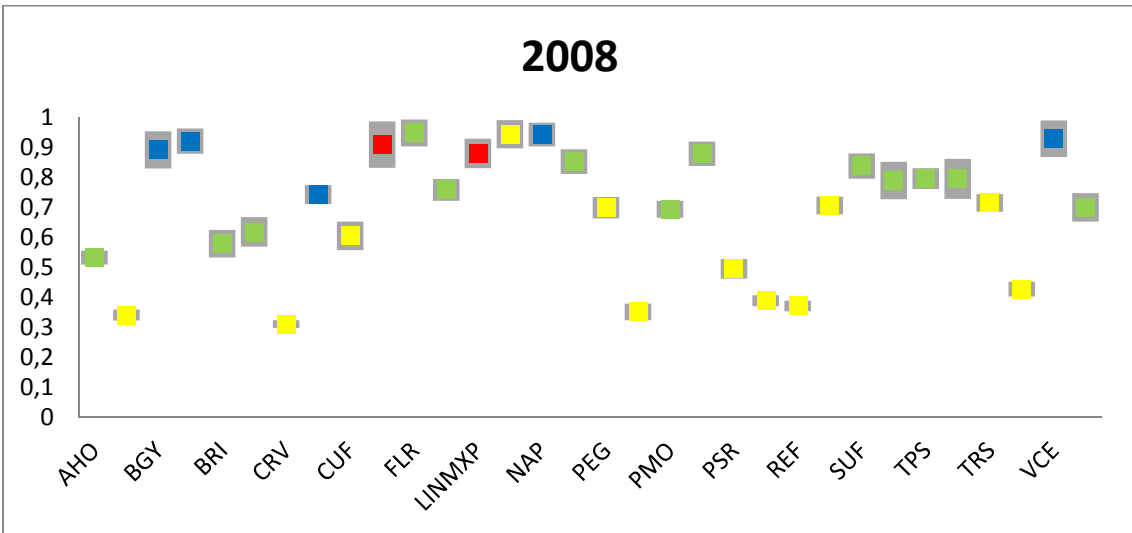
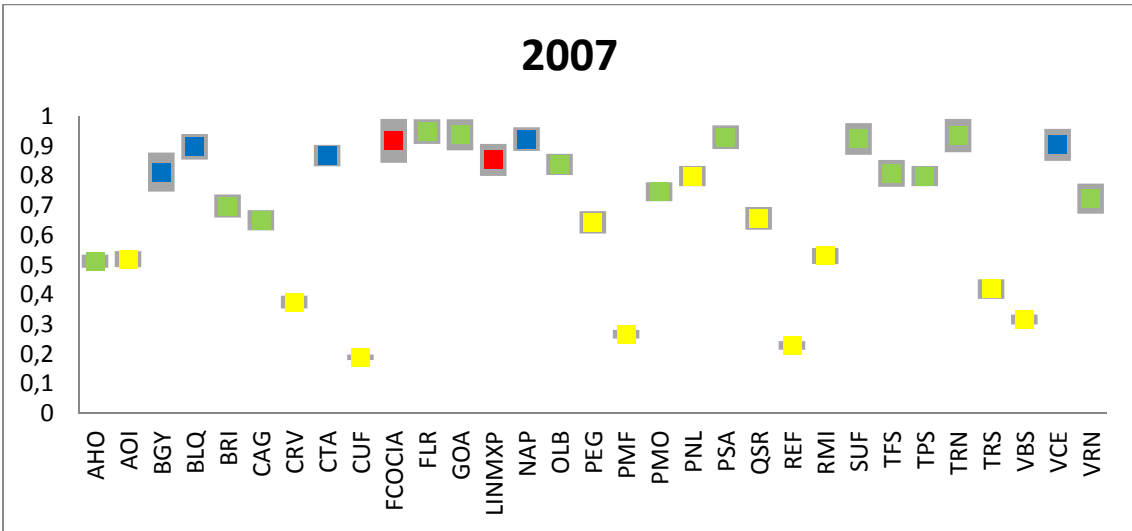
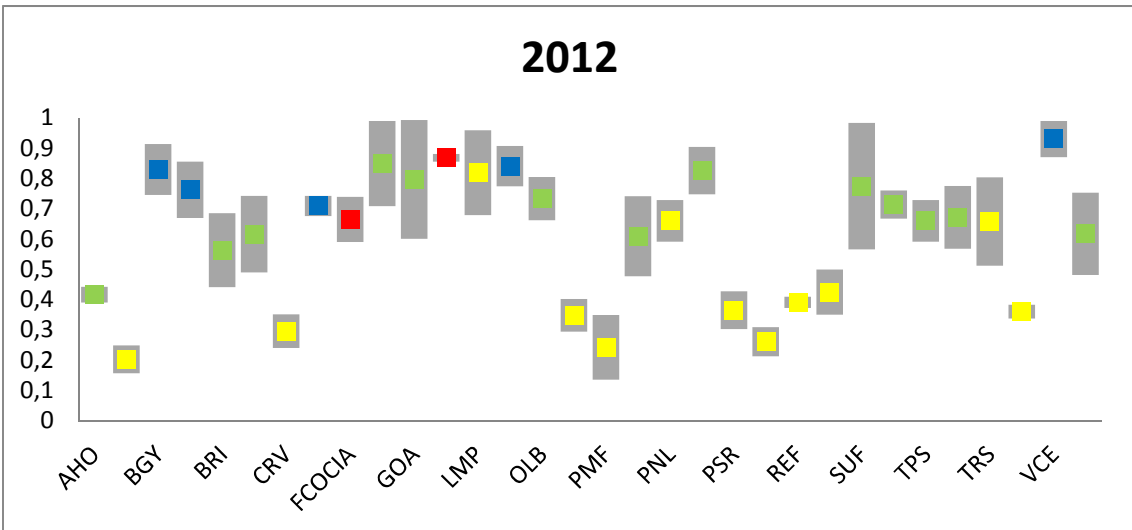
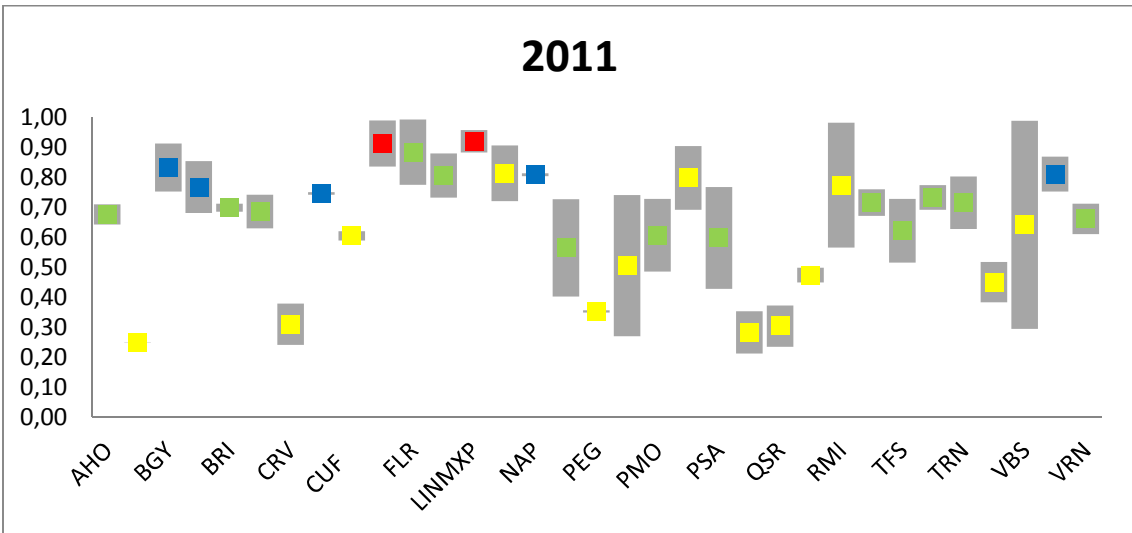
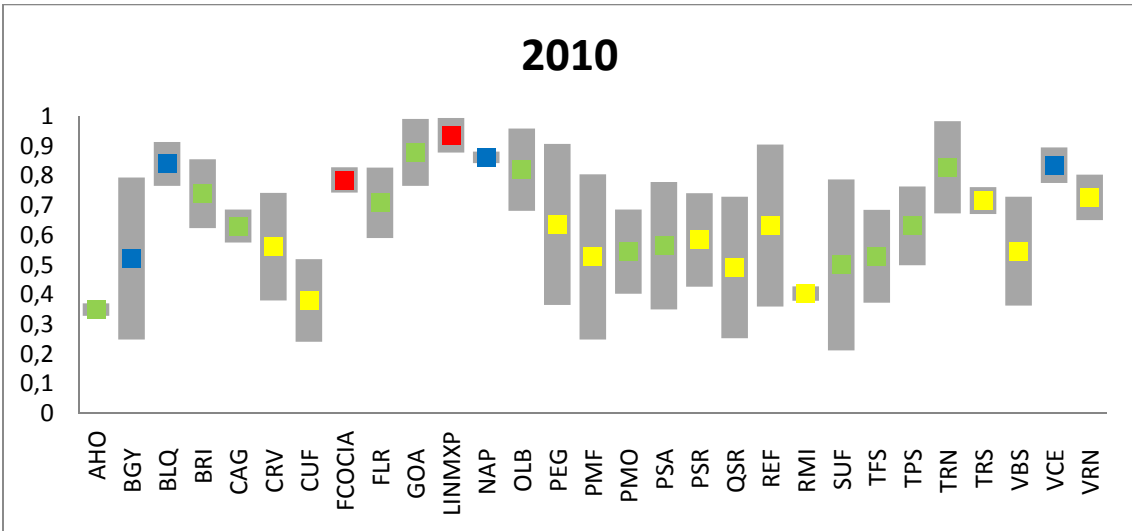
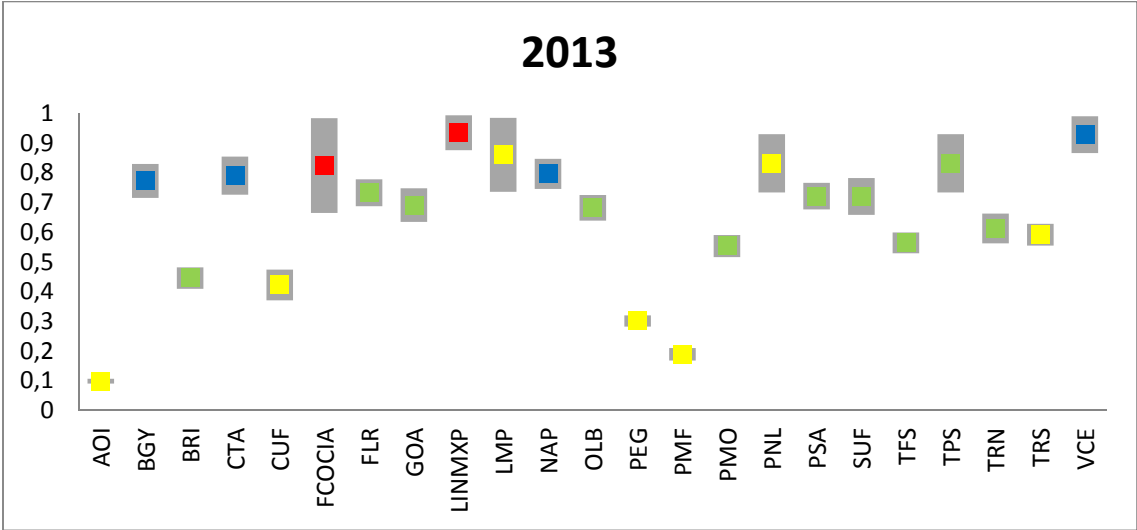


Figura 17 – Intervalli di Confidenza - Modello Finanziario 2004 - 2013









Bibliografia

- ACI, Airports Council International, 2010. The ownership of Europe's airports.
- ART, Autorità di Regolazione dei Trasporti, 2014. Delibera n. 31/2014, Consultazione sui modelli tariffari aeroportuali.
- ART, Autorità di Regolazione dei Trasporti, 2014. Primo Rapporto Annuale al Parlamento, pagine 16–32.
- Adler N., Ülkü T., Yazhensky E., 2013. Small regional airport sustainability: Lessons from benchmarking. *Journal of Air Transport Management*, Volume 33, pagine 22–31.
- AGCM, Autorità garante della concorrenza e del mercato, 2004. Liberalizzazione e privatizzazione delle attività aeroportuali, Roma.
- Abrate, G., Erbetta, F., 2010. Efficiency and patterns of service mix in airport companies: an input distance function approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 46 (5), pagine 693–708.
- Barros, C.P., Dieke, P.U.C., 2008. Measuring the economic efficiency of airports: a Simar-Wilson methodology analysis. *Transportation Research Part E* 44, pagine 1039–1051.
- Banca d'Italia, 2011. Le infrastrutture in Italia: dotazione, programmazione, realizzazione. Firpo G. e Monti P., *Gli aeroporti italiani: dotazione e gestione delle infrastrutture*, pagine 731–771.
- Copenhagen Economics, 2012. *Airport Competition in Europe*.
- Curi C., Gitto S., Mancuso P., 2011. New evidence on the efficiency of Italian airports: A bootstrapped DEA analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, Volume 45, pagine 84–93.
- Gitto S., Mancuso P., 2012. Bootstrapping the Malmquist indexes for Italian airports. *Int. J. Production Economics* 135, pagine 403–411.
- Clewlow R. R., Sussman M.J., Balakrishnan H. 2014. The impact of high-speed rail and low-cost carriers on European air passenger traffic. *Transport Policy*, Volume 33, pagine 136–143.
- Diana T., 2009. Do market-concentrated airports propagate more delays than less concentrated ones? A case study of selected U.S. airports. *Journal of Air Transport Management*, Volume 15, pagine 280–286.
- Dobruszkes, F. 2011. High-speed rail and air transport competition in Western Europe: A supply-oriented perspective. *Transport Policy*, Volume 18, pagine 870–879.
- ENAC, Ente Nazionale per l'Aviazione Civile. *Annuario Statistico 2004 – 2006; Dati di Traffico 2007-2013*.
- ENAC, Ente Nazionale per l'Aviazione Civile, 2010. *Atlante degli aeroporti italiani -One Works*, KPMG, Nomisma.
- European Commission, 2005. Community guidelines on financing of airports and start-up aid to airlines departing from regional airports. *Official Journal of the European Union*, 2005/C 312/1.

Florence School of regulation, 2014. Atti del convegno “2nd European Intermodal Transport Regulation Summary: high-speed rail vs. low-cost air: competing or complementary modes?”.

SEA e The European House-Ambrosetti, 2008. Il futuro del sistema del trasporto aereo: una sfida chiara per l’Italia e per l’Europa.

Steer Davies Gleave, 2011. Impact assessment of revisions to Regulation 95/93. Report per la Commissione Europea.

Gillen D., Lall A. 1997. Developing measures of airport productivity and performance: an application of data envelopment analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 33, pagine 261–273.

Gonzales-Savignat M., 2004. Competition in Air Transport: The Case of the High Speed. *Journal of Transport Economic and Policy*, Volume 38, pagine 77-108.

ICCSAI, International Center for Competitiveness Studies in the Aviation Industry. Fact Book, 2011-2013. BookSurge Publishing.

ISTAT, Istituto nazionale di statistica. Bilancio demografico, vista per territorio dati 2004-2014.

ISTAT, Istituto nazionale di statistica. Conti Economici Territoriali dati 2004-2014; Bilancio demografico, vista per territorio dati 2004-2014.

ISTAT, Istituto nazionale di statistica. Rete ferroviaria in esercizio per tipologia e regione, dati 2010- 2013.

ISTAT, Istituto nazionale di statistica. Statistiche del trasporto aereo, rilevazione annuale, 2004-2014.

Malighetti, P., Martini, G., Paleari, S., Redondi, R., 2007. An empirical investigation on the efficiency, capacity and ownership of Italian airports. *Rivista di Politica Economica* 97 (1–2), pagine 157–188.

Ming-Miin Yu, 2010. Assessment of airport performance using the SBM-NDEA model. *Omega*, Volume 38, pagine 440–452.

MIT, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2004-2013.

MIT, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2014. Il Piano Nazionale degli aeroporti.

NERA Economic Consulting, 2014. Determining the Weighted Average Cost of Capital of Airports in an Evolving French Regulatory Environment.

Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P., 2003. Inefficiencies and scale economies of European airport operations. *Transportation Research Part E* 39, pagine 341–361.

Sarkis, J., Talluri, S., 2004. Performance based clustering for benchmarking of US airports. *Transportation Research Part A* 38, pagine 329–346.

Scotti D., Malighetti P., Martini G, Volta N. 2012. The impact of airport competition on technical efficiency: A stochastic frontier analysis applied to Italian airport. *Journal of Air Transport Management*, Volume 22, pagine 9-15.

- Simar, L., Wilson, P.W., 1998. Sensitive analysis of efficiency scores: how to bootstrap in nonparametric frontier models. *Management Science* 44 (1), 49–61.
- Simar, L., Wilson, P.W., 1999. Of course we can bootstrap DEA scores! But does it mean anything? Logic trumps wishful thinking. *Journal of Productivity Analysis* (11), 93–97.
- Simar, L., Wilson, P.W., 1999. Estimating and bootstrapping Malmquist indices. *European Journal of Operational Research* 115, 459–471.
- Simar, L., Wilson, P.W., 2007. Estimation and inference in two stages, semi parametric models of productivity efficiency. *Journal of Econometrics* (136), 31– 64.
- Simar, L., Wilson, P.W., 2008. Statistical inference in nonparametric frontier models: recent developments and perspectives. In: Fried, H.O., Lovell, C.A.K., Schmidt, S.S. (Eds.), *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth* Oxford University press.
- Yang H., Zhang A., 2012. Effects of high-speed rail and air transport competition on prices, profits and welfare. *Transportation Research Part B: Methodological*, Volume 46, pagine 1322–1333.
- Unicredit, 2013. Looking for changes, *Infrasfrutture e Trasporti*, Volume 3.
- Unioncamere, 2014. Dal Piano degli aeroporti alle scelte di ruolo: strategie del sistema camerale.