

Analisi sperimentale dell'efficienza di una rete di trasporto aereo attraverso la costruzione di un modello di calcolo degli indici prestazionali

Autors: Roberto Devoto – Nicoletta Rassu

Facoltà di Ingegneria dell'Università degli studi di Cagliari

Abstract

Lo studio in oggetto ha la finalità di proporre un'analisi comparativa di linee in una rete di trasporto aereo attraverso l'individuazione e la costruzione di indici del servizio del trasporto, rappresentativi della qualità e dell'efficienza del servizio reso. In particolare lo studio intende esaminare la diversità di approccio al mercato tra vettori tradizionali e low-cost attraverso i parametri più significativi che ne caratterizzano la gestione aziendale e verificarne poi l'efficienza su due linee, su cui operano sia un vettore low cost che tradizionale, che servono lo stesso bacino di utenza.

Dal momento che la valutazione complessiva del livello di servizio erogato su una linea da un vettore è una misura, oltre che della performance fornita dal vettore stesso, anche della percezione del servizio da parte dell'utenza, si sono costruiti degli indicatori che esprimessero quantitativamente la qualità del servizio dal lato offerta e domanda. Gli indicatori che simulano le prestazioni dell'offerta sono stati costruiti attraverso la rilevazione e l'elaborazione di dati che riguardano le caratteristiche di viaggio fondamentali (confort, puntualità, tariffa etc.). La misurazione della percezione della domanda, data la soggettività, è stata ottenuta sottoponendo ad un campione di utenti un questionario dove, oltre ad una serie di domande di tipo RP (Preferenze Rilevate), è stato richiesto di esprimere un giudizio sulle caratteristiche di viaggio in modo da determinare il livello di "qualità percepito". Lo studio si propone pertanto di costruire un modello di calcolo analitico, che combinando gli indicatori suddetti, possa analizzare e confrontare l'efficienza sulle due linee di trasporto aereo in oggetto.

Analisi sperimentale dell'efficienza di una rete di trasporto aereo attraverso la costruzione di un modello di calcolo degli indici prestazionali

1 Trasporto aereo in Sardegna

Il trasporto aereo in Sardegna soddisfa circa il 50% di tutta la mobilità tra l'Isola e il continente. Questa modalità di spostamento è di fondamentale importanza per tutto il comparto socio-economico della regione, in quanto riduce i limiti propri dell'insularità, permettendo di relazionarsi con il resto dell'Italia e dell'Europa in tempi rapidi e con una certa regolarità. A parte gli aspetti legati al soddisfacimento delle esigenze di mobilità dell'utenza residente nell'isola, va ricordata l'accessibilità che il trasporto aereo garantisce in termini di fruibilità del territorio per il turismo incoming.

L'offerta di trasporto aereo in Sardegna è rappresentata principalmente dagli scali aeroportuali di Cagliari - Elmas, Olbia – Costa Smeralda ed Alghero - Fertilia, ed in maniera minore dagli aeroporti secondari di Tortolì ed Oristano¹ Nel 2007 la domanda totale è stata di 5,7 ml di passeggeri, circa il 4,2% del traffico commerciale nazionale (136 ml). Tale traffico è servito per circa il 50% dall'aeroporto di Cagliari – Elmas mentre il restante 50% è distribuito tra i due scali di Olbia – Costa Smeralda (circa il 30%) e Alghero - Fertilia (20%), come mostrato in Figura 1.

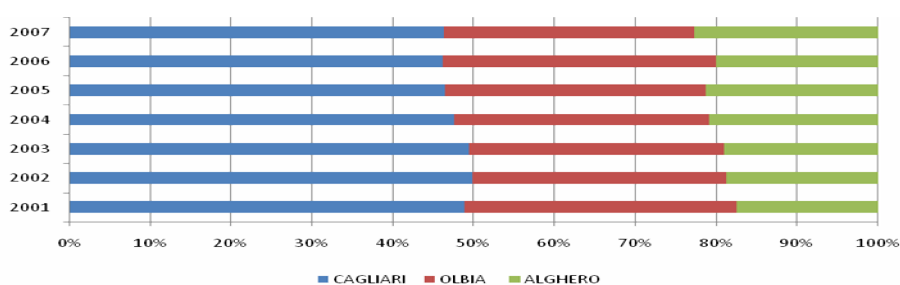


Figura 1: Distribuzione del traffico passeggeri tra i tre scali principali negli anni 2001-2007

Le principali compagnie che operano stabilmente in Sardegna offrendo servizi commerciali di linea, sono, per quanto riguarda il segmento tradizionale, Meridiana

¹ Questi due scali, in effetti, costituiscono una parte trascurabile del movimento totale in quanto il primo è uno scalo stagionale, operativo da maggio a settembre, il secondo è attualmente inattivo al traffico commerciale.

(Alitalia in code sharing con Meridiana) ed Airone; queste sono le maggiori in quanto condividono le rotte gestite in regime di continuità territoriale. Nel versante low cost, tra le prime ad insediarsi, Ryanair (attualmente operativa sui tre scali sardi), HLX express (ora Tui fly) e l'inglese Easy jet con collegamenti da Cagliari e Olbia. La quota di mercato gestita da questi vettori è del 27% (2007) in linea con il dato nazionale del 23%²

Prima di passare all'analisi condotta, ed entrare nel vivo dello studio, seguirà una breve parentesi sul fenomeno low cost.

1.1 Low cost carrier

Il fenomeno dei vettori low cost nasce negli Stati Uniti a metà degli anni settanta, prendendo origine dalla deregulation del trasporto aereo che ha permesso una liberalizzazione e una conseguente agguerrita concorrenza su una serie di rotte sino ad allora servite quasi esclusivamente dalle grandi compagnie tradizionali. Da allora, il fenomeno ha avuto una rapida espansione sino a far diventare la Southwest, pioniera della filosofia low cost, la quarta compagnia degli Stati Uniti sia per flotta (375 aeromobili) sia per passeggeri trasportati (70 milioni pax/anno).

In Europa questo modo di viaggiare si è diffuso solamente dal 1995 in poi, con la nascita di piccole compagnie a basso costo che, in brevissimo tempo, hanno avuto uno sviluppo vertiginoso tanto da portare Ryanair e EasyJet, le maggiori in Europa, ad avere flotte da 90\100 modernissimi aeromobili ed a trasportare oltre 30 milioni di passeggeri l'anno.

In Europa, attualmente le compagnie a "basse tariffe" – low fares - sono circa una trentina e tra queste vi sono quelle appartenenti al segmento low cost. E' necessario, infatti, fare una distinzione tra low cost e low fares; quest'ultime di solito

² Dato riferito al 2006. Fonte Annuario Statistico Enac 2006

sono compagnie tradizionali che per adattarsi alle nuove esigenze del mercato intervengono solamente sul livello tariffario; nella realtà italiana, un esempio tra tutte è Meridiana. I vettori low cost invece *“impostano la propria struttura societaria in modo tale da vendere il proprio servizio a basso costo facendo comunque quadrare i bilanci”*; in altri termini fondano la loro filosofia aziendale sul contenimento dei costi, sulla razionalizzazione delle risorse (sia umane che tecniche), sulle economie di scala e sull'efficienza del servizio.

Il loro intento non è tanto quello di sottrarre una quota di utenza alle compagnie tradizionali, ma al contrario, quello di creare una nuova domanda soprattutto tra i “non utenti” del mezzo aereo, attratti dalle nuove opportunità tariffarie e dai nuovi collegamenti.

Nel nostro paese il fenomeno low cost è arrivato con qualche anno di ritardo rispetto al resto dell'Europa, in un momento in cui il mercato del trasporto aereo dava segni di flessione, producendo una rilevante crescita dell'offerta, che è stata superiore a quella della domanda, con conseguente pressione sulle tariffe ed indebolimento patrimoniale dei vettori italiani tradizionali.

Nel 2003 il traffico totalizzato dalle low cost in Italia è stato del 13%, nel 2006 è salito al 23,10% come mostrato Figura 2:

| | Passeggeri Nazionali | Quota % | Passeggeri Internazionali | Quota % | Totale Traffico Anno 2006 | Quota % |
|-----------------------------|----------------------|----------------|---------------------------|----------------|---------------------------|----------------|
| Vettori Low Cost | 7.055.349 | 13,39% | 21.349.971 | 30,37% | 28.405.320 | 23,10% |
| Vettori Tradizionali | 45.622.940 | 86,61% | 48.942.052 | 69,63% | 94.564.992 | 76,90% |
| Totali | 52.678.289 | 100,00% | 70.292.023 | 100,00% | 122.970.312 | 100,00% |

Figura 2: Ripartizione del mercato aereo Italiano tra compagnie Low Cost e Tradizionali (anno 2006). Fonte: Annuario Statistico ENAC 2006

Di tale fenomeno si sono avvantaggiati, oltre gli utenti, che hanno la possibilità di acquistare i voli a tariffe estremamente vantaggiose paragonabili al “costo di un

taxi” (come recitava un noto spot di una di compagnia low cost), anche gli scali italiani minori, maggiormente utilizzati da tali vettori.

1.2 Low cost in Sardegna

I vettori low cost hanno iniziato ad offrire collegamenti in Sardegna negli ultimi mesi del 2000, quando nell'aeroporto di Alghero cominciò ad operare la compagnia irlandese Ryanair offrendo il collegamento internazionale con Londra.

Da allora sono cambiate molte cose e si sono fatti notevoli progressi in questo settore, sia per quanto riguarda il numero dei vettori low cost presenti nell'Isola sia per il numero e la tipologia di collegamenti effettuati, nonché per il conseguente incremento dei volumi di traffico. In merito alla tipologia di collegamenti, è importante sottolineare che da aprile 2005 Ryanair ha inaugurato il suo primo collegamento nazionale con il volo Alghero - Roma Ciampino entrando, è questo l'aspetto più interessante per la realtà sarda che possiede un numero di collegamenti domestici gestiti in regime di continuità territoriale, in concorrenza con i vettori di tipo tradizione in un mercato, quello delle rotte che godono degli oneri di servizio pubblico, che aveva, prima di allora, connotati protezionistici.

A questo punto si vuole dare una panoramica del traffico Low cost in Sardegna riprendendo alcuni scenari dell'ultimo Piano Regionale dei Trasporti (Rapporto di sintesi), attualmente in fase di approvazione.

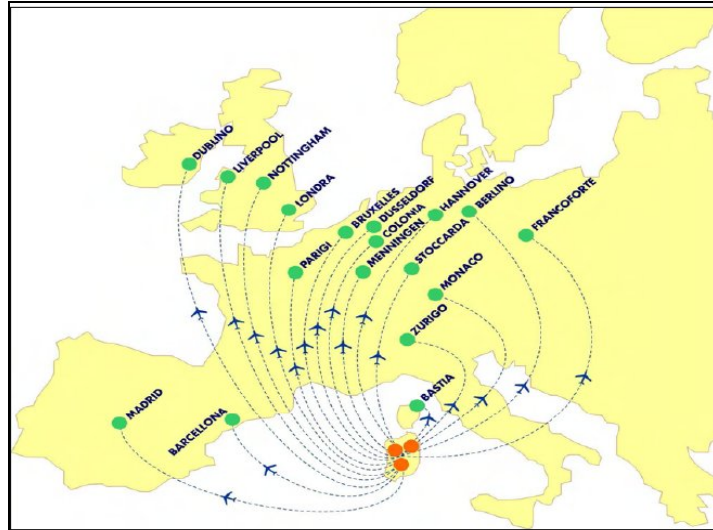


Figura 3: Distribuzione rotte internazionali dagli aeroporti sardi

Nella Tabella 1 sono indicati i collegamenti nazionali da/per la Sardegna gestiti in concorrenza. Si osservi che l'analisi è stata condotta su collegamenti che servono il medesimo bacino di utenza così come esplicitato nella seconda colonna della tabella stessa

Tabella 1: Collegamenti nazionali in concorrenza al 2007

| Aeroporto Origine | Bacino di utenza Servito (Dest) | Aeroporto destinazione | Vettori in servizio |
|-------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------|
| CAGLIARI | Firenze | FLR | Meridiana |
| | | PSA | Ryanair |
| | Milano | LIN | Meridiana; AriOne |
| OLBIA | Milano | MXP | EasyJet/Volare Web |
| | | BGY | Ryanair |
| ALGHERO | Firenze | PSA | Ryanair |
| | Milano | LIN | AriOne |
| | | MXP | Volare Web |
| | | BGY | Ryanair |
| | Roma | FCO | AriOne |
| | | CIA | Ryanair |

Passando a questo punto ai dati di traffico, nel 2007 il traffico complessivo movimento dai vettori Low Cost è stato 1,5 ml di passeggeri (il 27% del totale). Di

questi circa il 39%, corrispondente a 607.122 pax, è passato per Alghero, il 37% per Olbia (570.000 pax) e il restante 24% per Cagliari (369.779 pax).

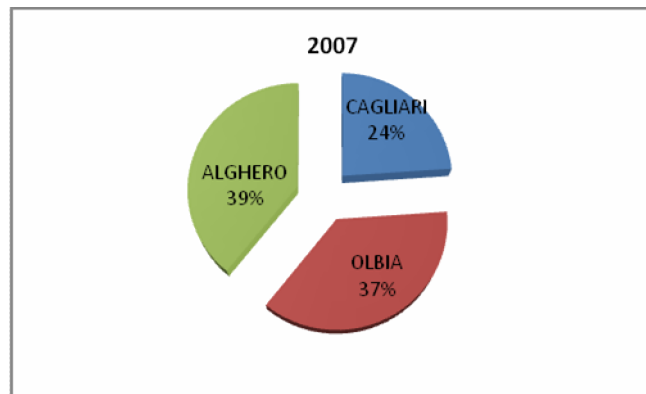


Figura 4: Quota del traffico Low Cost per aeroporto – 2007-

L'incidenza della quota low cost sul traffico totale di ciascuno scalo è stata per Alghero del 47%, per Olbia del 32% e per Cagliari solamente del 14%.

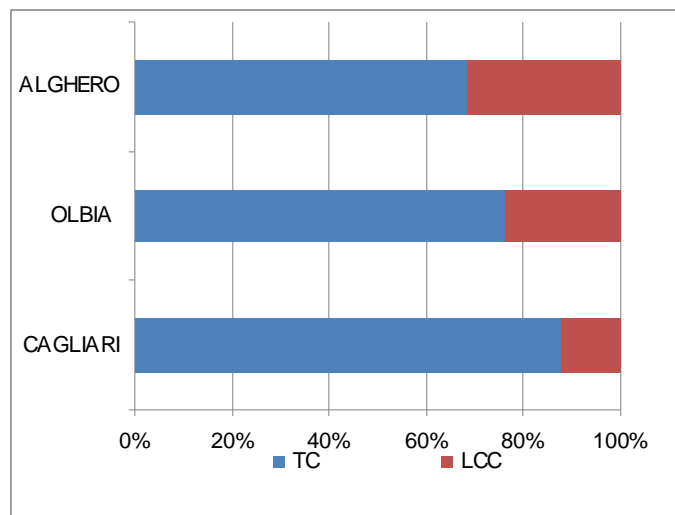


Figura 5: Ripartizione del traffico tradizionale e low cost per scalo -2007-

Come si può notare dai numeri, esistono sostanziali differenze tra i principali scali del sistema aeroportuale sardo, legate soprattutto agli anni di operatività dei vettori a basso costo con gli scali esaminati; da qui il primato di Alghero dovuto proprio ai suoi 8 anni di "anzianità" di collaborazione con tali vettori rispetto agli altri due. Nel caso di Cagliari (14% di quota di mercato) bisogna tenere in considerazione anche la preponderante componente di traffico commerciale nazionale.

1.3 Analisi della line CAG-FLR e CAG-PSA

Tra i vari collegamenti gestiti in concorrenza, di cui alla Tabella 1, l'analisi sulla valutazione del livello di servizio è stata condotta sulle linee Cagliari – Firenze operato da Meridiana e Cagliari – Pisa, operato da Ryanair. La scelta è stata condizionata dall'andamento storico dell'operatività sul servizio tra lo scalo sardo e il bacino del capoluogo toscano. A tal proposito si veda la Tabella 2 riassuntiva del traffico passeggeri e del numero di collegamenti totali

Tabella 2: Andamento storico dei collegamenti tra Cagliari e Pisa e Firenze (2002-2007)

| Anno | PSA | | FLR | |
|-------------|------------|------------|------------|------------|
| | Pax (.000) | Mov | Pax (.000) | Mov |
| 2002 | 51 | 591 | - | - |
| 2003 | 34 | 646 | - | - |
| 2004 | 25 | 676 | - | - |
| 2005 | 17 | 372 | 45 | 593 |
| 2006 | 1 | 47 | 28 | 327 |
| 2007 | 112 | 768 | 42 | 656 |

Il collegamento Cagliari - Firenze è diventato operativo a partire dal 2005. Uno dei principali motivi per cui lo scalo toscano non sia stato operativo a beneficio di Pisa è dovuto alle caratteristiche tecniche della pista, che sino ad allora aveva una lunghezza di 1.650 m limitativa per la movimentazioni degli aeromobili in flotta e a Meridiana e ad Airone. Tuttavia nel 2005 Meridiana ha iniziato a servire lo scalo con aeromobili tipo Bae 146. Nel 2006, a conclusione dei lavori di estensione della pista a 1.770 m, Meridiana ha portato a regime il proprio servizio utilizzando Airbus 319 da 132 posti. La linea Cagliari – Pisa, per i motivi precedentemente detti, è stata effettuata con una certa regolarità in alternanza da Meridiana ed Airone. Dal 2005, in concomitanza con l'inizio del servizio con il capoluogo toscano, è iniziato il progressivo abbandono della rotta concluso nel 2006. Dal gennaio 2007, nella settimana in cui Meridiana cominciava i collegamenti in continuità territoriale con

Firenze, Ryanair ha iniziato ad effettuare il servizio sullo scalo pisano trasportando nell'anno un numero di passeggeri superiore del 44% al totale (PSA e FLR) del 2005.

2 Indice di Efficienza

L'indice di efficienza è stato costruito per valutare quantitativamente la prestazione del servizio che un vettore offre su una determinata linea. Tale indice è funzione oltre che delle prestazioni offerte dal vettore stesso, misurate da una serie di indicatori che tengono in considerazione le caratteristiche di viaggio, anche dalla percezione del servizio da parte dell'utenza.

Prima di passare più compiutamente alla descrizione dell'indice di efficienza costruito, verranno definite le categorie che racchiudono i principali indicatori che identificano l'efficienza prestazionale di una linea aerea; queste si sintetizzano in: **indicatori di efficienza del servizio**: tengono conto di quelle caratteristiche del viaggio che misurano la funzionalità del servizio in termini di numero di collegamenti offerti, puntualità etc.

indicatori di confort: contengono gli elementi necessari che vengono valutati per rendere gradevole il viaggio, quali, il servizio a bordo e gentilezza del personale, comodità delle sedute, pulizia a bordo etc.

indicatori di costo: tengono conto della tariffa a km percorso

indicatori di sicurezza: attraverso i quali viene differenziata la sicurezza attiva e passiva dell'aeromobile con la conseguente tutela di tutti gli utenti, personale di bordo compresa.

L'indice di efficienza sintetizza tutte le categorie prestazionali anzidette attraverso una loro combinazione lineare, secondo la seguente espressione:

$$I_{eff} = b_1 i_{conf} - b_2 i_r + (b_3 + b_4) i_{effcoll} - b_5 (i_{av} + i_{ag}) + b_6 i_p + b_7 i_s$$

Gli indicatori che sintetizzano le caratteristiche del viaggio sono, l'indice di confort, l'indice di recupero, l'indice di efficienza del collegamento, l'indice di adeguamento,

l'indice di puntualità e di sicurezza. I coefficienti b_i sono i pesi di ciascun indice così come percepiti dall'utenza.

2.1 Indicatori di efficienza

Indice di confort (i_{conf}); misura il livello di confort che viene percepito dagli utenti a bordo di ciascun aeromobile. Volendo esprimere, con tale indice, la superficie media a disposizione di ciascun passeggero, esso è stato calcolato rapportando la superficie interna della cabina passeggeri (S) al numero di posti disponibili a bordo (P): $i_{conf} = S/P$ [mq/posto]

Indice di recupero (i_r); da una misura della variazione dei costi, o meglio dell'indice di costo, intercorsa tra due periodi di riferimento a seguito di una qualche modifica dall'assetto tariffario. Nel caso in esame si è voluta stimare la variazione del costo tra i due anni 2007 e 2008 a seguito dell'ingresso sulla linea dell'operatore low cost Ryanair. Per poter determinare l'indice di recupero si è prima dovuto costruire l'indice di costo relativo a ciascuno dei due anni (2007/2008), che dal punto di vista fenomenologico sono, rispettivamente, anno in cui la linea era gestita in assenza dell'operatore low cost (e in monopolio), e anno del suo primo ingresso. L'indice di costo all'anno t è dato dal rapporto tra la tariffa media ponderata (T) pagata dai passeggeri (per il 2008 si desume dalle indagini condotte) e la distanza ortodromica della rotta (D): $i_c = T/D$ [€/Km]. Una volta calcolati i due indici di costo relativi ai due periodi di osservazione t e $t-1$ (monopolio prima e concorrenza poi), l'indice di recupero è dato dal rapporto tra i due: $i_r = i_c^t / i_c^{t-1}$.

Indice di efficienza del collegamento ($i_{eff.coll}$) è una misura del numero di collegamenti e posti offerti da un determinato vettore su una determinata linea tra due periodi di riferimento, che dipende dai dati di traffico in possesso. Nel presente studio, in merito alla copertura dei dati di traffico, il 2008, contrariamente al 2007

che è completo, è ultimato sino a febbraio, pertanto i periodi omogenei presi a confronto seguono l'ultimo disponibile (gennaio – febbraio 2007/2008). L'indice è dato dal rapporto tra il numero medio di voli/giorno effettuati nel periodo di riferimento dell'anno t e il numero medio di voli/giorno offerti nello stesso periodo dell'anno precedente $t-1$. In particolare, tenendo conto anche della configurazione degli aeromobili utilizzati, l'indice può essere determinato rapportando i posti all'anno t e quelli offerti l'anno precedente: $i_{eff.coll} = \text{N}^\circ\text{P}(\text{gg})_t / \text{N}^\circ\text{P}(\text{gg})_{t-1}$

Indice di adeguamento (i_{ag} ; i_{av}); l'indice di adeguamento giornaliero e l'indice di adeguamento del volo esprimono singolarmente una misura della dispersione dei load factor, sulla programmazione quotidiana dei voli e sulla programmazione, durante il periodo di monitoraggio –settimana o multipli-, del singolo volo. L'indice di adeguamento giornaliero definisce una relazione domanda/offerta lungo l'arco della giornata, quindi su tutti i voli operati. L'indice di adeguamento del volo è invece lo stesso parametro, valutato sul singolo volo che viene effettuato durante l'arco di una settimana (e multipli): $i_{ag} = \sigma(\text{L.F.}_{\text{gg}})$; $i_{av} = \sigma(\text{L.F.}_{\text{vt1}})$.

Indice di puntualità (i_p) esprime, sulla base delle rilevazioni effettuate nel periodo investigato, la percentuale dei voli che sono partiti/arrivati con una differenza rispetto all'orario schedulato di massimo 15': $i_p = [\text{N voli } (\Delta t \leq 15')]_{t1} / [\text{N voli}]_{t1}$.

Indice di sicurezza (i_s) fornisce una misura della sicurezza di viaggio attraverso l'accertamento dell'età della flotta utilizzata su una determinata rotta da un determinato vettore. Non verrà preso in considerazione il livello di manutenzione degli aeromobili in quanto verrà considerato costante; inoltre tutti gli aeromobili devono rispondere agli standard di sicurezza secondo la certificazione della normativa europea JAR-OPS 1. l'indice di sicurezza è dato dal rapporto tra l'età

media della flotta utilizzata e la vita utile di un aeromobile (20 anni): $i_s = (\text{Età Media Flotta})/20$

Definiti gli indici dal punto di vista qualitativo, i pesi di ciascun indice sono stati determinati attraverso l'elaborazione delle risposte date dal campione nella sezione del questionario relativa alle domande SP che riguardano la classificazione di alcune caratteristiche di viaggio funzionali alla determinazione del servizio. Per il calcolo si rimanda alla sezione successiva.

A questo punto segue una breve descrizione dell'indagine svolta e del questionario sottoposto.

2.2 Indagine svolta e il questionario

Per poter stabilire la scala di percezione delle caratteristiche di viaggio da parte dell'utenza sui collegamenti oggetto di studio, Cagliari - Firenze operato da Meridiana e Cagliari – Pisa operato da Ryanair, è stata condotta nell'ultima settimana di febbraio (2008), dal 25 al 29, presso l'aeroporto di Cagliari Elmas un'indagine campionaria della tipologia a bordo³. L'unità di campionamento scelta è stata ovviamente il passeggero. L'indagine, che è stata progettata per essere condotta per un periodo di una settimana, in realtà per problemi dovuti a permessi mancanti è stata effettuata solamente nei cinque giorni indicati. Tuttavia il campionamento effettuato si è ritenuto più che soddisfacente raggiungendo come unità di campionamento circa il 37%.

Il questionario sottoposto all'utenza è composto da una serie di domande di tipo RP – preferenze rilevate- e da una parte di tipo SP – preferenze dichiarate-. La prima parte è atta ad individuare le caratteristiche dell'utenza –età, professione, motivo e

³ Indagine a bordo: nella tecnica dei trasporti le indagini a bordo sono quelle cui vengono sottoposti gli utenti dei servizi di trasporto a bordo dei mezzi (per il trasporto individuale) o nelle stazioni o nei terminal (per gli autobus, treni, aerei, navi)

frequenza del viaggio, residenza e destinazione finale, mezzo utilizzato per raggiungere lo scalo, tipologia di biglietto, luogo e modalità di acquisto e tariffa -.

Nella parte SP è stato chiesto ai passeggeri di esprimere un giudizio di valore mettendo in ordine di preferenza le caratteristiche di viaggio evidenziate in Figura 6



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Codice Volo..... Linea..... Data e ora.....

- 1) Sesso M F
- 2) Età 18-30 31-45 46-65 >65
- 3) Professione
- | | | |
|-------------------------------------|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Operaio | <input type="checkbox"/> Dirigente/Funzionario/Quadro | <input type="checkbox"/> Pensionato |
| <input type="checkbox"/> Impiegato | <input type="checkbox"/> Libero Professionista/Imprenditore | <input type="checkbox"/> Casalinga |
| <input type="checkbox"/> Insegnante | <input type="checkbox"/> Studente | <input type="checkbox"/> Disoccupato |
| | | <input type="checkbox"/> Altro |
- 4) Motivo del viaggio?
- | | | |
|--|---|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Lavoro/Affari | <input type="checkbox"/> Studio | <input type="checkbox"/> Turismo |
| <input type="checkbox"/> Salute/Medico | <input type="checkbox"/> Sport/Tempo libero | <input type="checkbox"/> Altro |
- 5) Con quale frequenza effettua questo viaggio?
- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Saltuariamente | <input type="checkbox"/> 1 settimana |
| <input type="checkbox"/> 1-2 mese | <input type="checkbox"/> Più volte a settimana |

- 6) **Mezza in ordine di preferenza le seguenti caratteristiche del viaggio:**
- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Maggiore disponibilità di posti e voli | <input type="checkbox"/> Tariffa più bassa |
| <input type="checkbox"/> Riduzione delle attese per eventuali coincidenze | <input type="checkbox"/> Puntualità voli |
| <input type="checkbox"/> Maggior confort a bordo (cassetti, servizi a bordo etc) | |

- 7) Se avesse potuto scegliere un orario di partenza differente da quello programmato a che ora e in che giorno sarebbe partito?
- 8) È residente o nato in Sardegna?
- SI (se si) b1) Comune di Residenza.....
- NO (se no) b2) Origine dello spostamento (in Sardegna - luogo provvisorio di soggiorno).....
- 9) Quale è la sua destinazione finale?.....
- 10) Con quale mezzo ha raggiunto lo scalo?
- Mezzo Pubblico Mezzo Privato Auto a noleggio Bus A noleggio Taxi
- 11) A che ora è partito dall'origine iniziale dello spostamento?
- 12) Tempo di percorrenza per raggiungere l'aeroporto?.....
- 13) Tipologia di Biglietto?
- Singolo Andata/Ritorno
- 14) Dove ha acquistato il biglietto?
- Agenzia Internet (agenzia on line - internet, oposta etc) Vettore
- 15) Chi ha pagato? Lei Altri
- 16) Quanto ha pagato?.....

Figura 6: Questionari

L'elaborazione delle risposte ha prodotto il seguente risultato:

Tabella 3: Risposte dei passeggeri sulle caratteristiche di viaggio

| i/j | M | T | R | P | C |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 50 | 258 | 7 | 59 | 19 |
| 2 | 122 | 59 | 54 | 156 | 39 |
| 3 | 131 | 33 | 112 | 113 | 75 |
| 4 | 61 | 13 | 155 | 45 | 94 |
| 5 | 28 | 29 | 64 | 19 | 165 |

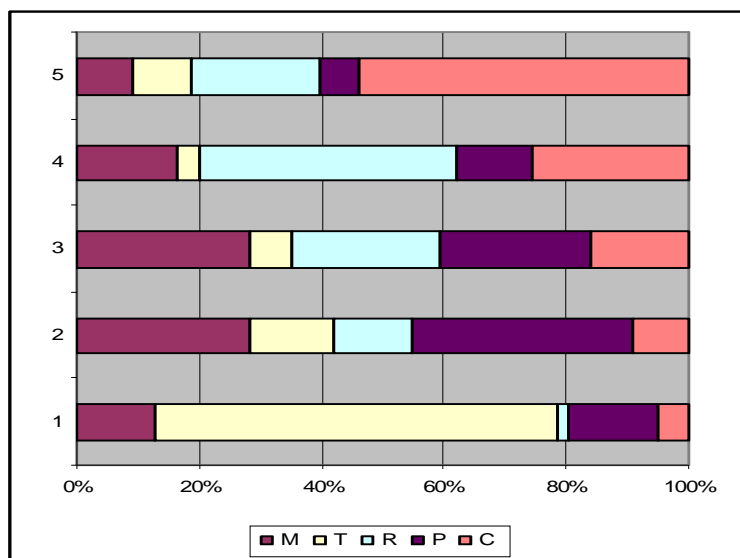


Figura 7

Tra le caratteristiche di viaggio proposte i passeggeri hanno messo al primo posto la tariffa più bassa (T), al secondo posto la puntualità (P), la maggiore disponibilità di posti e voli (M) è stata posta al terzo posto, la riduzione delle attese per eventuali coincidenze (R) al quarto ed infine il comfort (C) all'ultimo posto. Sulla base di tali risposte e del grado di preferenza sono stati determinati i pesi degli indici ad essi concatenati.

2.3 Determinazione dei pesi

I pesi sono stati ottenuti elaborando i dati raccolti in Tabella 3. $N_{c,j,i}$ indica il numero di volte in cui la caratteristica j è stata posta all' i -esima posizione (da 1 a 5). Il

punteggio di gradimento della j-esima caratteristica di viaggio Sc_j è dato dalla seguente espressione

$$Sc_j = \sum_i [Nc_{j,i}(6-i)] \quad i,j=1,2,\dots,5$$

Il peso della j-esima caratteristica è dato dall'incidenza che il punteggio di quest'ultima ha sul totale.

$$P_j = \frac{Sc_j}{\sum_j Sc_j} \quad j=1,2,\dots,5$$

I risultati sono sintetizzati nella tabella seguente.

Tabella 4: Pesi

| Pesi | |
|-----------------|-----|
| b2=PT | 27% |
| b6=PP | 22% |
| b3=b5=PM | 21% |
| b4=PR | 16% |
| b1=PC | 14% |

3 Costruzione del modello

Per poter determinare l'indice di efficienza, si è costruito un modello analitico con il quale si possa ottenere, modificando opportunamente i dati di input, una misura del servizio sulle linee che si vogliono indagare.

Il modello realizzato ha una struttura tale da supportare simultaneamente l'analisi su un numero massimo di linee pari a cinque. Il numero di vettori per linea è stato fissato a quattro ed infine il numero massimo di aeromobili utilizzato da ciascun vettore su ogni linea è stato posto pari a tre. Tali limiti sono stati suggeriti dall'osservazione della rotta nazionale a maggior intensità di traffico: Roma FCO – Milano LIN. Su tale collegamento operano tre vettori nazionali, Alitalia, AirOne e Meridiana/Eurofly. La flotta mediamente utilizzata da ciascuna compagnia nella programmazione dei voli quotidiani, è di due tipologie di aeromobili impiegati diversamente tra ora di punta e ora di morbida⁴.

In Figura 8 è mostrata l'architettura del modello che consta di tre parti: database di input, database di appoggio ed infine l'output. Il passaggio da una zona all'altra si ottiene attraverso l'attivazione di due programmi:

- INPUT – DATABASE DI APPOGGIO = programma CREA DATI
- DATABASE DI APPOGGIO – OUTPUT = programma CALCOLA I_{EFF}

⁴ I dati osservati sulla linea FCO-LIN sono stati maggiorati di un unità.

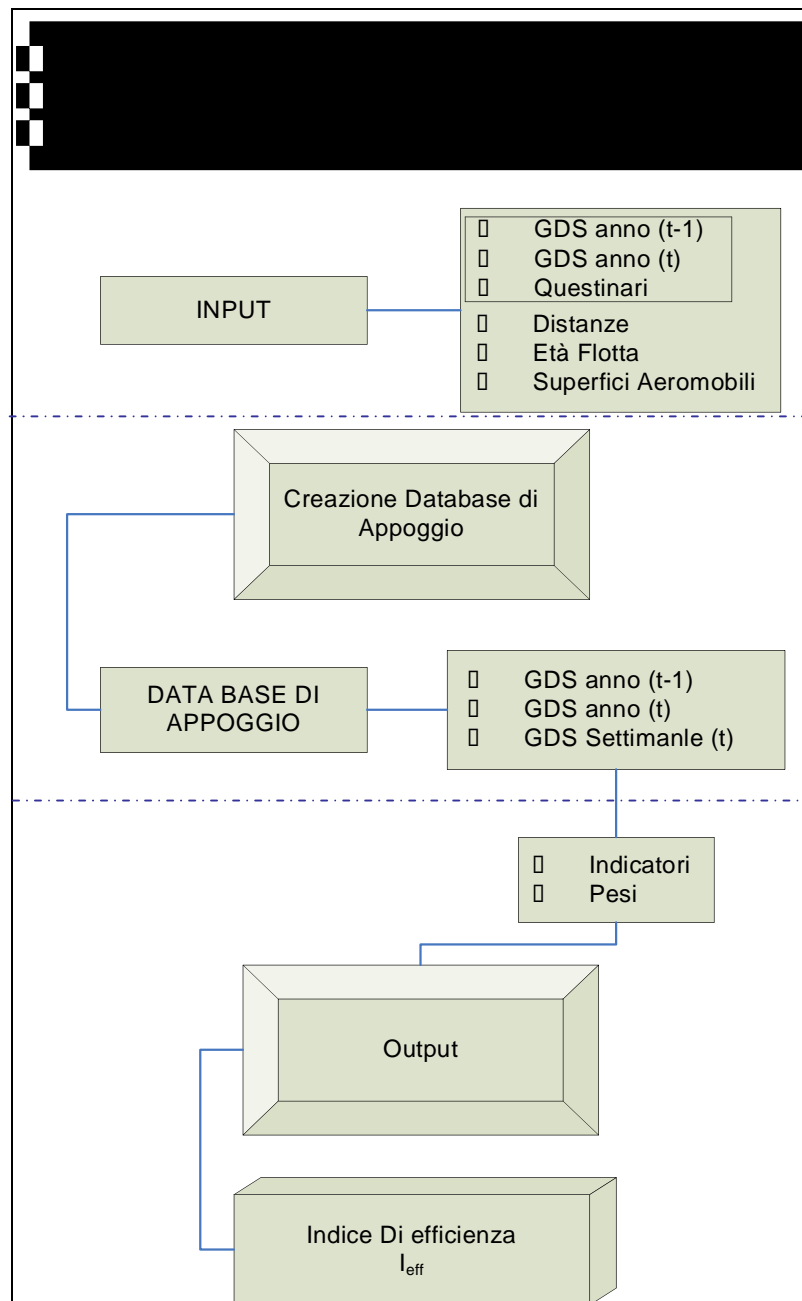


Figura 8: Struttura del modello

Nella tabella seguente vengono ripresi in maniera schematica gli indicatori con le rispettive equazioni di calcolo e i dati di input necessari. Gli input si dividono tra quelli direttamente fruibili, reperibili nel database principale e quelli che necessitano di un'ulteriore elaborazione per poter essere utilizzati; questi si trovano nel database di appoggio. I primi sono evidenziati nella terza colonna i secondi nella quarta.

Tabella 5: Sintesi degli indicatori

| Indicatore | Formula | Database | Database di |
|---|--|--|---------------------|
| | | INPUT | Appoggio |
| Indice di Confort i_{conf} | $\frac{S}{P}$ [mq/posto] | - S: Superficie - P: Posto | S, P - |
| Indice di recupero i_r | $\frac{i_c^t}{i_c^{t-1}}$ $i_c = \frac{T}{D}$ [€/km] | - i_c : indice di costo - T: Tariffa - D: Distanza | D T |
| Indice di efficienza del collegamento $i_{eff.coll.}$ | $\frac{n^\circ P(gg)_t}{n^\circ P(gg)_{t-1}}$ | - P(gg): Posti/giorno | - P(gg) |
| Indice di adeguamento i_a | $i_{ag} = \frac{\sum_{g=1}^n \sigma_g(L.F.)_g}{\sum g}$ $i_{av} = \frac{\sum_{v=1}^m \sigma_v(L.F.)_v}{\sum v}$ | - L.F.: Load Factor - g: giorni - v: voli | - L.F., σ |
| Indice di puntualità i_p | $\frac{n^\circ v(\Delta t \leq 15')_{t1}}{n^\circ v_{t1}}$ | - t1: settimana | - V, Δt |
| Indice di sicurezza i_s | $\frac{\varepsilon}{20}$ | - ε : età flotta | ε - |

Facendo riferimento allo schema in Figura 8, le “fondazioni” del modello sono rappresentate dal database di input principale che comprende i giornali di scalo di

almeno due anni, l'elaborazione dei questionari, i dati tecnici degli aeromobili (età della flotta e superficie interna) e le distanze tra gli aeroporti. Il database di appoggio viene creato da un programma sulla base degli input forniti dall'utente. In altri termini il programma crea una copia degli input principali ma limitata temporalmente (sulla base del mese richiesto e della/e settimana/e dell'indagine) e con al suo interno unicamente le linee, i vettori e gli aeromobili di cui si vuole ottenere l'indice di efficienza. Tali richieste vanno inserite nella maschera principale, all'interno delle celle evidenziate in giallo, come mostrato in Figura 9

| Linee da Indagare | Cod Aeroporto | Citta |
|-------------------|---------------|---------|
| | FLR | Firenze |
| | PSA | PISA |

| Vettori operanti sulle linee | Cod Vettore | Compagnia |
|------------------------------|-------------|-----------|
| | FR | |
| | IG | |

| Aeromobili | |
|------------|--|
| A319 | |
| B737-800 | |

| LINEA | VETTORE | INDICE DI EFFICIENZA | NOTE |
|-------|---------|----------------------|----------------------|
| FLR | IG | 0,931 | COLLEGAMENTO OPERATO |

Figura 9: Maschera di Calcolo Indice di Efficienza (1)

Creato il database di appoggio, che al momento supporta sino a 40.000 report, al suo interno sono contenute tutte le funzioni che elaborano i dati in modo da ottenere gli elementi di input mancanti, necessari alla determinazione degli indici e dei pesi secondo le formule già espresse.

La creazione del database di appoggio è di fondamentale importanza in quanto è quella che fornisce al modello la flessibilità di calcolo e l'estendibilità del modello

alle diverse richieste da parte dell'utente. Si osservi che in un'unica istanza il modello è in grado di restituire 20 indici di efficienza; uno per ogni vettore su ognuna delle 5 linee ipotizzate (5 linee * 4 vettori/linea). I risultati sono prodotti dall'ultimo programma che attiva intervenendo sul pulsante "Indice di Efficienza I_{eff}"

| | | | |
|-------------------------------------|----------------------|------------------|---------------------------------------|
| data INIZIO rilevazione | 25/02/2008 | FEBBRAIO | Creazioni Dati |
| data FINE rilevazione | 29/02/2008 | FLR | Indice Di Efficienza I _{eff} |
| Linee da Indagare | Cod Aeroporto | Citta | |
| | FLR | Firenze | |
| | PSA | PISA | |
| Vettori operanti sulle linee | Cod Vettore | Compagnia | |
| | FR | Ryan Air | |
| | IG | Meridiana | |
| Aeromobili | | | |
| A319 | | | |
| B737-300 | | | |

| LINEA | VETTORE | INDICE DI EFFICIENZA | NOTE |
|-------|---------|----------------------|--------------------------|
| FLR | IG | 0,677 | COLLEGAMENTO OPERATO |
| FLR | FR | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| FLR | IG | 0,677 | COLLEGAMENTO OPERATO |
| FLR | FR | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| FLR | FR | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| PSA | FR | 1,650 | COLLEGAMENTO OPERATO |
| PSA | IG | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| PSA | | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| PSA | | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| | FR | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| | IG | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| | | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| | FR | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| | IG | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| | | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| | FR | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| | IG | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |
| | | 0,000 | COLLEGAMENTO NON OPERATO |

Figura 10: Maschera di Calcolo Indice di Efficienza (2)

Come si può notare dalla Figura 10, dal momento che il programma agisce sulla combinazione linea- vettore, ovvero per ogni linea calcola l'indice di efficienza nell'ipotesi in cui sulla stessa linea vi operino quattro vettori, quando questo non accade, viene attivato un controllo che indica che il collegamento non è operato e pertanto l'indice è pari a zero. Contrariamente quando la combinazione linea-vettore esiste ed è operata l'indice di efficienza viene calcolato.

4 Risultati della simulazione sulla CAG-FLR e CAG-PSA

I risultati significativi della simulazione, ovvero il load factor medio settimanale, i pesi di ciascun indicatore e gli indicatori ed infine l'indice di efficienza, sono riportati in Tabella 6.

Tabella 6: Sintesi dei risultati

| Pesi | | PSAFR | | FLRIG | |
|-----------------|-----|-----------------------|--------|-------|--|
| | | L.F. | 49%(*) | 29% | |
| | | I _{eff} | 1,650 | 0,677 | |
| b2=PT | 27% | i _r | 1,000 | 0,923 | |
| b6=PP | 22% | i _p | 0,667 | 0,700 | |
| b3=b5=PM | 21% | i _{eff.coll} | 4,947 | 1,907 | |
| | | i _{ag} | 0,246 | 0,014 | |
| | | i _{av} | 0,261 | 0,056 | |
| b4=PR | 16% | i _{eff.coll} | 4,947 | 1,907 | |
| b1=PC | 14% | i _{conf} | 0,508 | 0,667 | |

(*) risultato corretto dalla cancellazione di 4 voli (A/P) su 18 operati nei 5 giorni del rilievo

Il coefficiente di occupazione registrato nei cinque giorni di rilievo sui voli Ryanair per Pisa, è stato inficiato dalla cancellazione, per cause meteo nei giorni 26 e 29, di 4 voli (A/P) su 18 programmati. Infatti se si considera il L.F. medio nei tre giorni di operatività piena il valore sale decisamente a circa 61%, con picco minimo e massimo rispettivamente, 38% e 85%. I valori di load factor minimo e massimo riscontrati sui voli Meridiana sono del 19% e 51%; il picco massimo di passeggeri, per entrambe le linee, è stato riscontrato nei voli in partenza del venerdì 29.

Passando a questo punto ai risultati del modello, le performance misurate sul collegamento con Pisa sono decisamente superiori rispetto a quelle prodotte dal vettore Meridiana sulla rotta Cagliari – Firenze. Gli elementi che hanno contribuito a produrre tale risultato sono da ricercare nei singoli indicatori che rappresentano in una certa misura la politica commerciale e industriale operata dai due differenti

vettori. In primo luogo, l'indice di efficienza del collegamento mostra come sia variata l'offerta nei due collegamenti nel periodo di riferimento (gen-feb 2007-2008). Nei 59 giorni dell'ultimo anno Ryanair ha incrementato l'offerta di 5 volte rispetto a quella del medesimo periodo dell'anno precedente, passando da 0,6 voli/gg (circa 4 voli settimanali –A/P-) a 3 voli/gg (circa 22 settimanali). Meridiana ha sì incrementato la propria offerta, ma in misura decisamente inferiore rispetto al proprio concorrente, passando da 1 voli/gg a 2 voli/gg. Questo aspetto pone l'accento sul diverso "regime di operatività" che compete ai due vettori. Ryanair opera effettivamente in un regime di libero mercato strutturando e dimensionando la propria offerta in modo flessibile rispetto all'andamento della domanda; ciò sia per quanto riguarda il numero dei collegamenti, la frequenza e l'orario che per la tariffa applicata. Per contro la situazione del vettore Meridiana che effettua il servizio secondo la normativa degli Oneri di Servizio Pubblico –OSP – che vincola il numero dei collegamenti, le frequenze, gli orari e le tariffe. In merito agli orari, la normativa impone che i voli (2 voli/gg a/p) debbano coprire le due fasce di punta del mattino (Partenza da CAG entro le 9:00 am) e della sera (Arrivo a CAG dopo le 7:00 pm). Dal momento che gli aeromobili vengono impiegati sull'intero network, questi seguono una rotazione che soddisfi negli orari quelle che sono le esigenze della pianificazione dell'offerta stessa. Pertanto dato il vincolo degli orari, il volo di partenza per Firenze è stato programmato per le 6:00 am, mentre il rientro per le 9:00 pm. Questo ultimo aspetto potrebbe, tra gli altri, essere una delle cause che ha determinato la bassa presenza di passeggeri a bordo, indicata dai valori medi di L.F.. La limitata dispersione dei valori di L.F., sia tra A/P giornaliero che per singolo volo nel periodo del rilievo, rappresentata dai due indici di adeguamento, conferma che la situazione sia stata pressoché costante durante i cinque giorni. Rimanendo

sempre sull'indice di adeguamento, ma passando al vettore concorrente, in questo caso si osserva una elevata dispersione dei coefficienti di occupazione, che hanno ridotto l'indice di efficienza complessivo. La causa è dovuta alla cancellazione dei voli di cui si è detto sopra.

Per quanto riguarda la "politica tariffaria", questa può essere rappresentata dall'indice di recupero. A tal proposito merita un'osservazione il risultato ottenuto sul vettore low fare, che a seguito della concorrenza sul bacino di Firenze da parte del vettore low cost, ha ridotto la tariffa media⁵ da 93,00€/pax a 86,00€/pax. Tuttavia questi numeri sono ancora ben lontani dalla tariffa media offerta da Ryanair di 39,00€/pax.

Per quel che concerne la puntualità del servizio offerto, se si considerano i voli Ryanair cancellati per nebbia, i due vettori hanno prodotto la stessa performance, con una percentuale dei voli in ritardo pari al 30% del totale.

⁵ Ponderata sulla tipologia di passeggeri: Residenti con tariffa minima e non residenti con tariffa massima.

5 Conclusioni

Nel presente lavoro è stata condotta un'analisi sul livello di efficienza reso da due vettori su due linee di trasporto aereo che servono l'area di Firenze. Le due rotte sono servite da un vettore low cost, Ryanair, e da un vettore tradizionale, Meridiana che opera secondo gli Oneri di Servizio Pubblico – osp -.

L'apertura del mercato al vettore low cost, ha prodotto sull'ex monopolista una duplice reazione sia sul piano tariffario che sulla pianificazione dei voli. La tariffa media rilevata attraverso delle indagini sui passeggeri nei cinque giorni dell'ultima settimana di febbraio, è diminuita dell' 8% rispetto a quella dell'anno precedente (86,00€ contro i 93,00€ del 2007). Nei primi due mesi dell'anno i voli sono stati incrementati del 88%; il numero dei passeggeri è cresciuto in linea con i voli.

Tuttavia la performance misurata su Meridiana attraverso l'Indice di efficienza del servizio, pari a 0,677, è risultata inferiore rispetto a quella calcolata su Ryanair, pari a 1,650. I fattori che hanno influenzato tali risultati sono dovuti oltre che all'efficienza del vettore low cost, anche alla rigidità normativa sugli osp imposti dalla regione Sardegna al vettore Meridiana. Infatti i limiti al numero di collegamenti, alle frequenze, agli orari e alla struttura tariffaria tra residenti e non residenti, limita la possibilità di essere flessibili, reattivi alla domanda e quindi concorrenziali, rimanendo cristallizzati in un regime che alla lunga si è rivelato controproducente.

Per condurre l'analisi è stato creato un modello di calcolo che contiene al suo interno due programmi, uno partendo dal database di input principale, crea i dati strettamente funzionali all'analisi (in termini di periodo di tempo, linee e vettore da analizzare) l'altro aggiorna i dati e calcola i singoli indicatori e i relativi pesi necessari per la costruzione dell'indice di efficienza.

Il modello è stato strutturato in maniera da poter essere flessibile e universale su altre linee. Per fare ciò è necessario un semplice aggiornamento del database di input.

6 Bibliografia

- [1] Cascetta, E. , *“Teoria e metodi dell’ingegneria dei sistemi di trasporto”*, UTET Torino
- [2] Cantarella, G.E., *“Introduzione alla tecnica dei trasporti e del traffico con elementi di economia dei trasporti”*, UTET Torino
- [3] Vie e Trasporti, *“Situazione aeroportuale in Italia”*, 1994
- [4] Trasporti e trazione, *“Un confronto metodologico tra gli algoritmi per l’ottimizzazione delle reti di trasporto”*, 1998
- [5] Regione autonoma della Sardegna, *“Piano Regionale dei Trasporti”*, Anno 2007
- [6] Enac, *“Annuario Statistico”*, anni 2005/2006
- [7] SOGAER, Dati, movimentazione traffico aeromobili e passeggeri 2001-febbraio 2008