



IL SISTEMA AEROPORTUALE CAMPANO: UNA NOTA METODOLOGICA

Andrea Tocchetti

Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti "L. Tocchetti"
Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Via Claudio, 21 80125 Napoli
Tel: +39 081.7683349 - Fax: +39.081.2390366
E-mail: tocchett@unina.it

Francesco Saverio Capaldo

Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti "L. Tocchetti"
Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Via Claudio, 21 80125 Napoli
Tel: +39 081.7683349 - Fax: +39.081.2390366
E-mail: fcapaldo@unina.it

Vittorio de Riso di Carpinone

Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti "L. Tocchetti"
Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Via Claudio, 21 80125 Napoli
Tel: +39 081.7683349 - Fax: +39.081.2390366
E-mail: vderiso@inwind.it

Gaetano Galante

Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti "L. Tocchetti"
Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Via Claudio, 21 80125 Napoli
Tel: +39 081.7683349 - Fax: +39.081.2390366
E-mail: ggalante@unina.it

Elpidio Romano

Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti "L. Tocchetti"
Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Via Claudio, 21 80125 Napoli
Tel: +39 081.7683349 - Fax: +39.081.2390366
E-mail: elromano@unina.it

IL SISTEMA AEROPORTUALE CAMPANO: UNA NOTA METODOLOGICA.

ANDREA TOCCHETTI - Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti – Università di Napoli.

FRANCESCO SAVERIO CAPALDO – Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti – Università di Napoli.

VITTORIO DE RISO DI CARPINONE - Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti – Università di Napoli.

GAETANO GALANTE - Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti – Università di Napoli.

ELPIDIO ROMANO - Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti – Università di Napoli.

SOMMARIO

L'obiettivo di questo studio è quello di fornire uno spunto metodologico relativo all'analisi dei sistemi aeroportuali. In particolare, verrà analizzata la possibilità di creare un sistema aeroportuale in Campania, costituito dall'insieme degli aeroporti e delle reciproche relazioni.

Lo squilibrio esistente tra domanda che chiede di spostarsi con la modalità aerea e la scadente offerta di trasporto aereo campana, suggerisce la necessità di intervenire in termini di adeguamento delle infrastrutture aeroportuali esistenti ed in termini di nuove realizzazioni. Attualmente il "sistema" campano non è tale perché è mono – aeroportuale (è funzionante il solo aeroporto di Napoli).

Metodologicamente il sistema sarà studiato mediante analisi quantitative. In diversi casi, sia a livello nazionale che internazionale, al problema dello squilibrio tra domanda ed offerta, è stata data diversa risposta:

- nella maggior parte dei casi si considera il singolo aeroporto e si è interessati, prevalentemente alla determinazione di modelli che consentano di ottimizzare i livelli capacitativi dell'aeroporto;
- talvolta, tuttavia, l'impossibilità di incrementare i livelli capacitativi, soprattutto attraverso interventi nel campo di realizzazioni infrastrutturali, indirizza l'attività ingegneristica nella valutazione di fattibilità di nuovi siti aeroportuali.

Entrambi gli approcci non risolvono, a nostro avviso, il problema. Nel secondo caso, per esempio, si potrebbe obiettare che non sempre il raddoppio delle infrastrutture consente un raddoppio della capacità. Per tale ragione occorre proporre un diverso approccio metodologico alla risoluzione del problema di squilibrio domanda – offerta, che consideri l'insieme degli aeroporti di una medesima area come elementi interagenti fortemente tra loro, costituendo un "sistema aeroportuale metropolitano o regionale".

L'asserto fondamentale di questo "nuovo" approccio è che l'entità "sistema" sia costituito da parti in interazione.

ABSTRACT

The subject of the present paper is the supply of a methodology concerning the analyses of airport systems. In particular, the possibility to make a new airport system in Campania will be focused. The system consists of the airports and their interrelations.

The difference existing between demand and the low level supply suggests both to adequate the actual airport infrastructures and building new ones. Actually, the Airport system in Campania does not exist as just one airport (Naples) is operative.

The system will be studied with quantitative analyses. In several cases, the problem

of difference between transportation demand and supply has been resolved in 2 ways:

- in most cases a single airport is considered and it is mostly interested to determinate the optimal capacity;
- nevertheless, sometimes it is impossible to increase airport capacity so engineering activity is addressed to the feasibility study of new airports.

Both methods don't resolve the problem. In the second case, it is possible to say that not always doubling infrastructures means the double of capacity. That's why it is necessary a different approach to the solution of the problem of the difference between air transportation demand and supply. The new approach must consider all the airports as part of the same system, strongly connected between each other.

Hence, the substantial thing of this new approach is the system being made of interrelated parts.

1. ANALISI DELLE SUSCETTIVITÀ TERRITORIALI E DEI VINCOLI SULL'ASSETTO DEL SISTEMA AEROPORTUALE.

Questa fase iniziale di studio viene dedicata alla definizione di un possibile "algoritmo" ovvero un procedimento logico – operativo caratterizzante la individuazione di nuovi siti aeroportuali. Tale individuazione avviene preliminarmente in modo qualitativo basandosi sulla determinazione di luoghi di evidente pregio storico – culturale e/o socio – economico.

In particolare, occorre analizzare la prefattibilità tecnica di un nuovo aeroporto localizzato nell'area di Grazzanise e/o in eventuali nuove aree, analizzando il materiale disponibile secondo il seguente iter metodologico:

- Analisi anemometriche;
- Analisi dei fattori fisici ed ambientali: idrografia, geologia ed idrogeologia del suolo;
- Analisi degli ostacoli alla navigazione aerea;
- Analisi dei vincoli paesistici ed opere di urbanizzazione.

2. ANALISI DELLE INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI E DI SUPERFICIE IN CAMPANIA.

2.1. Analisi delle infrastrutture aeroportuali.

La Campania è dotata di un solo aeroporto commerciale: Napoli Capodichino; tuttavia esistono altri tre aeroporti: Pontecagnano, Grazzanise e Capua.

Il solo aeroporto di Capodichino, situato a nord – est della città di Napoli, è aperto al traffico civile di linea. L'aeroporto è ad una quota di circa 90 m sul livello medio del mare ed ha una temperatura media annua di 19°C. Il campo di aviazione è a pista singola, denominata RWY 06 - 24, inclinata di 57° rispetto al nord geografico. Essa ha una lunghezza complessiva di 2650m, una larghezza di 45 m e presenta una pendenza dell'0.89%. La pista ha una soglia spostata per l'atterraggio di 405m sulla testata 06 e di 200m sulla testata 24, per fornire la distanza necessaria per passare sopra gli ostacoli presenti. Il piazzale aeromobili presenta attualmente un numero di piazzole di sosta pari a 15, oltre alle vie di circolazione, e allo spazio necessario per il parcheggio dei mezzi di rampa. Il terminal è configurato ad arco e l'andamento dei flussi passeggeri avviene tutto su di un piano. Al piano superiore si trovano l'area commerciale oltre ad uffici della Direzione Aeroporto e della GESAC. Attualmente, il traffico passeggeri gravante sull'aeroporto è di circa 4.000.000 di viaggiatori nel 2000, mentre il numero di

operazioni volo ha superato le 53.000 unità [1].

Grazzanise è riservato all'Aeronautica Militare. L'attuale aeroporto è dotato di un'unica pista di volo con orientamento 06 – 24 di dimensioni pari a 2991×30 . Essa è inoltre dotata di banchine laterali alla pista medesima che hanno la funzione di fascia antipolvere. In testata 06 esiste una stopway di lunghezza pari a 100 metri ed una clearway di 355 m. Risulta uno spostamento di soglia di 97m. Sulla testata 24 invece vi sono una stopway di 48 m, una clearway di 416 m ed uno spostamento di soglia pari a 96 m. Parallelamente alla pista di volo una via di circolazione è adatta al rullaggio di velivoli di piccole dimensioni. In corrispondenza della testata lato 06 è localizzato un piazzale di parcheggio per aeromobili, collegato alla pista di volo attraverso due vie di uscita inclinate di circa 45° rispetto all'asse della pista di volo. È presente un sentiero luminoso di avvicinamento dal lato testata 06.

L'aeroporto di Pontecagnano è destinato al traffico civile non di linea. Sorge sul territorio dei comuni di Pontecagnano e di Montecorvino Rovella. Dista 12 km da Salerno e 70 km da Napoli. È dotato di una pista che, al termine dei lavori in corso, raggiungerà i 1.450 m per una larghezza di 45m. Ha una pavimentazione flessibile in conglomerato bituminoso. Sono in corso di costruzione un'aerostazione e la torre di controllo.

L'aeroporto di Capua è ubicato a circa 44 km da Napoli e a 15 km da Caserta. Ha lo status di aeroporto militare aperto al traffico civile autorizzato. È sede del Polo addestrativi volontari dell'esercito e dell'aeroclub "Terra di Lavoro". È in consegna all'Esercito Italiano, tranne una parte dell'area della pista (13 ha) rimasta all'Aeronautica Militare Italiana. È dotato di una pista erbosa lunga circa 1.100 m e larga 60 m, con una via di rullaggio e piazzali per 3.000 m² pavimentati in calcestruzzo.

2.2. Potenzialità degli impianti aeroportuali esistenti e suscettività di medio/lungo periodo.

L'*Airport Master Plan* ovvero il piano regolatore generale dell'infrastruttura aeroportuale armonizza gli interventi successivi sulle sue diverse parti. Esso si forma integrando, temporalmente, le indicazioni che emergono dagli studi di previsione della domanda di traffico con quelle di carattere geologico, geotecnico, infrastrutturale ed ambientale del sedime dell'aeroporto. Solo dopo un esame attento degli studi anzidetti sarà possibile definire la configurazione completa delle aree interessate dal movimento degli aerei (piste, vie di rullaggio, piazzali di attesa, ecc.), l'ubicazione e la capacità degli edifici di servizio (aerostazione, blocco tecnico, posti di controllo, servizi antincendio, hangar, ecc.), la sistemazione della viabilità connessa all'aeroporto e quella dei parcheggi. L'orizzonte temporale verso cui è rivolto il piano regolatore deve essere sufficientemente lungo, almeno 20 anni, sia per permettere di ammortizzare i costi necessari a realizzare l'infrastruttura assicurando, al tempo stesso, uno spazio sufficiente di espansione circostante l'attuale sedime sia per valutare, nelle fasi di sviluppo, il posizionamento nazionale ed internazionale dei vettori clienti dell'aeroporto. In tal modo non saranno compromessi né gli investimenti già realizzati né quelli futuri legati all'evoluzione della domanda di trasporto e al tipo di aerei.

Il Master Plan dell'aeroporto di Napoli è stato predisposto dalla *British Airport Authority (BAA spa)*, nell'ambito di un accordo con il Comune e la Provincia di Napoli, nel 1995. E' stato poi successivamente aggiornato nel 1999. Dal punto di vista infrastrutturale, è previsto un allungamento della pista di volo dal lato testata 24 di circa 300 m. Questi lavori faciliteranno le operazioni degli aeromobili di dimensioni

maggiori, oltre ad aumentare la quota di passaggio sulla città degli aerei in fase di decollo. Dal punto di vista del piazzale di sosta, sarà predisposto un ampliamento dal lato opposto rispetto a quello esistente, aumentato il numero delle piazzole da 15 a 24. Infine si realizzerà una bretella di raccordo tra la taxiway ed il piazzale di sosta inclinata di 45° per l'uscita veloce degli aeromobili. Il numero di passeggeri previsti al 2015 è pari a 6.000.000, anche se l'andamento attuale ha già superato le previsioni relative agli anni in corso.

L'aeroporto di Pontecagnano attualmente non può essere adibito a traffici commerciali di linea o charter; esso è abilitato al solo traffico di tipo generale (lavoro aereo e aeroclub). La domanda di trasporto passeggeri su voli di linea che potrà essere soddisfatta, in base agli studi di previsione in corso di elaborazione, è stimabile in circa 90.000-100.000 pax/anno, come inizio di esercizio. L'attuazione degli interventi andrà articolata per fasi successive legate non solo all'andamento della domanda di trasporto e alle risorse finanziarie che si renderanno disponibili. È prevista la costruzione di una pista di 1.950 m di lunghezza e $45 + 7.50 \times 2 = 60$ di larghezza, comprese le banchine quindi, dotata di sovrastruttura di sufficiente portanza, per consentire anche operazioni di volo di aerei di dimensioni medie con due prolungamenti di arresto di 50 m e prolungamenti liberi da ostacoli di 300 m dotati della medesima resistenza della pista. Sono previsti oltre l'aerostazione modulare passeggeri, il blocco tecnico, la nuova torre di controllo, gli uffici per gli addetti al traffico civile, ecc.

Per l'aeroporto di Capua è stato redatto, lo scorso anno (2000) un progetto preliminare che ipotizza l'inizio di operatività a partire dall'anno in corso (2001), prevedendo che esso possa essere utilizzato da aeromobili tipo ATR 42-300. Su questa base è stato ipotizzato un layout caratterizzato da una pista di volo di sufficiente portanza, lunga circa 1450 metri (*Categoria "3" in accordo con la normativa ICAO, Annex 14 – Aerodromes*), con via di rullaggio di larghezza di 15m + 2 shoulders da 5 m cadauna.

Infine, per l'aeroporto di Grazzanise esistono una serie di studi di fattibilità e progetti che, nel corso degli anni, hanno ribadito la necessità di creazione di un nuovo sito aeroportuale a servizio di una domanda di spostamento nazionale – internazionale, con particolare riguardo al settore merci [2]. Tutti questi studi prevedono il declassamento dell'attuale pista di volo a pista di rullaggio e la realizzazione di una nuova pista di volo, parallela a quella attuale. In relazione all'adeguamento infrastrutturale previsto nei suddetti Master – Plan la capacità potenziale delle infrastrutture verrà determinata con le seguenti metodologie:

- metodologia FAA;
- metodologie basate su indicazioni statistiche;
- metodologie basate su modelli in grado di simulare il funzionamento del sistema aeroportuale (Simmod et al.).

2.3. Analisi della rete infrastrutturale per il trasporto di superficie. Rilevazione dell'offerta trasportistica stradale e ferroviaria. Modelli per la valutazione delle prestazioni attuali/potenziati delle reti stradali e ferroviarie.

Questa fase dello studio deve analizzare la congruenza delle reti cinematiche di superficie rispetto alla domanda derivante dagli aeroporti del sistema verificandone capacità e livello di servizio per definirne eventuali modifiche o miglioramenti della stessa, dimensionamento dei servizi pubblici e dei parcheggi o l'abbandono di alcuni scenari.

Si procederà ad illustrare un modello di offerta [3] del trasporto stradale e ferroviario nel territorio interessato al piano. La delimitazione dell'area di studio verrà fatta per successive approssimazioni confrontando localizzazioni aeroportuali, servizi su esso previsti e infrastrutture per il trasporto di superficie. Il primo passo è quello di delimitare le aree di influenze degli attuali aeroporti in esercizio tanto in Campania che nelle immediate vicinanze verificando l'esistenza di aree di regioni confinanti ricadenti nei bacini potenziali di aeroporti campani. Una volta definita l'area di studio si procederà alla sua zonizzazione seguendo, ove possibile, quelle già realizzate per la redazione di studi di pianificazione territoriale regionale ed effettuandone eventuali necessarie modifiche. Si procederà, quindi, alla costruzione dei grafi delle reti stradali e ferroviarie. Ogni arco del grafo stradale avrà associate due funzioni di impedenza (lunghezza e tempo di percorrenza), una funzione di capacità e il valore attuale o previsto del flusso veicolare.

A partire dalla schematizzazione relativa allo stato attuale, mediante semplici considerazioni sul costo degli spostamenti si può cominciare a verificare o ridefinire il sistema dei bacini potenziali di utenza dei singoli aeroporti in funzione dei servizi su di essi ipotizzati o previsti per perfezionare la delimitazione dell'area di studio. Si dovrà poi procedere alla costruzione del modello di domanda degli spostamenti terrestri verso gli aeroporti.

Il modello di previsione del traffico per via aerea interessante la Regione Campania fornirà i valori di tali spostamenti suddivisi per spostamenti aventi come Origine o Destinazione gli aeroporti campani e per motivo lavoro o turismo.

La domanda di trasporto aereo passeggeri deve essere considerata rigida rispetto alla localizzazione degli aeroporti del sistema. Gli spostamenti definiti come derivanti dal traffico aereo con Origine negli aeroporti del sistema sono quelli derivanti da residenti nell'area di studio che si recano all'aeroporto per intercambiare col mezzo aereo: questi possono essere trattati con un modello classico a 4 stadi nel quale vanno studiati, calibrati e adottati appositi coefficienti di mobilità per il modello di generazione, nonché stime adeguate del valore del tempo diversificate per il motivo lavoro o turismo.

Gli spostamenti definiti sopra come derivanti dal traffico aereo con Destinazione negli aeroporti del sistema sono, invece, quelli che nascono all'esterno dell'area e giungono agli aeroporti del sistema aventi una destinazione ultima nell'area di studio. Per gli spostamenti con motivo lavoro si può ancora utilizzare una metodologia classica laddove gli spostamenti sono prodotti in poli origine coincidenti con gli aeroporti del sistema e con valori dati dai modelli di previsione del traffico aereo; per quelli con motivo turismo le coppie ed i valori O-D, nonché il mezzo utilizzato dovrà essere dedotto dagli studi settoriali sul turismo in Campania ed eventuali zone limitrofe.

Per l'ultima aliquota di domanda elencata (mobilità degli addetti agli aeroporti), sembra soddisfacente l'uso dei modelli classici relativi agli spostamenti per lavoro nelle aree metropolitane.

Per il trasporto merci, il modello di offerta è sostanzialmente lo stesso e si ottiene variando semplicemente le funzioni di impedenza sugli archi e alcuni nodi centroidi.

Il modello di domanda del traffico aereo merci fornirà i dati quantitativi e le O/D; un modello di assegnazione (eventualmente multimodale) caricherà i rami delle reti. Tutti i modelli di offerta e di domanda vanno ripetuti e specializzati per ciascuno scenario sia temporale che alternativo del piano.

2.4. Delimitazione dei bacini di utenza degli aeroporti attuali/futuri.

L'entità e le tipologie dei flussi di traffico di un aeroporto sono la diretta conseguenza delle caratteristiche e delle dimensioni del bacino gravitante su di esso, laddove per bacino si intenda quel territorio con le sue particolarità demografiche e socio economiche che, gravitando appunto sull'aeroporto, generi traffico.

Individuate le principali infrastrutture di trasporto su ferro e su gomma che consentono l'accesso, dai vari punti della regione campana, agli aeroporti che costituiscono l'attuale offerta di trasporto aereo, la fase successiva è quella di simulare, con modelli matematici, gli aspetti rilevanti del funzionamento del sistema di offerta, costituito dalle componenti fisiche ed organizzative finalizzate alla produzione dei servizi di trasporto nella regione.

La costruzione del modello di rete si articola generalmente in due fasi:

- la prima è la “delimitazione dell'area di studio” nella quale si ritiene che possano esaurirsi gli effetti di un qualsiasi intervento; nel caso in esame l'area di studio sarà determinata attraverso un'analisi razionale di tipo matematico [4]. In altri termini considerando come punto centrale ciascun aeroporto esistente della regione, devono essere aggregati i territori accessibili a ciascuno di essi in un raggio di 120 minuti/auto per i voli nazionali e 240 minuti/auto per quelli internazionali; tale aggregazione si determinerà utilizzando opportuni modelli di simulazione tipo “auto – route” in grado di determinare, nota ciascuna relazione origine – destinazione, il tempo minimo di percorrenza utilizzando le infrastrutture disponibili.
- la fase successiva è la “costruzione del modello di rete”, nella quale le infrastrutture di trasporto rilevanti vengono schematizzate da un insieme di nodi ed archi; a questi ultimi va associato un costo generalizzato di spostamento, rappresentativo delle “disutilità” che l'utente percepisce nell'effettuazione delle scelte di trasporto, e, più in particolare, nella scelta del percorso. Le componenti del costo di trasporto sono, in generale, grandezze non omogenee, per esempio, il tempo di percorrenza, il costo monetario, le frequenze dei voli disponibili in ciascuno degli aeroporti esistenti; eventuali altre variabili di “disutilità” (come ad es. la mancanza di comfort) saranno valutate al momento dell'analisi. Per ragioni di praticità, allora, è necessario ridurre il costo anzidetto ad un'unica grandezza scalare mediante l'uso di coefficienti moltiplicativi β di omogeneizzazione, il cui valore può essere stimato mediante opportuni modelli matematici, in una fase di studio nota come calibrazione.

2.5. Analisi dell'organizzazione attuale della gestione degli aeroporti campani.

L'Aeroporto Internazionale di Napoli, gestito da GESAC SPA, è il primo aeroporto privatizzato in Italia. La società di gestione è stata privatizzata nel 1997 con l'acquisizione del pacchetto azionario di maggioranza da parte di BAA Italia, società partecipata al 100% da BAA plc, il gruppo britannico leader nel mondo nella gestione aeroportuale. La *mission* aziendale è rendere l'Aeroporto Internazionale di Napoli il migliore in Italia per sicurezza e qualità del servizio.

Le società partecipate Gesac SpA sono:

- GESAC Handling SpA, partecipata al 100% da Gesac, è stata costituita nell'aprile del 2000 per la gestione autonoma dei servizi di assistenza a terra: assistenza passeggeri/bagagli/merci/posta, operazioni in pista ecc.;
- Naples International Airport Security s.r.l., (NIAS) anch'essa partecipata Gesac al 100%, è stata costituita nell'agosto del 1999 per l'espletamento dei servizi di

sicurezza aeroportuale: controllo radiogeno dei bagagli a mano e operazioni di scorta per tutti i valori dei voli, in arrivo e partenza, da e per l'aerostazione merci.

L'aeroporto di Grazzanise è gestito dall'Aeronautica Militare Italiana sotto tutti i profili (pista e infrastrutture di supporto).

Per l'aeroporto di Salerno è in corso una gara per l'assegnazione della gestione ad un gestore unico. Questi sarà in grado di amministrare sia le infrastrutture di volo sia quelle terminali.

L'aeroporto di Capua è anch'esso gestito invece dall'AMI. Su di esso però molte delle infrastrutture di supporto, come capannoni, distributori di benzina ecc., vengono gestite da privati.

Nel caso di ipotesi di intervento sarà anche valutata la possibilità di individuare uno o più gestori, non in competizione (cumpetere significa cercare insieme), per tutto il sistema aeroportuale, sul modello di quanto esistente a Milano, Roma oppure Londra.

3. ANALISI E SIMULAZIONE DELLA DOMANDA PASSEGGERI/MERCI DA/PER IL SISTEMA AEROPORTUALE CAMPANO.

3.1. Analisi e simulazione del comportamento di scelta degli utenti del trasporto aereo.

Nel presente capitolo vengono illustrate l'analisi e la simulazione della domanda di spostamento attuale, senza alcun nuovo aeroporto. Secondo una definizione generale la "domanda di trasporto" può essere espressa dal numero di utenti, con determinate caratteristiche, che "utilizza" il servizio offerto da un sistema di trasporto in un periodo di tempo prefissato. Ogni spostamento è il risultato di una serie di scelte compiute dagli utenti del servizio di trasporto: il passeggero, nella mobilità delle persone; gli operatori (produttori, commercianti, spedizionieri), nel trasporto delle merci [3].

Nel caso dei viaggiatori aerei, le scelte ineriscono al: "fare o meno uno spostamento, per un certo motivo, in una certa fascia oraria". Ed ancora "verso quale destinazione farlo", "in che modo", "lungo quale percorso". Effettuare una scelta è cosa che viene guidata da motivazioni di ordine psicologico, culturale, economico ecc.

Partendo da questi presupposti, allora molti dei modelli matematici utilizzati per simulare la domanda di trasporto, cercano di riprodurre i comportamenti degli uomini che scelgono spesso con vari risultati. Benché vi sia un'interdipendenza fra le scelte è preferibile, per motivi di trattabilità analitica, esprimere la funzione di domanda globale con il prodotto di sottomodelli interconnessi, ciascuno relativo ad un ambito di scelta:

- Modello di generazione o della frequenza degli spostamenti, il quale determina il numero medio di utenti che si sposta da ciascuna zona di traffico per un determinato motivo in un determinato periodo di riferimento;
- Modello di distribuzione, che simula, attraverso una funzione di probabilità, il numero di spostamenti attratti da ciascuna destinazione dell'area di studio (nella fattispecie i punti di destinazione sono rappresentati dagli aeroporti della regione);
- Modello di scelta modale, che fornisce la percentuale di utenti che utilizza i diversi modi di trasporto per effettuare lo spostamento;
- Modello di scelta del percorso, che fornisce la probabilità di scelta di un qualsiasi percorso fra quelli disponibili.

Questa struttura di modelli, in grado di riprodurre il comportamento di scelta degli utenti, sarà utilizzata più volte nel corso di questa fase di lavoro. Infatti, in un primo

momento deve essere determinata la funzione di domanda in grado di simulare lo spostamento degli utenti che utilizzano il sistema di trasporto “terrestre” (nella fattispecie l’offerta stradale e quella ferroviaria), come descritto nei paragrafi precedenti. Successivamente la stessa struttura può essere utilizzata per simulare il comportamento dei viaggiatori aerei. In questo caso la funzione di domanda si presenterà più semplice, potendo escludere il modello di scelta modale. Il metodo di stima è basato sul calcolo delle probabilità che un potenziale utente, residente nell’area di studio, scelga razionalmente una delle alternative possibili: gli aeroporti attualmente in servizio. La scelta razionale dell’utente è sempre quella di massimizzare l’utilità che egli associa ad una delle possibili alternative elencate.

L’utilità dipende, come precedentemente accennato, dal costo monetario, dal tempo necessario a raggiungere l’aeroporto ed anche dal numero di destinazioni disponibili in ognuno degli aeroporti. Le variabili appena descritte rappresentano gli attributi di ogni alternativa, che ciascun utente considera rilevante nell’effettuare la scelta di spostamento.

L’elaborazione finale di questo capitolo riguarda l’interazione tra domanda ed offerta attraverso la quale è possibile determinare (*modello di assegnazione*) i flussi di utenti su ciascun aeroporto del sistema attuale di offerta.

Si noti come in questa fase si è fatto riferimento esclusivamente alla situazione attuale, nella quale gli aeroporti disponibili sono solo quelli elencati precedentemente. Come già detto, infatti, l’approccio metodologico consiste nel riprodurre la situazione attuale di spostamento nella regione campana mediante particolari modelli matematici. I vantaggi offerti da questi consentiranno di riproporli nelle fasi di analisi successive, nelle quali s’ipotizzeranno assetti diversi nel sistema di trasporto.

3.2. Specificazione dei modelli.

Ciascuno spostamento è il risultato, come detto, di numerose scelte compiute dagli utenti del servizio di trasporto. Nel caso dei viaggiatori aerei le scelte ineriscono “il fare o meno uno spostamento per un certo motivo, in una certa fascia oraria e verso quale destinazione (aeroporto) farlo”.

Nel caso di studio può essere utilizzato un modello del tipo *Nested Logit* [5] e [6], appartenente alla classe dei modelli di utilità aleatoria, per la simulazione del comportamento di scelta dei viaggiatori aerei.

In particolare per ciascuna alternativa di scelta (uno degli aeroporti dell’area di studio) deve essere definita una funzione di utilità percepita, dipendente dalle caratteristiche (attributi delle alternative) [7]:

- Tempo di spostamento, ovvero il tempo impiegato per raggiungere ciascun aeroporto campano dai capoluoghi di Provincia (espresso in minuti);
- Tariffa del biglietto aereo, per l’insieme dei voli disponibili in ciascun aeroporto, calcolata mediante dati ufficiali (espressa in lire italiane);
- Frequenza dei voli disponibili da e verso ciascun aeroporto dell’area (espressa in numero di voli al giorno).

È stato provato, da alcuni studi di ricerca, che le caratteristiche considerate rilevanti nel compimento della scelta tra diversi aeroporti a servizio di un’area, sono proprio quelle elencate. Ciascun attributo sarà moltiplicato per coefficienti incogniti (β_i), da determinarsi nella fase di calibrazione, caratterizzanti il “peso” che ciascun utente attribuisce a ciascuno di essi.

Il controllo di quanto detto riveste un ruolo importante nella fase di validazione del

modello.

3.3. Calibrazione dei modelli.

La calibrazione del modello di scelta consiste, come detto, nell'ottenere delle stime dei coefficienti β (costo dello spostamento) e del parametro θ (stabilità rispetto alla massimizzazione), sulla base delle scelte realmente effettuate dagli utenti. Si utilizzano, per tale scopo, opportuni modelli statistici (*detti di Massima verosimiglianza* [8]).

3.4. Validazione dei modelli.

Una volta specificati e calibrati, i modelli devono essere validati. L'operazione di validazione, ossia la verifica della significatività del modello a riprodurre fedelmente, le scelte effettuate da un campione di utenti, è articolata utilizzando diversi test statistici.

Un primo test effettuato è quello, informale, sui segni dei coefficienti β calibrati; l'attesa è che i coefficienti di attributi corrispondenti a costi o a disutilità quali tempo di viaggio, costo monetario, disponibilità, abbiano segno negativo e, analogamente, che quelli relativi ad attributi di convenienza quali le frequenze dei voli, siano positivi.

Un ulteriore test consente di controllare, in seguito alla determinazione dei flussi passeggeri e merci, realizzata come si dirà nel paragrafo successivo, che la differenza tra il numero medio di passeggeri e merci rilevato mediante indagini statistiche e quello simulato sia quanto più piccolo possibile.

3.5. Analisi dell'interazione domanda - offerta e modelli di assegnazione.

I modelli di assegnazione ad una rete simulano l'interazione domanda - offerta e consentono di calcolare i flussi di utenti su ciascun elemento del sistema di offerta (singolo aeroporto). La procedura di assegnazione dipende dalla specificazione di alcune funzioni e modelli. Le funzioni di costo definite sugli archi della rete e che esprimono, come detto, le prestazioni del sistema in termini di tempo di viaggio, possono distinguersi in: dipendenti dai flussi sugli stessi archi (caso di reti congestionate) ovvero come indipendenti dai flussi d'arco (caso di reti non congestionate). I modelli di scelta del percorso, che rappresentano l'elemento di interazione tra domanda ed offerta, possono appartenere alla categoria dei modelli deterministici, in cui si assume che l'utilità percepita sia una costante e che gli utenti scelgano l'itinerario di minimo costo, o alla categoria dei modelli di tipo comportamentale, in cui si assume che l'utilità sia una variabile aleatoria e che gli utenti possano scegliere alternative anche di costo non minimo.

Nel caso specifico si farà riferimento a modelli di assegnazione deterministici su reti non congestionate. Infatti, è possibile ipotizzare che gli utenti scelgano il percorso di minimo costo percepito per raggiungere da qualsiasi punto dell'area di studio un aeroporto a servizio della stessa.

3.6. Stima della ripartizione dei flussi.

La risoluzione, in termini analitici, del problema di dipendenza circolare tra costi e flussi di arco consente di determinare la situazione di flussi, ovvero il numero di passeggeri che interessano le diverse infrastrutture aeroportuali dell'area di studio, in un determinato intervallo temporale.

In assenza di dipendenza tra costi e flussi di percorso (reti non congestionate), si possono utilizzare i modelli di assegnazione a costi costanti o di carico della rete (*Network Loading*): detto modello consente di determinare, con estrema facilità, il

numero di viaggiatori che utilizzeranno gli aeroporti campani. Noti, infatti, i costi di percorso, le frequenze dei collegamenti aerei disponibili da ciascun aeroporto campano e le tariffe praticate, e quindi le probabilità di scelta degli stessi aeroporti, basterà moltiplicare la domanda complessiva di spostamento aereo (modello di generazione) per le suddette probabilità ed ottenere il numero di viaggiatori giornalieri che utilizza ciascuna alternativa aeroportuale.

4. STIMA DELLA DOMANDA DI TRASPORTO AEREO GRAVITANTE SUL SISTEMA AEROPORTUALE CAMPANO.

4.1. Stima dei parametri caratteristici del futuro interscambio passeggeri e merci.

In questa fase di studio devono essere individuati quei parametri che caratterizzano la minore o maggiore propensione del bacino di traffico di generare e/o attrarre spostamenti sul trasporto aereo.

Il ciclo logico che sarà seguito è quello classico di un procedimento trial and error caratterizzato da una iterazione di operazioni: specificazione, calibrazione e validazione, che si arresterà quando si è certi di una ragionevole riproduzione della situazione reale. La calibrazione del modello riguarda la determinazione dei coefficienti incogniti, rappresentativi del peso di ciascuna variabile (socio – economica, di traffico aereo ecc.) sulla generazione/attrazione di traffico aereo. Le caratteristiche dei bacini di utenza (variabili indipendenti) che si prenderanno in considerazione per la calibrazione del modello possono essere:

- residenti;
- addetti, differenziati per ciascun settore di attività;
- attivi;
- arrivi turistici nazionali ed internazionali nelle diverse strutture ricettive dell'area di studio;
- altre variabili da queste derivate;

Oltre a queste variabili ne saranno considerate delle altre relative a caratteristiche dimensionali, funzionali e di traffico degli aeroporti.

Possono essere utilizzati modelli statistici, tipicamente di massima verosimiglianza, in grado di risolvere la indeterminazione dei coefficienti incogniti sulla base delle osservazioni reali di traffico aereo. Infine, successivamente alla fase di calibrazione, si dovrà verificare la capacità del modello di riprodurre le reali percentuali di traffico (passeggeri, merci, posta e di aviazione generale) generato/attratto (fase di taratura).

4.2. Stima della futura domanda di trasporto aereo.

Per ciascuno dei parametri individuati nel paragrafo precedente deve essere stimata, con l'ausilio di indagini statistiche e con l'applicazione di metodologie di estrapolazione, la crescita futura su un intervallo temporale di media durata (10 – 15 anni) e di lunga durata (15 – 30 anni). In particolare per le previsioni di sviluppo del flusso di viaggiatori aerei si può fare riferimento ad opportune indagini statistiche realizzate dall'*ATAG (Air Transport Research Group)*. Bisognerà considerare, inoltre, anche l'influenza che potranno avere eventuali interventi della "mano pubblica" (ad esempio incentivazione del ruolo turistico di alcune aree, maggiore attenzione all'aspetto industriale per altre ecc.) sulla domanda di spostamento aereo.

I valori ottenuti, per le diverse voci prese in esame, saranno utilizzati come variabili del modello calibrato sulla situazione attuale.

L'applicazione congiunta del modello di generazione/attrazione messo a punto nella fase precedente e del modello di distribuzione (*Nested Logit*) calibrato sulla rilevazione dell'attuale comportamento di scelta degli utenti del trasporto aereo, consentirà la determinazione della futura domanda di trasporto aereo (flussi di utenti) in un determinato intervallo temporale (tipicamente l'ora di punta).

5. ANALISI PREVISIONALE DELL'ASSETTO DEL SISTEMA AEROPORTUALE.

5.1. Definizione e simulazione dello scenario di “non intervento” ed individuazione dei tempi di saturazione della capacità potenziale del sistema aeroportuale campano.

All'interno di questa parte deve essere esaminata attentamente la possibilità che il sistema aeroportuale campano rimanga nella sua configurazione attuale. Tuttavia, in quest'ipotesi devono essere considerate tutte le modifiche che allo stato attuale risultano già finanziate. E' noto, ad esempio, che sull'aeroporto di Napoli Capodichino è in avanzata fase di attuazione un Master Plan che originariamente prevedeva l'investimento, da parte dell'attuale maggiore azionista la BAA, di circa 200 miliardi di Lire.

La capacità delle infrastrutture di volo può essere calcolata con diverse metodologie. Per quanto riguarda il lato aria, lo spazio aereo e la pista di volo possono essere modellati con software tipo *SIMMOD*. Per la capacità, eventuale, delle piste di rullaggio e delle piazzole di sosta dell'area terminale, può essere utilizzato il metodo FAA.

La capacità di tutti gli elementi dell'area terminale (*check in*, aree di sosta, posti controllo di polizia e dogana ecc.) può essere determinata attraverso il confronto con indici reperibili sui manuali.

Attraverso la stima della crescita della domanda di trasporto aereo, è possibile determinare, con un rapido confronto, l'eventuale limite temporale di saturazione delle infrastrutture aeroportuali campane, in assenza di intervento.

5.1.1 Definizione degli obiettivi specifici da conseguire e dei vincoli da rispettare.

Gli obiettivi da conseguire sono in ogni caso legati alla capacità delle infrastrutture, determinata al punto precedente. Tuttavia, si deve verificare se il raggiungimento di tali obiettivi capacitativi sia compatibile con la crescita dell'ambiente circostante le infrastrutture. La crescita delle infrastrutture, infatti, cammina parallelamente allo sviluppo del territorio, e devono essere fra di loro compatibili.

Un obiettivo da conseguire, dipendente comunque dai risultati ottenuti dall'analisi di capacità, potrebbe essere una rimodulazione della capacità fra gli aeroporti del sistema e della funzionalità. Per quest'ultimo aspetto, alcune attività specifiche, come il trasporto merci, l'aviazione generale o il traffico charter, potrebbero essere trasferite, in toto o in parte, su uno specifico aeroporto.

5.2. Costruzione degli scenari “con intervento” ([9] e [10]).

5.2.1. Scenario di potenziamento e/o riassetto delle infrastrutture esistenti.

L'intervento da effettuare sul sistema aeroportuale campano potrebbe essere modulato attraverso 2 possibilità: la creazione di infrastrutture ex novo oppure l'adeguamento di infrastrutture aeroportuali esistenti. In entrambi i casi, deve essere

definito lo sviluppo ed il master plan dell'intero sistema, che dovrà prevedere per ciascuno degli aeroporti del sistema campano uno specifico ruolo, da ipotizzare sulla scorta dell'analisi della domanda e dell'offerta lato terra. In questa parte verrà illustrata l'analisi dell'adeguamento delle strutture esistenti alla domanda, indipendentemente dai finanziamenti già erogati o previsti.

5.2.1.1 Definizione dello sviluppo lato terra aeroportuale.

Lo sviluppo del lato aria prevede sostanzialmente l'adeguamento delle infrastrutture di volo. Per quanto attiene la pista/e di volo, deve essere verificata la possibilità di far operare anche aerei di dimensioni maggiori rispetto a quelli attualmente presenti sugli aeroporti campani.

Discorso a parte meritano le piazzole di sosta aeromobili, il cui numero e dimensioni vanno adeguati alle esigenze della domanda.

Anche le infrastrutture di supporto devono essere adeguate alla crescita del traffico. A solo titolo di esempio si cita la possibilità di far crescere la classificazione degli aeroporti in termini di aiuti alla navigazione, prevedendo nuovi sistemi di illuminazione dei sentieri di avvicinamento oppure una riduzione della Decision Height (DH, oppure DA) attraverso l'utilizzo di apparati più perfezionati, anche allo scopo di aumentare la sicurezza delle operazioni di volo.

5.2.1.2 Progetto e verifica ATC delle procedure SID e STAR; interazione con lo spazio aereo sovraordinato e simulazione.

Lo sviluppo delle infrastrutture di terra comporta un adeguamento anche di quelle in aria. In altre parole, si deve sempre verificare se l'incremento del traffico previsto sugli aeroporti da adeguare sia compatibile con la capacità dei sentieri di avvicinamento e decollo, che è individuata sostanzialmente dalla distanza mutua fra coppie di aeromobili. Per la verifica può essere utilizzato un software tipo *SIMMOD* calibrato sui regolamenti, in termini di distanziamento, vigenti in Italia e non negli USA.

5.2.2.3 Simulazione dei flussi di traffico passeggeri e merci tramite modelli calibrati sulla situazione attuale.

In questa fase dello studio l'attenzione deve essere rivolta alla simulazione dei flussi, passeggeri e merci, interessanti il sistema aeroportuale campano nell'ipotesi di intervento, ipotizzando che gli stessi siano esclusivamente di potenziamento e/o riassetto del sistema aeroportuale esistente (scenario temporale medio – lungo). Attesa la riproducibilità del comportamento degli utenti del trasporto aereo (viaggiatori e merci) mediante i modelli messi a punto sulla situazione attuale, gli stessi vanno applicati nelle condizioni di assetto futuro del sistema aeroportuale.

In relazione agli interventi di realizzazione/riqualificazione delle infrastrutture di trasporto di superficie, caratterizzanti adeguamenti delle infrastrutture stradali e ferroviarie di accesso agli aeroporti, costruzioni di nuove strade o linee metropolitane di collegamento con i centri abitati di maggiore importanza del bacino afferente ciascun aeroporto dell'area di studio, si può intervenire sull'attributo tempo di accesso, modificato rispetto alla situazione attuale per ovvi motivi.

Valutati gli attributi per ciascuno scenario di progetto, si potrà applicare l'insieme dei modelli messi a punto sulla situazione attuale, pervenendo così al valore del numero medio di passeggeri aerei che scelgono i diversi aeroporti dell'area di studio.

5.2.2. Scenario di realizzazione di nuovi siti aeroportuali.

Unitamente all'ipotesi di adeguamento alla domanda dell'offerta degli aeroporti esistenti, deve essere costruito uno scenario consistente nella realizzazione di un nuovo aeroporto. Nel caso particolare del sistema campano, dovrebbe essere attentamente valutata la possibilità di crearlo in corrispondenza dello scalo militare di Grazzanise, sul quale convergono i documenti programmatici esistenti.

5.2.2.1. Individuazione del sito aeroportuale.

La fase iniziale di questo capitolo è dedicata alla definizione di un possibile "algoritmo" relativo alla fase di studio preliminare per la individuazione di nuovi siti aeroportuali. Tale individuazione può essere sviluppata preliminarmente in modo qualitativo, basandosi sulla determinazione di luoghi di evidente pregio storico – culturale e/o socio – economico, che possano quindi generare domanda.

In particolare, per il sistema campano, occorre analizzare la prefattibilità tecnica del nuovo aeroporto localizzato nell'area di Grazzanise e/o in eventuali nuove localizzazioni, mediante il seguente iter metodologico, caratterizzante l'analisi dell'offerta di trasporto aereo:

- Analisi anemometriche;
- Analisi dei fattori fisici ed ambientali: idrografia, geologia ed idrogeologia del suolo;
- Analisi degli ostacoli alla navigazione aerea;
- Analisi dei vincoli paesistici ed opere di urbanizzazione.

5.2.2.2. Analisi dell'offerta di trasporto aereo.

L'analisi infrastrutturale consiste in un'attenta valutazione del sito che ospiterà l'aeroporto. A valle di questa fase, si potrà valutare l'estensione dell'infrastruttura sia per quanto riguarda la lunghezza della pista che per ciò che concerne l'estensione dell'apron, del terminal passeggeri ed eventualmente merci e degli ancillary buildings.

L'orientamento di una pista di volo è certamente uno dei fattori più importanti dal punto di vista della sicurezza del traffico aereo. Nel seguito si svilupperanno alcuni dei punti più importanti di cui è necessario tenere in conto nel corso di un processo di pianificazione.

5.2.2.3. Analisi anemometriche.

Il vento è certamente il fattore che, unitamente all'orografia del territorio e quindi agli ostacoli, può maggiormente influenzare l'orientamento di una pista di volo.

Il vento, da qualunque direzione esso provenga, può in qualunque caso provocare fastidi alla movimentazione degli aeromobili. E' tuttavia nel caso di vento al traverso che il movimento dell'aeromobile può essere influenzato in maniera negativa. Non sono infrequenti, infatti, esempi di incidenti aerei dovuti al forte valore del "wind shear", ossia del vento al traverso. A tal proposito, l'ICAO ha emanato una serie di regole che devono essere rispettate sia nella gestione che nella pianificazione di un aeroporto.

Per quanto riguarda la gestione, una pista di volo deve essere chiusa al traffico qualora la componente al traverso del vento rispetto alla direzione della pista di volo superi determinati valori. Per gli aeroporti classificati con il codice numerico 4 (pista di volo sufficiente per operazioni di aereo critico richiedenti lunghezze superiori a 1800 m), detta componente al traverso non deve superare i 10 m/s. L'ICAO prescrive che un aeroporto può rimanere chiuso per cause dipendenti da vento forte al massimo per il 5%

dell'anno. Ciò implica che l'orientamento della pista dovrà essere tale che per il 95% del tempo di apertura dell'aeroporto, la componente al traverso del vento alla pista di volo non superi i predetti 10 m/s. A scopo pianificatorio, l'ICAO prescrive quindi di effettuare delle misure in intensità, direzione e verso del vento. Tali osservazioni vanno effettuate con un anemometro per 8 volte al giorno e per una durata di almeno 5 anni. Ciò fornisce un database di circa 15000 osservazioni.

Il coefficiente di utilizzazione deve essere calcolato per ciascuna direzione. L'orientamento della pista deve in ogni caso massimizzare il coefficiente di utilizzazione. Qualora, infine, per nessuna direzione si raggiunga il valore di 95, può essere conveniente valutare economicamente la possibilità di predisporre due piste di volo incrociantsi anziché una. Ciò allo scopo di aumentare il coefficiente di utilizzazione che però sarà definito, in questo particolare caso, rispetto a due direzioni invece di una.

5.2.2.4. Analisi dei fattori fisici ed ambientali: idrografia, geologia ed idrogeologia del suolo.

Un aeroporto viene di solito realizzato in pianura. Sono, infatti, rari gli esempi di infrastrutture dedicate al trasporto aereo costruite in quota. Nelle pianure si trovano fiumi, torrenti, canali di bonifica ecc. Per quanto possibile è opportuno evitare il passaggio della pista di volo al di sopra delle aste fluviali. Sarebbe, infatti, necessario costruire ponti di luce elevata ma ancora di più di larghezza elevata, visto che anche per il caso delle piste e taxiway su ponti, la normativa ICAO stabilisce che deve essere garantita la larghezza anche per quanto riguarda la striscia di sicurezza.

Altro fattore fondamentale per la localizzazione del sito aeroportuale è l'analisi del terreno di fondazione. Vanno effettuati sondaggi per cercare di individuare le sacche di torba e di acqua. Una moderna tecnica oggi ancora poco utilizzata, benché costosa, è l'uso del georadar per l'individuazione dei detti punti.

La campagna sondaggi va comunque estesa anche in larghezza, proprio perché l'estensione dell'area può essere notevole anche in larghezza a causa del rilevato della striscia di sicurezza. A titolo di esempio, si ricorda ancora il caso della pista 3 dell'aeroporto di Roma Fiumicino che deve essere ricaricata spesso a causa dei cedimenti del rilevato su cui essa è costruita, con i problemi che ne conseguono.

Un'altra soluzione possibile, qualora la pianura attraversata sia ricca di corsi d'acqua, è la costruzione di canali di gronda a monte della pista ed in generale dell'infrastruttura. Il canale di gronda intercetta tutti i corsi d'acqua a monte della pista, evitandone così il passaggio al di sotto dell'infrastruttura di volo. Opere di questo tipo possono essere tuttavia molto onerose e vanno comunque attentamente valutate.

5.2.2.5. Analisi degli ostacoli alla navigazione aerea.

Senza pretendere di essere esaustivi, in questa sede si vuole solo segnalare che è necessario tenere conto degli ostacoli (fabbricati, colline, montagne, antenne ecc.) in fase di pianificazione e di orientamento della pista di volo. Non sono infrequenti i casi in cui aerei hanno, infatti, impattato ostacoli di varia natura, provocando conseguenze anche disastrose.

In fase di studio deve essere effettuata una corretta disamina di quelle che sono le superfici di limitazione ostacoli da prevedere in prossimità di un aeroporto. L'estensione di queste e le relative pendenze dipendono sia dalla classificazione dell'infrastruttura dal punto di vista degli aiuti radio e visuali alla navigazione sia dal codice alfanumerico di

classificazione infrastrutturale ICAO. Per quanto riguarda un aeroporto di classe 3 con avvicinamento strumentale non di precisione realizzato con un PAPI (Precision Approach Path Indicator), è necessario prevedere le seguenti superfici.

- Superficie Conica.
- Superficie Orizzontale Interna.
- Superficie di Transizione.
- Superficie di Avvicinamento.
- Superficie di Decollo.

Ciascuna di queste superfici avrà determinate lunghezze, pendenze, raggi, riportati nell'ANNESSO 14.

5.2.2.6. Analisi dei vincoli paesistici ed opere di urbanizzazione.

L'orientamento della pista deve, in ogni caso, tenere conto delle preesistenze in termini di urbanizzazione. Questo fattore, infatti, arreca disturbi, sia in termini acustici che in termini di inquinanti, alla popolazione residente. Si ricorda, in questa sede, il caso della pista 3 dell'aeroporto di Roma Fiumicino che, quando viene chiusa per manutenzione, comporta lo spostamento delle operazioni di atterraggio sulla pista 1, localizzata in asse all'abitato di Fregene. Ancora, l'antropizzazione nei pressi degli aeroporti può essere anche molto pericolosa nei confronti della sicurezza.

5.2.2.7. Progetto e verifica ATC delle procedure SID e STAR; interazione con lo spazio aereo sovraordinato e simulazione.

Analogamente al caso di adeguamento del sistema aeroportuale, si dovrà verificare se la presenza della nuova infrastruttura sia compatibile con la capacità dei sentieri di avvicinamento e decollo, che è individuata sostanzialmente dalla distanza mutua fra coppie di aeromobili.

5.2.2.8. Simulazione dei flussi di traffico passeggeri e merci tramite modelli calibrati sulla situazione attuale.

Analogamente a quanto detto per la simulazione dei flussi di traffico aereo nel caso di intervento di adeguamento infrastrutturale e/o funzionale del sistema aeroportuale esistente, possono essere applicati in questa fase i modelli tarati sulla situazione attuale per riprodurre la situazione dei passeggeri gravitanti sul sistema aeroportuale così come si presenterebbe nel futuro (orizzonte temporale 15 –30 anni), con la previsione di una nuova infrastruttura aeroportuale.

Devono essere individuati, quindi, uno o più siti aeroportuali ad integrazione di quelli già prevedibilmente operanti nel futuro con i corrispondenti nuovi valori per gli attributi del modello Logit:

- nuovi tempi di spostamento per raggiungere il/i nuovo/i aeroporto/i;
- nuove frequenze giornaliere dei voli, da stabilirsi secondo scenari di crescita riguardanti lo schedato voli;
- nuove tariffe.

Valutati gli attributi per ciascuno scenario di progetto, l'insieme dei modelli messi a punto deve essere applicato sulla situazione futura, pervenendo così al valore del numero medio di passeggeri aerei che scelgono i diversi aeroporti dell'area di studio.

5.2.2.9. Analisi della dotazione infrastrutturale del nuovo aeroporto.

In funzione delle risultanze dell'analisi della domanda, si deve procedere al

dimensionamento della infrastruttura. Per quanto riguarda il lato aria, esso prevede la determinazione del numero di piste necessarie e delle relative dimensioni, delle piste di rullaggio, della zona dell'apron con il calcolo delle piazzole di parcheggio degli aeromobili.

Dal lato terra, invece, devono essere individuate tutte le grandezze atte a definire il terminal passeggeri in tutti i suoi punti e le sue aree, oltre all'interfaccia del terminal medesimo con l'esterno, e quindi il curb, i parcheggi, la viabilità di accesso e l'accessibilità con modalità ferroviaria.

5.3. Valutazione sotto i profili funzionali e tecnici relativi: alla sicurezza del trasporto aereo e ambientale.

Le alternative di progetto devono essere confrontate sotto il profilo della sicurezza e sotto quello ambientale.

Per quanto riguarda la sicurezza aerea può essere determinato un indice di incidentalità, relativo a ciascuno degli aeroporti del sistema aeroportuale campano, sia per quelli esistenti sia per l'eventuale scenario di intervento ex novo sulla base della dotazione infrastrutturale, del traffico previsto e del grado di conurbazione esistente nei dintorni dell'aeroporto. Nel caso di nuovo intervento, tale indice verrà minimizzato. In ordine alla verifica ambientale, per tutti gli aeroporti del sistema possono essere individuate le curve isofoniche. Tale indagine deve essere estesa anche agli scenari futuri. Il quantitativo di inquinanti emessi dagli aeromobili nel ciclo LTO può essere individuato attraverso metodologie allo stato dell'arte messe a punto dall'*EPA* (*Environmental Protection Agency*).

6. PROPOSTA DI PROGETTO DI SISTEMA.

Tutte le valutazioni, funzionale, economica, ambientale e finanziaria, e le stime sugli effetti (sull'industria, sull'occupazione, sulla sicurezza) confluiscono in un unico momento di confronto tra le alternative di intervento. Utilizzando tecniche multicriteria, si può individuare quell'alternativa, determinabile in un assetto ottimale del sistema aeroportuale campano, che risponde al meglio al sistema di obiettivi e vincoli esaminato di concerto con il decisore pubblico.

Bibliografia.

- [1] GESAC, dati statistici relativi agli anni precedenti al 2000.
- [2] EPF (Europrogetti & Finanza s.p.a.) (1998), *Aeroporto Internazionale di Grazzanise: Studio di Fattibilità*. Regione Campania, Aprile 1998.
- [3] Cascetta E. (1998), *Teoria e metodi dell'ingegneria dei sistemi di trasporto*. Utet, Torino.
- [4] Orlando G. (1998), *Aspetti economici del sistema aeroportuale campano con particolari riferimenti a Capodichino*. Tesi di Laurea in Economia dei Trasporti, Università di Napoli "Federico II".
- [5] Furuichi M., Koppelman S. F. (1994), *An Analysis of Air Travelers' Departure Airport and Destination Choice behaviour*. Transportation Research, Vol. 28 A, pp. 187 – 195.
- [6] Pels E., Nijkamp P., Rietveld P. (1998), *Airport and airline competition in a multiple Airport Region: an analysis based on the Nested Logit Model*. Airport Facilities, ASCE. Proceedings of the 25th International Air Transportation Conference, June 14 – 17, Austin Texas.
- [7] Ashford N., Benham M. (1988), *Passengers' Choice of Airport: An Application of the Multinomial Logit Model*. Transportation Research Record n. 1147 pp.1-5.
- [8] Ben Akiva M. (1973), *Program for Maximum Likelihood Estimation of the Multinomial Logit Model*. MIT, Cambridge.
- [9] Tocchetti A. (1983), *Infrastrutture ed impianti Aeroportuali*. Franco Angeli, Milano.
- [10] Tocchetti A., Marangone R. (1989), *La capacità di traffico degli Aeroporti*. Idelson, Napoli.