MARIA ANTONIETTA ESPOSITO

Tecnologie di progetto per il terminal aeroportuale

Firenze University Press
2010

Tecnologie di progetto per il terminal aeroportuale / Maria Antonietta Esposito. – Firenze : Firenze University Press, 2010.

http://digital.casalini.it/9788864531366

ISBN 978-88-6453-130-4 (print)
ISBN 978-88-6453-136-6 (online)

© 2010 Firenze University Press
Università degli Studi di Firenze
Firenze University Press
Borgo Albizi, 28, 50122 Firenze, Italy
http://www.fupress.com/
Printed in Italy

TECNOLOGIE DI PROGETTO PER IL TERMINAL AEROPORTUALE

Presentazione VII

Premessa IX

1. Metodologie di progetto 1
   1.1 Il calcolo della capacità dell'aeroporto 4
   1.2 Pianificazione strategica 12
   1.3 Capacità della pista 16
   1.4 Il master plan dell'aeroporto 20
   1.5 Sistemi funzionali 30
   1.6 Impatto ambientale dell'aeroporto 42
   1.7 Intermodalità: il landside 46
   1.8 L'aeroporto in città 54
   1.9 Il terminal concept 57
   1.10 Le tipologie di terminal 60

2. La progettazione ambientale del terminal passeggeri 77
   2.1 Schede esemplificative per il calcolo delle superfici delle Unità Ambientali Terminal (a cura di Irene Macchi) 84

3. La progettazione su base prestazionale 107
   3.1 Le tendenze nei modelli operativi 114
   3.2 L'analisi esigenziale/prestazionale del terminal 118
   3.3 Definire i livelli prestazionali 120
   3.4 Esempio di scheda prestazionale 122

4. Il progetto dell'involucro del terminal 129
   4.1 Evoluzione del concetto di involucro 130
   4.2 Tipologie funzionali 136
   4.3 Tipologie costruttive 140
   4.4 Strati dell'involucro a secco 144
   4.5 Tecnologie costruttive a secco 146
   4.6 Esempi di realizzazioni aeroportuali 148

5. Comunicazione globale e progetto 159
   5.1 Linee di tendenza e-business nelle costruzioni 166

6. Il piano della comunicazione del progetto 171
   6.1 Processi relativi alle comunicazioni 176
   6.2 Generalità sulla comunicazione di progetto 178
   6.3 Pianificazione della comunicazione 180
   6.4 Gestione delle informazioni 188
   6.5 Tenuta sotto controllo delle comunicazioni 200
   6.6 Documenti di riferimento 204

7. Casi studio (a cura di Irene Macchi) 209

RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare tutti coloro che hanno collaborato con noi dell'Università di Firenze per sperimentare innovazioni nella didattica del Corso di Tecnologia dell'architettura, stabilendo un gruppo di lavoro multi-disciplinare, capace di operare come una rete, per supportare dinamicamente l'apprendimento delle conoscenze necessarie per la progettazione di un aeroporto.
Il tema del terminal passeggeri di un aeroporto ha un valore didattico molto significativo, perché offre un termine di confronto per immaginare l'evoluzione futura delle logiche e metodologie progettuali per 'Industria delle Costruzioni.
Grazie, dunque, a tutti gli esperti che hanno reso possibile per gli allievi architetti una simulazione molto realistica di un tipo di esperienza progettuale che si basa soprattutto sulle Tecnologie.
Tecnologie degli aerei, ambientali, di comunicazione, costruttive e dei materiali, che supportano ed interagiscono con le scelte del progettista dell'aeroporto.
Devo ricordare soprattutto l'arch. Vito Veninata, per avermi suggerito di redigere questo volume e per aver messo a disposizione la sua competenza ed esperienza professionale in campo urbanistico e tecnico-procedurale. Ringrazio inoltre quanti hanno collaborato fornendo supporto al corso.
Sono grata ai dottori Irene Macchi e Lorenzo Marsocci, ed agli studenti del corso di Tecnologia dell'architettura, più di centocinquanta, impossibile citarli qui, che hanno capito ed entusiasticamente collaborato in questi tre anni ad un esperimento di progettazione coordinata e cooperativa, gli uni sviluppando ricerca e gli altri cercando di imparare, con sana ingordigia intellettuale, il più possibile.
Desidero anche ringraziare la Soc. Aeroporto di Firenze per aver finanziato questo volume ed il dipartimento TAeD, di cui faccio parte, per le risorse scarse, ma sempre attentamente amministrate che ci mette a disposizione, offrendo ai suoi componenti un volano per affrontare liberamente lo sviluppo delle proprie idee di ricerca e didattica.
Ringrazio infine, non ultima in importanza, la mia famiglia da anni tollerante per l'impatto che dedicarsi a studiare, scrivere ed insegnare nell'Università Italiana comporta nella nostra vita di tutti i giorni.

L'Autore

Volume stampato con contributo di Aeroporto di Firenze SpA

PRESENTAZIONE

All'origine dell'aviazione, quando il problema era più di far volare le macchine che preoccuparsi del loro carico, l'aeroporto era un'infrastruttura essenziale per il trasporto aereo perché serviva ad accogliere gli aerei.
Si parlava allora di aerodromi e non di aeroporti. L'aerodromo era infatti una piattaforma che permetteva il decollo, l'atterraggio e la sosta dei velivoli.
Anche il terminal passeggeri era originariamente costituito solo da un capannone, semplice riparo, dove i passeggeri davano il saluto prima della partenza e dove venivano accolti, al loro arrivo, dagli amici e dai parenti. L'accettazione ed il controllo dei bagagli era una semplice transazione; i passeggeri raggiungevano a piedi l'aereo, che era parcheggiato poco distante di fronte al terminal stesso.
Con lo svilupparsi del traffico gli aerei parcheggiati sul piazzale diventarono più di uno e quindi anche il semplice ricovero non venne moltiplicato per il numero delle piazzole di sosta, ma divenne finalmente un terminal. Crebbero anche le distanze fra il terminal e gli aerei, e quindi si rese necessario utilizzare i bus per il trasbordo dei passeggeri, in modo particolare per quegli aeroporti con condizioni climatiche difficili. Per diversi anni l'aerostazione sarà concepita come un edificio isolato, definito da una geometria semplice, che racchiude uno spazio indifferente, suddiviso da elementi arredativi. A volte verrà pensata come una costruzione modulare in grado di prevedere l'ampliamento delle superfici sia nell'air-side che nel land-side.
Con l'avvento dei velivoli wide-bodies e con l'invenzione del "loading-bridge", che lega l'aerostazione direttamente all'aereo, si assiste alla grande trasformazione delle modalità d'imbarco/sbarco e quindi alla rivoluzione del concetto di aerostazione.
L'aerostazione diviene un edificio "doppio": i pontili mobili sono collegati a strutture lineari o a satelliti ai quali si accosta l'aereo, mentre altre funzioni si raccolgono in un grande spazio comune, la hall che è rivolta verso la città.
Oggi è diventato un luogo dove si svolge un lavoro quotidiano, dove il viaggiatore può riposarsi o ricrearsi durante le attese, dove può organizzare incontri di lavoro, di affari o di opportunità, trovando una specie di città, con le sue dimensioni, la sua rumorosità e la sua necessità di collegamenti infrastrutturali.
Una specie di città non avulsa comunque dal contesto del territorio circostante ed in continua evoluzione stante la velocità delle trasformazioni trasportistiche senza dubbio maggiore rispetto ai cambiamenti della cultura degli uomini.
Premesso quanto sopra sono lieto, e lo faccio con vero piacere ringraziando l'autrice, di presentare il libro – uno dei pochi presenti nella nostra "letteratura aeroportuale" – che la prof.ssa Maria Antonietta Esposito ha scritto con competenza e che sarà uno strumento utile per i professionisti della materia, ricco di riferimenti bibliografici utili per chi volesse approfondire ulteriormente determinati argomenti.

Ing. Alessandro Cardi
Direttore Centrale Regolazione Aeroporti
Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

PREMESSA

Negli anni '60, con l'introduzione dei *jet* nel trasporto aereo dei passeggeri, gli aeroporti sono stati completamente ripensati in funzione di due fattori: la maggiore capacità di flusso, connessa con l'introduzione di un mezzo di trasporto più veloce e le esigenze di standardizzazione imposte dalla normativa tecnica internazionale comune a tutte le nazioni per la necessità di rendere interoperabili gli scali con modalità simili in tutti i paesi.
La normativa tecnica a livello nazionale è, di conseguenza, armonizzata con quella internazionale ed in Italia pone la massima attenzione alla sicurezza del volo. Dopo l'11-09-2001 anche la sicurezza a terra è divenuta oggetto di miglioramento per garantire i minori rischi possibili.
Inoltre, la sempre maggiore sensibilità ai temi della sostenibilità ambientale, a fronte della necessità di mitigare gli impatti negativi di tali infrastrutture di trasporto, ha incluso nell'analisi esigenziale non solo l'efficienza energetica ma anche l'impatto ambientale.
L'importanza di tali infrastrutture ed il fatto che sono le prime che accolgono i visitatori di una città, ha anche posto l'accento sull'aspetto architettonico e quindi su un'estetica coerente con l'immagine che la comunità vuole dare ai visitatori che è affidata a quella che Paul Virilio[1] ha definito come la porta delle città del nuovo millennio. Dal punto di vista architettonico si tratta di definire scelte progettuali capaci di offrire una risposta tecnicamente adeguata ed insieme una immagine forte.
Gli aspetti prestazionali hanno influito profondamente sulla progettazione di queste strutture che accolgono attività di servizio complesse e processi minuziosamente pianificati, stimolando soluzioni progettuali più efficaci ed avanzate tecnologicamente.
Progettare un aeroporto significa affrontare lo sviluppo di una infrastruttura che eroga un servizio pubblico la cui domanda è in continua crescita. Il trasporto aereo ha una prospettiva di espansione ancora più veloce negli scenari dei prossimi anni. Uno studio americano[2] pone in relazione l'aumento dei km/anno percorsi e la velocità di trasporto con l'aumento dei redditi procapite: trasporti aerei ed i treni ad alta velocità sono servizi di trasporto strategici per lo sviluppo dell'economia in tutto il mondo.
Nuovi migranti per affari affollano i flussi verso l'estremo oriente, mentre si afferma la tendenza del Gran Tour del millennio verso le stesse mete, soprattutto la Cina. L'arte registra ed elabora già da tempo questi fenomeni[3] mettendo in mostra opere che ispezionano il pianeta che sta diventando un Tourist world.
I flussi globali girano sempre più veloci, anche grazie agli aerei, e tutto si omogeneizza, moltiplicando l'offerta di spazi standard in ogni luogo, alla partenza come all'arrivo: il terminal è appunto il paradigma architettonico di questa tendenza. Hall, grandi come piazze, climatizzate e sorvegliate, procedure di controllo che ammettono i passeggeri in partenza, dopo snervanti code[4] effettuano il passaggio da speciali porte *metal detector*[5] ed anche scanner 3D nelle aree sterili del *duty free*[6] organizzate come *shopping mall*. I passeggeri in arrivo attendono speranzosi il proprio bagaglio fissando uno dei nastri trasportatori che un muto schermo, pieno di informazioni sui voli, assicura, potrà restituire; qualcuno perde le speranze e va via, mentre la sua valigia, smarrita per un disguido, continua a girare su un altro nastro chissà dove[7].
"Il turista globale cerca nel viaggio la conferma dei suoi desideri ed immagini di bellezza"[8] che non trova più nella sua città reale. Potremmo aggiungere che il suo "sguardo cosmopolitico"[9] la trova tutta

concentrata nell'aeroporto[10], la città ideale dove il nuovo Principe cerca di offrire l'immagine idealizzata, funzionante e sicura della città vera[11]. La città sta in una valigia[12] alla fine la portiamo con noi nella sua proiezione immaginaria e collettiva.
I terminal sono progettati come piccole città, si fanno dei *Master Plan* per programmarne l'espansione e si adottano strumenti di pianificazione assimilabili a quelli dell'urbanistica, ma basati sulla fenomenale ed irrealizzabile condizione nelle città vere quella del decisore unico. Tutto può esser previsto e può funzionare come un sistema perché non ci sono interferenze decisionali. Solo il tempo atmosferico, come l'artista Olafur Eliasson osserva ed artisticamente elabora, non può essere dominato e costituisce una variabile. Tutto il resto, invece, si può pianificare, attuare e controllare come deciso.
Dai primi mesi del 2008 si realizza anche la completa liberalizzazione dei cieli che consente la concorrenza nel trasporto aereo: il trasporto *low cost* segna un costante aumento in tutti gli aeroporti di ogni categoria. Il volo diviene un servizio di massa accessibile a tutte le classi di passeggeri, giovani o provenienti da paesi in via di sviluppo; l'aviazione civile sta accorciando le distanze globali e, con le telecomunicazioni e la logistica, rappresenta il principale fattore d'impatto economico.
Ci sono, tuttavia, anche dei problemi, l'altra faccia della medaglia è che ci sono "troppi passeggeri e troppi voli da una parte, aeroporti troppo piccoli e troppo vecchi dall'altra. I cieli del mondo sono sempre più stretti. E rischiano di andare incontro nei prossimi anni a un ingorgo colossale. Il motivo è semplice: il traffico cresce a ritmi inattesi (+8% quello internazionale nel 2007) e le compagnie potenziano l'offerta. Ma le infrastrutture a terra - messe alle corde anche dal giro di vite sulla sicurezza - faticano a tenere il passo con il *boom*.". "La congestione è un problema serio che rischia solo di peggiorare - conferma Giovanni Bisignani, numero uno della IATA, l'associazione delle compagnie mondiali - Gli aeroporti europei nel 2011 avranno 150 milioni di passeggeri in più. Ma i governi stanno rinviando decisioni vitali per potenziarli. Bisogna invece agire subito e coinvolgere nel processo anche i vettori internazionali". Anche perché il boom dei nuovi mercati come Cina e India sta moltiplicando i pretendenti a un posto nei cieli. "All'Europa servono almeno 25 nuovi scali entro il 2025 - dice Eurocontrol, il "grande vecchio" che gestisce il traffico aereo continentale - 10 grandi hub e 15 aeroporti regionali. Solo così si riuscirà a evitare il collasso del sistema"[13].
Aumentare il numero dei voli è semplice, il problema tecnico più grave sono le infrastrutture a terra, per adeguare o costruire un nuovo aeroporto sulla base delle nuove esigenze occorrono investimenti e tempo: dai 10 ai 20 anni. Esistono due alternative alla costruzione di nuovi aeroporti e nuove piste: il potenziamento degli scali regionali europei esistenti (aspetto che può far riconsiderare il ruolo di Malpensa in Italia) e una regolamentazione più rigida dello *status quo*[14].
Inoltre l'Europa deve creare davvero un unico spazio aereo continentale[15] risparmiando così, secondo una valutazione degli esperti, l'emissione di 12 milioni di tonnellate di CO_2. E' stato calcolato che un aereo fermo in pista in attesa del decollo per più di una ventina di minuti consuma 200 kg di kerosene in più[16].
Il progetto di un aeroporto segue in tutto il mondo le stesse metodologie basate su logiche strettamente dipendenti dalle esigenze funzionali del trasporto aereo. Si basa comunque su una regolamentazione sopranazionale ma è il risultato di business mix complesso. E' un tema con valenza intrinsecamente globale sia nell'approccio che nel prodotto. Anche i riferimenti normativi tecnici sono gli stessi in tutto il mondo, con l'aviazione civile si afferma una standardizzazione di fatto ed una razionalizzazione del progetto che deve sempre, senza eccezioni, rispondere a dettagliate specifiche tecniche anche per gli edifici che accolgono le attività a terra.

RANK	AEROPORTO	PASSEGGERI TOTALI	VARIAZIONE RIF. 2006	
			RANK	%
1	Hartsfield-Jackson Atlanta International Airport	89,379,287	-	+ 5,3
2	Chicago O'Hare International Airport	76,177,855	-	- 0,1
3	London Heathrow Airport	68,068,304	-	+ 0,8
4	Tokyo International Airport	66,823,414	-	+ 1,1
5	Los Angeles International Airport	61,896,075	-	+ 1,4
6	Paris Charles de Gaulle International Airport	59,922,177	+ 1	+ 5,4
7	Dallas-Fort Worth International Airport	59,786,476	- 1	- 0,7
8	Frankfurt Airport	54,161,856	-	+ 2,6
9	Beijing Capital International Airport	53,583,664	-	+ 10,1
10	Madrid Barajas International Airport	52,122,702	+ 3	+ 13,9
11	Denver International Airport	49,863,352	- 1	+ 5,4
12	Amsterdam Airport Schiphol	47,794,994	-	+ 3,8
13	John F. Kennedy International Airport	47,716,941	+ 2	+ 11,9
14	Hong Kong International Airport	47,042,419	-	+ 7,3
15	Las Vegas McCarran International Airport	46,961,011	- 4	+ 3,2
16	Houston George Bush Intercontinental Airport	42,998,040	+ 1	+ 1,1
17	Phoenix Sky Harbor International Airport	42,184,515	+ 1	+ 1,8
18	Bangkok Suvarnabhumi Airport	41,210,081	- 2	- 3,7
19	Singapore Changi Airport	36,701,556	+ 3	+ 4,8
20	Orlando International Airport	36,480,416	+ 4	+ 5,3
21	Newark Liberty International Airport	36,367,240	- 2	+ 2,1
22	Detroit Metropolitan Wayne County Airport	35,983,478	- 2	-
23	San Francisco International Airport	35,792,707	+ 3	+ 6,6
24	Narita International Airport	35,478,146	- 1	+ 1,4
25	London Gatwick Airport	35,218,374	-	+ 3,1
26	Minneapolis-Saint Paul International Airport	35,157,322	- 5	- 1,3
27	Dubai International Airport	34,348,110	n.d.	+ 19,3
28	Munich Airport	33,959,422	+ 2	+ 10,4
29	Miami International Airport	33,740,416	- 2	+ 3,7
30	Charlotte/Douglas International Airport	33,165,688	n.d.	+ 11,7

I 30 aeroporti più congestionati del mondo nel 2007 (da http://en.wikipedia.org/wiki/World%27s_busiest_airports_by_passenger_traffic).

La necessità di rispondere con il progetto delle diverse parti che compongono un aeroporto ad esigenze spaziali e tecnologiche chiaramente definite in requisiti specificati e, contemporaneamente, la forte valenza commerciale del terminal passeggeri offre anche un tema ideale per gli studenti che devono approfondire le tecnologie di progetto, trovando in esso la possibilità di un cimento applicativo con robusta strutturazione, sia per quanto riguarda la metodologia di sviluppo progettuale basata sull'approccio prestazionale/esigenziale, sia per il progetto tecnologico a livello esecutivo.
Per affrontare il tema bisogna utilizzare una serie di conoscenze, strumenti metodologici e tecnologici che non solo caratterizzano l'approccio progettuale, ma che sono condivise dai gruppi di progettazione più avanzati nel mondo. Lo studente trova qui un significativo banco di prova sia per quanto riguarda la metodologia di sviluppo dei requisiti del prodotto sia della metodologia del progetto, in particolare applicate alla pianificazione, gestione, controllo del processo di progettazione.
Questi aspetti sono stati sviluppati nell'ambito di nuove forme organizzative della produzione del progetto, in quelli che vengono indicati come gruppi integrati di progetto, nell'ambito delle metodologie di *concurrent engineering* o *collaborative design* (che tradurremo temporaneamente con il lemma "progettazione cooperativa") utilizzati nell'industria per accelerare lo sfruttamento delle innovazioni nella progettazione dei prodotti.
Tali metodologie ci appaiono oggi attuabili, sotto forma di gruppi integrati di progetto, anche nelle co-struzioni. Grazie alla presenza di strumenti e tecnologie in grado di collegare le parti interessate non più solo in modo sequenziale, bensì a rete si realizza una piattaforma comune di comunicazione interoperabile che abilita anche il dialogo tra operatori remoti o che interverrebbero in fasi successive.
Un approccio sistematico alla progettazione integrata dei prodotti e dei relativi processi includendo la produzione ed i processi di supporto, mira a spingere i progettisti, sin dalle prime fasi di concezione, a considerare tutti gli elementi del ciclo di vita del prodotto finale fino alla dismissione, includendo alla qualità, i costi, i metodi di produzione e i requisiti dell'utilizzatore.
In questo tipo di approccio integrato e cooperativo appaiono più concretamente gestibili gli aspetti ambientali e di efficienza energetica degli edifici: così si possono integrare le variabili che influenzano i consumi e gli impatti già nella fase di *concept*.
Un approccio che appare necessario per il terminal, la cui concezione nasce contemporaneamente dalla previsione del ciclo di servizio delle sue parti e dal loro piano di manutenzione[17], ma anche di trasformazione nel tempo, seguendo l'incremento dei passeggeri che il servizio comporta.
La natura evolutiva di questo tipo di progetto ed il suo aspetto di sviluppo programmato rappresenta la frontiera più intrigante per un architetto che accetti la sfida della tecnologia come un sapere complesso, nell'ambito del quale non solo le tecniche evolute, ma anche i processi debbano essere progettati.
Il progetto dell'aerostazione offre, come abbiamo visto, un'occasione anche per una riflessione progettuale sul paradigma della globalizzazione, che spinge alla ricerca di soluzioni sempre più efficaci rispetto ad obiettivi rapidamente mutevoli.
Infine il terminal passeggeri di un aeroporto, come tema didattico nei corsi universitari riguardanti la formazione dei progettisti ha, rispetto a queste considerazioni, un indubbio interesse didattico di ricerca in vari ambiti. Lo storico N. Pevsner[18] colloca l'aeroporto alla fine della trattazione delle stazioni ferroviarie, come una sorta di evoluzione di tipologie consolidate di edifici per i trasporti del XIX secolo di cui esse sono i primi esempi. Come era accaduto per le stazioni ferroviarie, l'esigenza del trasporto di massa più veloce ha portato inevitabilmente alla introduzione di nuove tecniche costruttive, capaci di rispondere alla necessità di un processo evolutivo. Mentre le stazioni ferroviarie rispondono ad un programma relativamente stabile, l'aeroporto è progettato con un programma di evoluzione per sop-

portare modifiche funzionali e strutturali successive, inserendo di fatto le caratteristiche di un edificio. La configurazione può essere considerata stabile al massimo per 10-15 anni[19], la sua vita utile è quindi molto più breve di quella di altre tipologie di edifici.
Dobbiamo, in conclusione, spendere qualche parola per commentare l'interesse del tema progettuale anche dal punto di vista delle procedure attuative che portano alla costruzione in Italia.
La progettazione del terminal si riporta al quadro operativo delle procedure prescritte dal Codice unico degli appalti pubblici[20], in particolare a quelle modalità che, sulla base del progetto preliminare e del capitolato prestazionale, consentono di aggiudicare la progettazione esecutiva e la realizzazione del terminal. Il progetto preliminare può essere reperito anche con un concorso di idee, in modo da avere una risposta in linea con le tendenze progettuali più attuali, considerando il fatto che l'anima commerciale si rivela sempre di più il motore finanziario per la redditività delle attrezzature di terra[21]. Per tale ragione un'immagine architettonica significativa, in particolare nelle più recenti realizzazioni, ottenuta sviluppando coerentemente il sistema dell'involucro, è considerata un requisito necessario. L'aspetto di maggiore interesse tecnologico sta nel fatto che il capitolato prestazionale consente di introdurre l'innovazione progettuale, perché se i requisiti sono ben definiti, la domanda di soluzioni non può trovare facilmente una risposta in soluzioni tecnologiche già percorse, in quanto contraddice l'immagine forte che l'aeroporto deve avere.
Da ultimo bisogna notare che un problema specifico, in questo ambito, è costituito dai re-quisiti di integrazione del progetto, in particolare riferiti all'involucro, tema caratterizzante non solo dell'immagine, ma anche della tecnologia dell'opera. Tecnologia che deve rispondere anche alla esigenza di costruire una infrastruttura in continua evoluzione. Il terminal aeroportuale pone ai progettisti anche una duplice esigenza nello studio delle unità tecnologiche e dei componenti: rispondere ai requisiti che hanno maggiore influenza rispetto ad un insieme significativo di prestazioni critiche (energetiche, funzionali, ecc.) per le unità ambientali specializzate che caratterizzano il complesso funzionamento del servizio aeroportuale e, dall'altra, programmare le soluzioni tecnologiche per la loro modifica successiva.
Vedremo di seguito perché proprio sull'involucro del terminal si stanno concentrando oggi i maggiori sforzi di innovazione nella progettazione che si sviluppa confrontandosi con precisi vincoli sia a terra che aeronautici.
Il terminal aeroportuale, in estrema sintesi, può essere considerato un tema portabandiera nell'ambito delle tecnologie di progetto per varie ragioni: la necessità di basarsi sull'approccio prestazionale, di riferirsi a norme internazionali, di sviluppare innovazione tipologico-ambientale, tecnologica e procedurale, di essere trattato con processi di comunicazione adeguati, di avere natura evolutiva.

NOTE

1 L'Autore conia il concetto di effrazione morfologica per spiegare il cataclisma che si è abbattuto sull'architettura del XX secolo a causa delle nuove tecnologie. The Aesthetics of Disappearance. New York: Semiotext(e), 1991.

2 Shafer A., The Globale Demand for Motorized Mobility, in "Transportation Research", Policy and Practice, 32 (6), p.455-477, Aug 1998,Elzevier. doi:10.1016/S0965-8564(98)00004-4.

3 Mostra "All inclusive. A Tourist World" presso la Schirn Kunsthalle di Francoforte (direttore Max Hollein) , 30 January 2008 - 04 May 2008. http://www.schirn.de

4 Mostra cit. opera Crowd di Eva Grubinger (A).

5 Mostra cit. opera: Porte di sicurezza di Ayse Erkmen (TR).

6 Mostra cit. opera: Perfume S.O.S. di Mark Hosking (GB).

7 Mostra cit. opera: Uncollected di Elmgreen & Dragst (DK).

8 Afferma in una intervista di S.Vastano (Espresso 21/2/08) al curatore della mostra (cit.) Matthis Ulrich.

9 La definzione è del sociologo Ulrich Beck.

10 Mostra cit. opera: Airport di Ho-Yeol Ryu (Corea).

11 Mostra cit. opera: Tourist Project di Lee Minngwei (Taiwan).

12 Mostra cit. opera: Portable city di Yin Xiuzhen (Cn).

13 Livini E., Non c'è piu spazio nei cieli volare diventa pericoloso, Repubblica, 9/01/08.

14 "George Bush ha scelto questa strada. I ritardi nei cieli americani sono ormai un problema cronico", Livini E., op.cit.

15 Progetto SESAME bandito da EUROCONTROL con il co-finanziamento del Programma UE "TEN-T", 2007.

16 V. intervista a L. Bisignani, sta in Livini E., op.cit. Bruxelles ha deciso di elaborare entro il 2008 un "Master plan" di interventi urgenti per disinnescare il rischio di una paralisi.

17 L'apporto determinante per l'approfondimento del Piano di manutenzione da parte dell'arch. Lorenzo Marsocci, dottore di ricerca specializzato su questi temi ha creato alcune occasioni di approfondimento didattico necessarie per applicarne i concetti base della pianificazione, attuazione, controllo e retroazione alla progettazione del terminal.

18 Pevsner N., (1976), pp.225-234.

19 Edwards B., (1998), p.21.

20 T.U. OO.PP DL n. 163 del 12 aprile 2006, art.52 comma C2.c.

21 La percentuale di rendita attribuita al commerciale in un aeroporto è del 44.4%, rispetto alla rendita ottenibile dalle tasse aeroportuali che è del 34.6%; fonte: Shaping up for the 21st century, BAA Annual report 1995/96,p.2,cit in Edwards B., op.cit.,tab.7.6, p.67.

BIBLIOGRAFIA

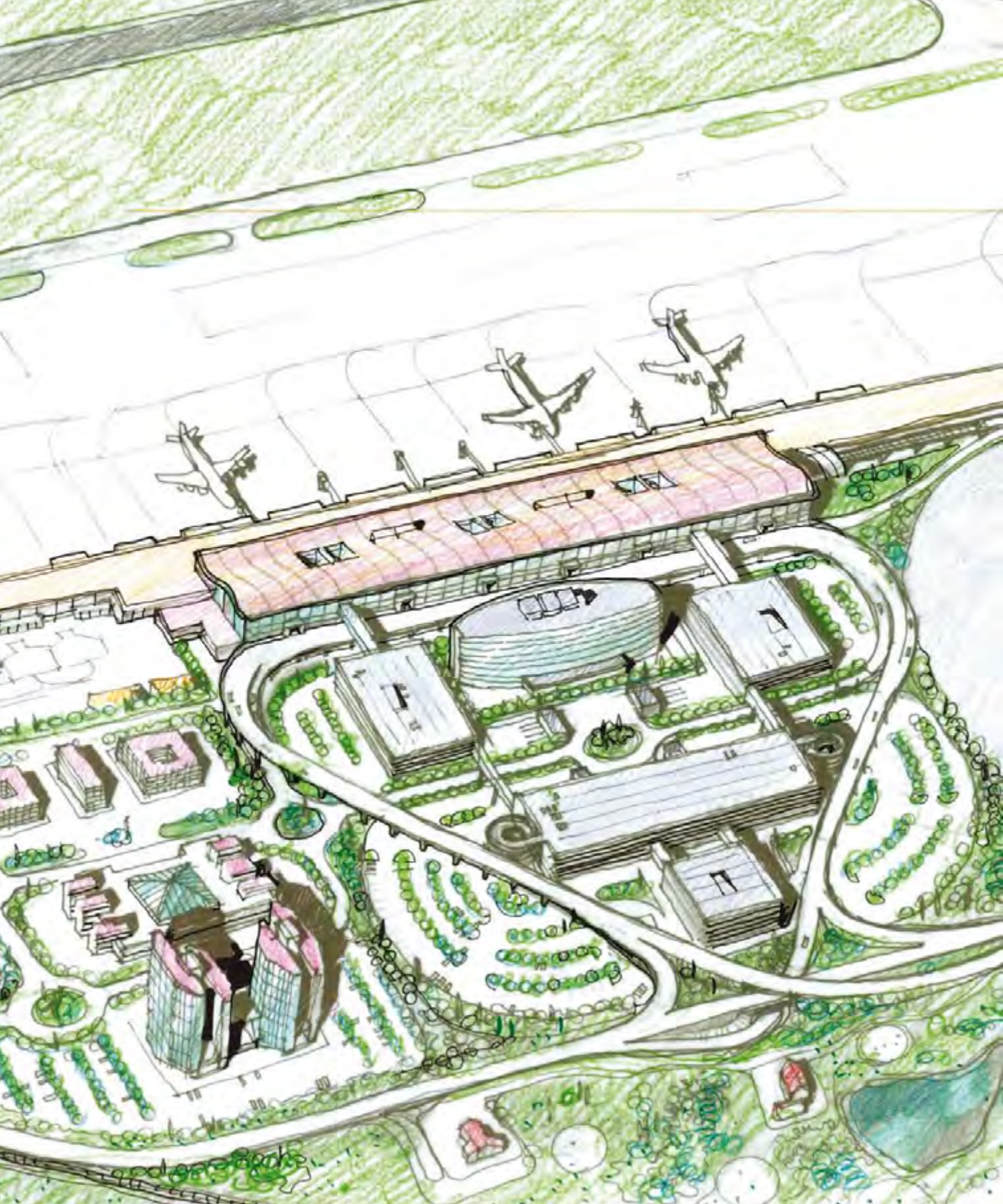
Amendola G. 2003, *La città postmoderna. Magie e paure della metropoli contemporanea*, Laterza, Bari, pp. XXIII-272

Edwards B. 2005, *The modern terminal*, E&FN Spon, London and N.Y.

Pevsner N. 1976, *A History of Building Type*, Thames & Hudson, London, pp.225-234

Shafer A. 1998, *The Global Demand for Motorized Mobility*, in "Transportation Research", Policy and Practice, 32 (6), pp. 455-477

Virilio P. 1992, trad.it.di Principe G., *L'estetica della sparizione*, (ed. originale 1989), Liguori Editore, Napoli, pp. 96



1. Metodologie Di Progetto

Un aeroporto, sia nel campo dell'architettura che in ingegneria ed in aeronautica, è una infrastruttura a terra per i trasporti aerei che consente la gestione di imbarchi e sbarchi passeggeri o merci sugli aeromobili che vi possono atterrare e decollare.

Il progetto di architettura di un aeroporto riguarda prevalentemente il terminal passeggeri, ossia la parte più consistente dell'investimento complessivo[1], ma, come si vedrà di seguito, per occuparsi di questo tema è necessario avere un approccio sia territoriale sia urbanistico complessivo. Inoltre, dal punto di vista ambientale e della pianificazione generale dell'area e delle varie altre parti funzionali, si deve considerare con grande attenzione il problema dei processi di comunicazione del progetto per poter avviare, e rifornire dei dati necessari,

Un aeroporto civile si compone di quattro parti principali:

- **la pista ed il parcheggio degli aeromobili, che formano il cosiddetto lato aria**
- **il terminal passeggeri con l'area di accesso al terminal e scambio intermodale, che formano il lato terra**
- **gli edifici di servizio dei corpi di polizia, dei vigili del fuoco**
- **gli edifici destinati agli operatori delle spedizioni merci ed ai servizi a terra**

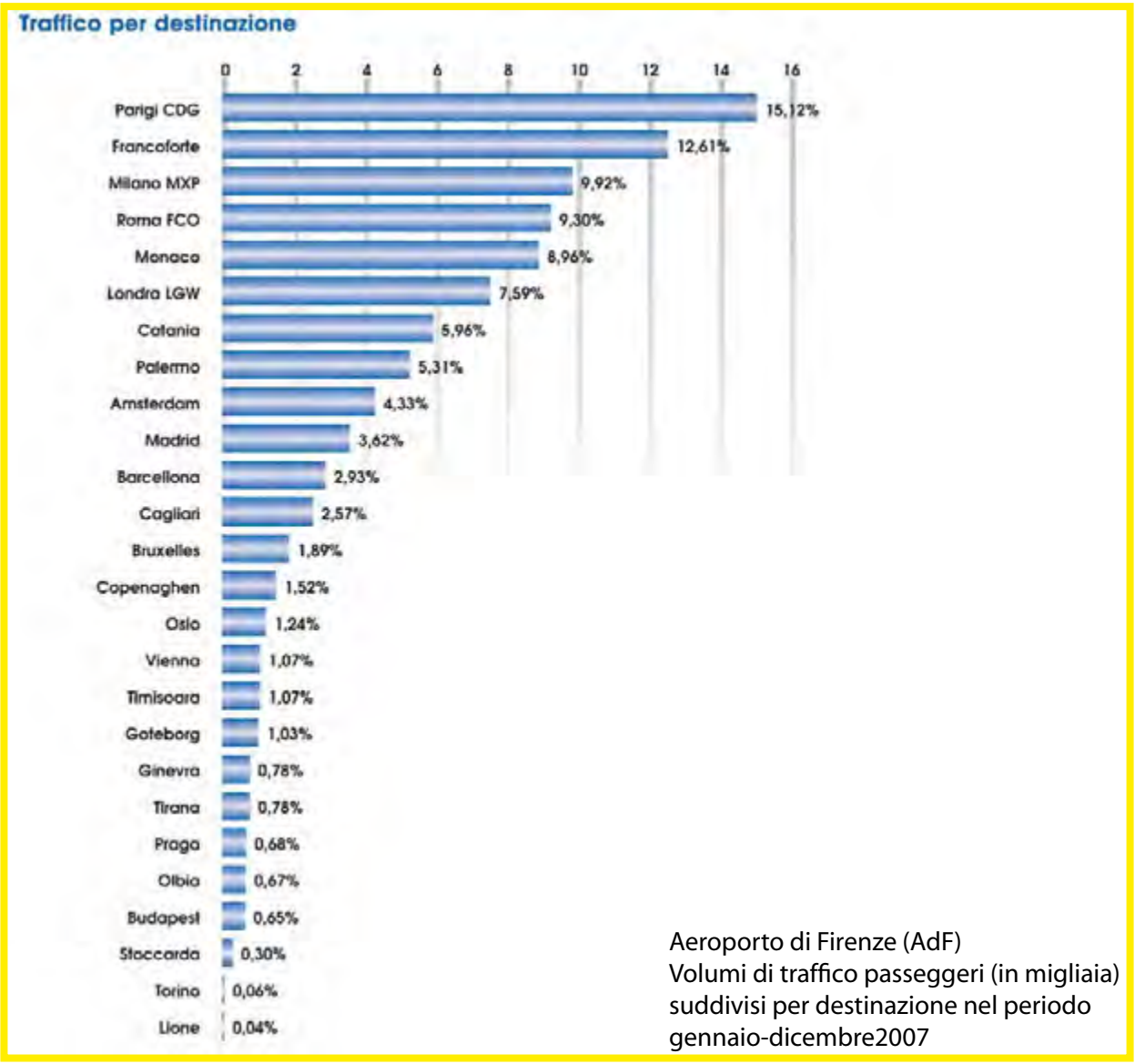
le attività di sviluppo interdisciplinari del progetto necessarie per rispondere al complesso delle esigenze che si definiscono riguardo a questo tipo di infrastruttura. Nei capitoli che seguono i problemi che caratterizzano questo ambito di progetto verranno affrontati tenendo conto di questo aspetto ed inquadrando le metodologie di sviluppo rispetto al fatto che le tecnologie di progetto sono centrali nei gruppi integrati di progetto che si presentano in questo caso.

ASPETTI GENERALI

Per una efficace pianificazione e progettazione di un terminal è necessaria la partecipazione attiva delle diverse parti interessate nella gestione aeroportuale: le linee aeree, i concessionari, che si rapportano mediante i consulenti tecnici delle parti, e i gestori dei trasporti a terra, in particolare del servizio ferroviario. I consulenti tecnici appartengono a vari ambiti professionali, ogni ambito è caratterizzato da un proprio linguaggio tecnico e da proprie metodologie di analisi e sviluppo del problema ai fini progettuali. Ogni parte interessata attraverso i consulenti esprime le proprie esigenze, effettua le proprie analisi ed attua la propria pianificazione e sviluppo riguardo alla varie dimensioni del progetto di competenza: finanziario, gestionale, operativo, commerciale, ecc. Normalmente il processo include metodologie che tendono a raccogliere dati utili allo sviluppo mediante: indagini dirette, questionari, previsioni sia di breve che di lungo periodo; tutti i dati devono alimentare la creazione dell'informazione per la definizione delle condizioni di operatività del **giorno medio** e dell'**ora di picco**, mediante tabelle orarie che riportano i passeggeri, gli aeromobili e le relazioni con il traffico veicolare; creando inventari e valutando le attrezzature esistenti: analizzando i requisiti spaziali per definire layout alternativi; valutando i costi e sviluppando piani finanziari. Il progettista in questa fase può analizzare **concept** alternativi e selezionare il terminal più economico, funzionale e realizzabile.

PREVISIONI E PROGRAMMA DELL'INTERVENTO

I terminal aeroportuali sono pianificati sulla base delle previsioni di operatività dei voli definendo i diversi tipi di attrezzature necessarie. I principali dati che alimentano il processo di informazione della progettazione riguardano: il numero degli imbarchi passeggeri previsto, l'origine dei passeggeri ed il movimento degli aeromobili, considerando la tipologia e quindi la dimensione ed il numero di passeggeri che possono imbarcare i vari tipi di veicoli.



Aeroporto di Firenze (AdF)
Volumi di traffico passeggeri (in migliaia) suddivisi per destinazione nel periodo gennaio-dicembre2007

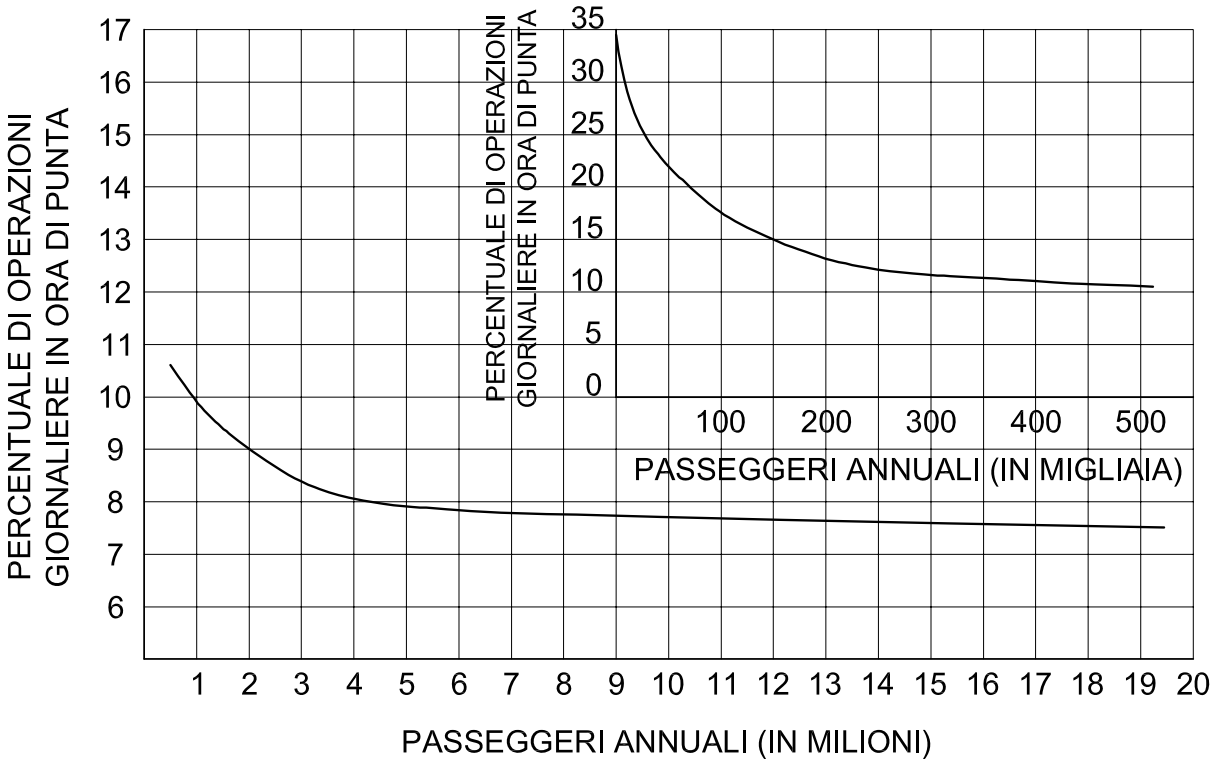
Per avviare la progettazione occorre prima di tutto definire il layout generale sulla base di cinque fattori[2] :

- la **direzione dei venti prevalenti** (che deve essere sempre rapportata alla direzione di decollo o atterraggio)
- la dimensione ed il numero degli **edifici del terminal**
- il sistema dei **trasporti a terra**, in particolare la posizione dell'accesso principale automobilistico e ferroviario
- la **distanza di sicurezza tra aeromobili ed edifici**
- la **topografia e geologia del sito**.

Nel caso di espansione di aeroporti esistenti a questi fattori se ne associano altri perché si presentano vincoli relativi a:

- mitigazione dell'impatto ambientale
- geografia dei dintorni
- destinazione d'uso del suolo costruito circostante
- capacità di strade ed autostrade esistenti

Le principali fonti dei dati per la pianificazione dell'intervento includono: il master plan attuale (se si tratta dello sviluppo di aeroporto esistente); le previsioni per il traffico aereo da parte delle Autorità Aeronautiche; le previsioni per il traffico aereo da parte delle compagnie aeree che operano sullo scalo. La linee aeree sono la fonte primaria dei dati perché hanno le serie storiche dei flussi (origine/destinazione) di imbarco/sbarco tramite le prenotazioni e l'emissione delle carte di imbarco; le statistiche dei cargo (con struttura simile a quelle dei passeggeri); le statistiche dei visitatori (accompagnatori di passeggeri, per acquisti; per affari, ecc.).



Percentuale di operazioni giornaliere in ora di punta in rapporto ai passeggeri annuali stimati (tratto da FAA AC n. 150/5360-13)

La metodologia indica come tradurre le previsioni in elementi in ingresso nel flusso dei dati per la progettazione. I terminal aeroportuali sono pianificati, dimensionati e progettati per archi temporali definiti di 5 o 10 anni in relazione agli intervalli di tempo considerati per le previsioni, utilizzando l'informazione che viene elaborata sulla base del cosiddetto numero di picco della domanda passeggeri (TPHP, *Typical Peak Hour Passenger*); si tratta di un dato ricavato considerando un andamento medio giornaliero, i diversi periodi dell'anno e le possibili variazioni di traffico. Invece per il Master Plan si considera in genere una previsione di 20 anni.

Tuttavia, se si progettasse semplicemente sulla base del picco massimo previsto, si avrebbe come risultato il sovradimensionamento del progetto. Per ovviare a questo problema sono state messe a punto delle metodologie di previsione che consentono di trasformare il picco massimo convertendo i dati in giornalieri e orari.

Il giorno medio sul mese di picco (ADPM, *Average Day/Peak Month*) rappresenta il metodo più utilizzato per trasformare le previsioni in domanda giornaliera e/o oraria. Per calcolarla occorre il numero massimo degli imbarchi mensili, calcolabile come percentuale degli imbarchi annuali ricavati da una serie storica. L'uso della percentuale comporta la valutazione di aggiustamenti per difetto o eccesso in base a circostanze locali o ad altri fattori contingenti. Il metodo consente di ricavare facilmente la domanda media mensile di imbarchi per un determinato anno di progetto; dividendo il numero di picco mensile per i giorni di quel mese si ottiene la domanda del giorno medio del mese più affollato. Lo stesso quoziente può essere calcolato per i passeggeri originati e/o in transito, e può essere usato come ADPM senza indicazione di data o mese come *Typical Peak Hour Passenger* (TPHP).

Il quoziente può variare, nelle ore di picco di un aeroporto, dal 12 al 20 % del totale delle operazioni. Aumentando il traffico il picco tende ad estendersi alle altre ore del giorno. Si può assumere un valore più basso normalizzato pari a 6.25, ma riportato uniformemente su 16 ore/giorno.

Il risultato informativo del processo di trattamento dei dati per la previsione dell'attività dell'ora di picco a base del progetto è espresso da tabelle che riportano nelle colonne descrittori quali: arrivi, partenze per ogni ora, i voli per tutte le linee aeree operanti, tipi di aeromobili, imbarchi e sbarchi dei passeggeri per il giorno medio / mese di picco dell'anno di progetto selezionato. Mediante tali tabelle si possono descrivere i flussi aeroportuali in termini di imbarchi, sbarchi e totali.

Picco orario nei movimenti dei passeggeri internazionali all'aeroporto Suvarnabhumi di Bangkok registrato il 01/09/2007

Passeggeri annuali	TPHP (flussi annuali %)
> 30 milioni	0.035
20 - 30 milioni	0.040
10 - 20 milioni	0.045
1 - 10 milioni	0.050
500.000 - 1 milione	0.080
100.000 - 500.000	0.130
< 100.000	0.200

Fattori correttivi del TPHP raccomandati da FAA (tratto da FAA AC n. 150/5360-13)

TECNOLOGIE DI PROGETTO

Data la criticità delle previsioni per la qualità del progetto sono stati sviluppati vari prodotti software certificati dalle Autorità internazionali[3] che supportano il trattamento dei dati e ne assicurano il controllo qualità. Infatti la media dei risultati nell'uso di tali tecnologie computerizzate evidenzia che non solo i calcoli sono più veloci, ma anche che essi offrono la possibilità di studiare meglio le alternative, ottimizzando la scelta sulla base dei risultati delle simulazioni con diversi valori dei parametri sotto elencati. Infatti tali parametri sono stimati sulla base di serie statistiche di dati rilevati dalla compagnie aeree nei propri processi operativi, ma dipendono a loro volta dai risultati di variazioni organizzative ed in definitiva anche dalla produttività, che si differenziano molto nei diversi *staff* e sedi operative della stessa compagnia. Inoltre l'uso di fornitori di personale in affitto ha acuito la variabilità dei fattori legati al personale operativo e quindi ai tempi ed ai risultati dei processi di trattamento dei passeggeri.

In tutto il mondo l'algoritmo di calcolo della capacità di un aeroporto si basa ormai su 17 variabili definite dalla International Air Transport Association (IATA)[4] in base a:

1	Numero di passeggeri che iniziano il viaggio nell'ora di punta
2	Numero di passeggeri in partenza nell'ora di punta
3	Numero di passeggeri che terminano il viaggio nell'ora di punta
4	Numero di passeggeri in trasferimento nell'ora di punta
5	Numero di passeggeri che terminano il viaggio ed in trasferimento da voli internazionali a voli domestici nell'ora di punta
6	Percentuale di passeggeri che usano l'auto o il taxi a) all'inizio del viaggio b) al termine del viaggio
7	Percentuale di passeggeri a lungo raggio
8	Percentuale di passeggeri a breve raggio
9	Percentuale di passeggeri che terminano il viaggio in arrivo con aerei a fusoliera larga
10	Percentuale di passeggeri che terminano il viaggio in arrivo con aerei a fusoliera stretta
11	Tempo di arrivo del primo passeggero alla sala di attesa al *gate*
12	Numero di visitatori a) per passeggeri che iniziano il viaggio b) per passeggeri che terminano il viaggio
13	Numero massimo di posti sul più grande aereo presente al *gate*
14	Numero massimo di posti sul più grande aereo presente all'aeroporto
15	Tempo di permanenza medio della sala partenze per a) passeggeri a lungo raggio b) passeggeri a breve raggio
16	Percentuale di passeggeri i cui beni devono essere controllati
17	Tempo medio di operazione per passeggero a: a) banchi *check-in* b) controllo passaporti - partenze c) controllo passaporti - arrivi d) controllo doganale - arrivi

I dati degli ultimi venticinque anni mostrano che la domanda di trasporto aereo è cresciuta del 6-7% annuo. Gli aeroporti vengono classificati considerando il numero dei passeggeri/anno in:

- **internazionali** se il traffico supera i 20 milioni di passeggeri
- **nazionali** se servono dai 2 ai 20 milioni di passeggeri
- **regionali** se servono più di 2 milioni di passeggeri.

Tale classificazione non è assoluta perché vi sono nazioni che hanno reti di *hub*[5] internazionali (ad es. la Germania), oppure aeroporti regionali di maggiore dimensione (Stuttgard, D), infine aeroporti internazionali più piccoli (Oslo, N). Le compagnie aeree tendono a far classificare gli aeroporti ai livelli superiori per motivi commerciali, per ottenere l'aumento delle rotte sullo scalo.