

OPTIMITZACIÓ D'OPERACIONS EN AEROPORTS

César Trapote-Barreira.¹, Francesc Robusté.²

¹Departament ITT e-mail: cesar.trapote@upc.edu, ... ²Departament ITT e-mail: f.robuste@upc.edu

Paraules Clau: optimització, operacions, processos, aeroports, temps, costos, fiabilitat.

Resum: *La ponència tracta les operacions aeroportuàries des de la perspectiva de sistema de transport, desenvolupant models d'optimització per millorar el rendiment del sistema en base a la reducció de les variables temps i costos i la millora de la fiabilitat dels processos.*

1. INTRODUCCIÓ

La reducció dels endarreriments en el transport aeri és una de les qüestions que més interessin a la Comissió Europea ja que impacten molt negativament en l'eficiència del sistema. En particular, les operacions als aeroports és responsable d'un 25% dels endarreriments de vols segons estudis d'Eurocontrol. Fins ara, diferents projectes impulsats des d'Europa han treballat sobre la qüestió, com el SESAR (*Single European Sky ATM Research*), el TAM (*Total Airport Management*) o el CDM (*Collaborative Decision Making*); però s'han centrat més en les operacions en el costat aire que tenen a veure amb l'aeronau i s'ha deixat de banda la operativa al costat terra.

En realitat el costat aire i el costat terra de l'aeroport no estan desacoblats. Els processos en la terminal impacten en l'escala de l'aeronau, a través dels processos associats als passatgers i els associats a l'equipatge dels que es responsabilitza l'agent de handling. Per això, l'operativa aeroportuària és complexa. Es requereix un enfocament sistèmic en l'anàlisi de la sensibilitat dels processos i una proposta de models i tècniques d'optimització orientades a millorar l'eficiència i la fiabilitat del sistema.

2. METODOLOGIA

La ponència exposa diferents models per estudiar i optimitzar els fluxos d'aeronaus, passatgers i equipatges que impacten en l'escala de l'aeronau, que es considera l'*output* productiu de l'aeroport (grups de passatgers desembarcats i embarcats en aeronaus que aterren i s'enliren en una finestra de temps determinada). Una rotació elevada, o temps d'escala curts, afavoreix que els sistemes tinguin una producció més elevada però no necessàriament més eficient (també cal contenir els costos i optimitzar processos).

Per produir unes escales de forma eficient cal disposar dels mitjans adequats en el moment adequat allà on cal, és a dir, cal anticipar-se a les necessitats en comptes de reaccionar contra els esdeveniments. Però la realitat és que degut als endarreriments i la falta de ciència en la gestió aeroportuària, s'està treballant més amb el segon paradigma, sobredimensionant els recursos per donar qualitat i robustesa a la prestació dels serveis. Al contrari, per treballar en base al primer paradigma cal entendre que la sincronització de passatgers, equipatges i aeronaus és el resultat d'uns processos que estan entrelligats i que s'han d'executar de forma coordinada.

Considerant el primer dels fluxos, el d'aeronaus en l'aeroport, es presenta el problema clàssic del *Gate Assignment* en el que s'ha fet una aportació incloent en el model el temps de rodatge de l'aeronau [1]. La modelització del sistema i la posterior optimització amb un algoritme de *Tabu Search* ha produït uns resultats molt interessants en termes de reducció de costos per aeroport i companyia aèria.

D'altra banda, el temps de *gate* (o *stand*) té una component estocàstica associada a la naturalesa dels processos aeroportuaris. Per donar robustesa a aquests processos s'ha de treballar en la coordinació de les operacions, fonamentalment les de *handling* per atendre passatgers i equipatges, i en el desenvolupament de models causals a partir dels mapes de processos.

Un altre flux important que es tracta és el d'equipatges que es desacoblen de la traça dels passatgers en la facturació per passar als moderns sistemes automàtics de tractament i després a l'operativa de handling. La facturació es treballa normalment amb assignacions estàtiques degudes a criteris comercials però aquí es desenvolupa un model d'assignació de mostradors descentralitzat que ha estat aplicat sobre la facturació de la T2 de Barcelona amb uns guanys importants d'eficiència [2]. El model es basa en l'anàlisi del procés i el plantejament d'un model analític que es contrasta amb simulació en diferents escenaris.

Finalment, la gestió òptima del flux de passatgers és una clau competitiva pels aeroports, especialment pels que es volen consolidar com hubs i oferir serveis de connexió, ja que suposa una component extra de temps important pel passatger a l'hora de triar el seu itinerari [3]. Per aquest motiu, el temps mínim de connexió és un paràmetre de qualitat valorat per les companyies aèries i agents de handling a l'hora de planificar les seves xarxes i la localització de les seves bases.

La informació del temps necessari perquè un passatger arribi des de la porta de la terminal fins a la porta d'embarcament, o entre portes d'embarcament si és una connexió, és beneficiosa, en primer terme, pel passatger que vol treure rendiment al temps que estarà en la terminal i, en segon terme, als gestors aeroportuaris perquè poden predir com evolucionen les corbes de densitat de passatgers a la terminal i adequar els seus recursos. Un exemple d'aquest tipus de procés aeroportuari és el que es té lloc als filtres de seguretat que suposen actualment un dels colls d'ampolla de la capacitat de la terminal (en els últims anys s'ha incrementat el requeriment de seguretat i també el volum d'equipatge de mà per passatger).

A la ponència es presenta un model de gestió integrada del procés de filtres, partint del modelatge d'una línia de filtres (constituïda pels equips de detecció i els recursos humans) amb l'aplicació de la teoria de cues tàndem i estocàstiques per tractar el problema del rendiment des d'una perspectiva probabilista. Això està justificat perquè cal treure major rendiment de l'equip unitari abans de proposar nous dissenys de *layout* o mètodes de gestió de conjunt, de cara a poder fer front als pics de demanda. Tot seguit, es proposa un model de gestió del conjunt de línies, això consisteix en una assignació temporal per activar les línies actives en funció de com es generen les arribades de passatgers des de la facturació al filtre i les arribades directes al filtre dels passatgers amb *check-in on-line*.

L'aplicació a un cas real ha demostrat unes millores significatives de fins un 30% en termes de rendiment del flux pel subsistema i una percepció de la qualitat molt millor per part dels passatgers.

3. CONCLUSIONS

La realitat aeroportuària és complexa i constitueix un camp interessant pel desenvolupament de nous models i tècniques d'optimització. Els processos i models presentats demostren que existeix un marge de millora important en l'eficiència i la qualitat del servei en aeroports. També que aquesta millora només es pot assolir si s'orienten els anàlisis a la producció del transport i s'integra en l'anàlisi el costat terra i l'aire.

REFERÈNCIES

S'adjuntaran tres referències com a màxim.

- [1] Fernández, R. (2009): Optimización de la asignación de aeronaves a puertas de embarque en aeropuertos considerando el tiempo de rodadura.
- [2] Llorens, P., M. Estrada, L. Thorson i F. Robusté (2006): Descentralización del proceso de facturación del equipaje en el aeropuerto de El Prat (Barcelona).
- [3] Trapote, C. i F. Robusté (2008): Un modelo sobre la viabilidad del desarrollo de un hub en el aeropuerto de Barcelona.