

## **7. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MODELOS DE ANÁLISIS DE SISTEMAS AEROPORTUARIOS.**

Básicamente existen cuatro maneras que han sido usadas para: analizar los flujos, determinar las áreas de una terminal y el número de servidores requeridos:

1. Las aplicaciones prácticas de la teoría de colas.
2. Análisis gráfico utilizando diagramas acumulativos.
3. Simulaciones detalladas por ordenador.
4. Copiar sistemas optimizados de otros aeropuertos.

### **7.1 LAS APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA TEORÍA DE COLAS**

Las aplicaciones prácticas de la teoría de colas (e.g., Lee, 1966) no han sido probadamente eficientes para el diseño de terminales aeroportuarias. Esto es debido a que los procesos presentes en un aeropuerto nunca se presentan bajo condiciones uniformes que puedan ser analizadas. Estos procesos siempre se encuentran bajo condicionantes transitorios y que además tampoco son iguales cada vez. Además, las colas son procesos que de por sí no presentan disciplinas prototipo sino que muchas veces son impredecibles.

### **7.2 ANÁLISIS GRÁFICO UTILIZANDO DIAGRAMAS ACUMULATIVOS.**

El análisis gráfico de diagramas acumulativos de llegadas y de servicio (Newell, 1971) han demostrado mucha más efectividad sobretodo en el análisis y diseño de elementos específicos de una terminal, tales como las salas de espera (Horonjeff and Paulin, 1969), o los mostradores de check-in ( Neufville and Grillo, 1982). Estas soluciones asumen conocida la curva de llegadas. No obstante, esta metodología no tiene un visión globalizadora del conjunto de todos los procesos existentes en una terminal aeroportuaria, es decir, esta carente de una visión global de todo el sistema.

El análisis utilizando curvas acumulativas de llegadas o salidas son una herramienta sencilla para identificar la mayoría de dificultades y poder resolverlas. Sin embargo, este análisis tiene dos grandes limitaciones:

- Determinista: Este análisis representa situaciones típicas y no describe para nada las variaciones que ocurren en la práctica.
- Un solo proceso : No da información de la interrelación entre los diferentes procesos aeroportuarios que tienen lugar, es decir, con los cambios propuestos podemos mejorar el proceso estudiado, ahora bien si esta mejora afecta negativamente o no a otro proceso eso no lo podemos saber.

### **7.3 SIMULACIONES DETALLADAS POR ORDENADOR.**

Las simulaciones detalladas por ordenador todo y proporcionar una herramienta importantísima para la investigación de los flujos en el conjunto de la terminal, no suele ser una herramienta útil porque los programas disponibles en el mercado son muy difíciles de conseguir y por tanto de usar. La mayoría de programas son derivados de un simple programa de architypal, ALSIM , y requiere de intensas reprogramaciones para tratar correctamente las configuraciones específicas de la terminal a tratar. Requieren mucho tiempo de computación y además asumen que tenemos una descripción detallada de predicciones del tipo, hora tras hora (McKelvey, 1989).

El problema de utilizar estas tres técnicas integradas para el diseño de una terminal de acuerdo a un posible escenario preestablecido, es que una vez obtenido el diseño no tenemos ni idea de cómo éste funcionará con el rango de circunstancias que probablemente vamos a encontrar en un aeropuerto.

Lo ideal sería poder disponer de una serie de posibles diseños que permitieran poder adaptarnos a este rango de circunstancias y así poder elegir el que mejor funcione respecto los demás.

### **7.4 COPIAR SISTEMAS OPTIMIZADOS DE OTROS AEROPUERTOS.**

Comparar aeropuertos que a priori tienen poco que ver considero que no es tan absurdo, pues resulta que el aeropuerto más grande hace años fue igual de pequeño que el otro y por tanto tubo los mismos problemas que de alguna manera se resolvieron y no es de extrañar que muchas cosas que hoy en día se realizan de cierta manera sean la evolución de posibles soluciones que antaño se tomaron, por tanto lo malo no es copiar sino copiar mal, es decir no debemos caer en la tentación de comparar aeropuertos que se encuentran en el mismo estado de evolución aunque eso parezca lo razonable, pues los errores de uno se repetirán en el otro. Es preferible copiar las soluciones ya evolucionadas.

El problema es que normalmente estas soluciones no llevan ninguna etiqueta y además la solución a algunos problemas no son soluciones únicas y aisladas sino es la suma de diferentes factores todos ellos juntos y trabajando a la vez, por tanto buscar una solución a un problema en otro aeropuerto que en un pasado ya lo resolvió es una tarea bastante difícil.

Hay que entender que sobre esa solución se tomaron otras decisiones que dieron lugar a otras soluciones ya modificadas, lo podríamos comparar con el gran cañón del colorado, es decir, que hoy tengamos tal maravilla es producto de muchos hechos pero a su vez de ninguno de ellos concretamente.

Comparar aeropuertos geoméricamente no tiene mucho sentido más cuando las relaciones espacio-tiempo en su interior pueden verse distorsionadas respecto el espacio real.

Se sabe que una terminal en espigones debe disponer de espigones de igual longitud para que la distancia media recorrida por todos los pasajeros sea mínima. En este sentido si tenemos espigones reales de longitud diferente no importa siempre y cuando en longitud virtual sean iguales, es decir, las cintas transportadoras, escaleras mecánicas, ascensores y los típicos transportes guiados específicos de aeropuertos confieran a las diferentes partes del aeropuerto de una interconexión que reduzca el tiempo de desplazamiento dentro de las terminales. Es decir, para hacer estudios de optimización de tiempos mediante optimización de procesos necesitamos conocer que forma tiene nuestro aeropuerto virtual, de cualquier otra forma los resultados obtenidos no sirven de nada pues pretenden optimizar una realidad que no existe.

Para hacer un análisis global del aeropuerto tendríamos que seguir esta metodología en cada uno de los procesos y después intentar sacar una nota media de todas ellas. Indudablemente todos los procesos están interconectados ya que nos encontramos en un sistema de colas consecutivas, paralelas.... De hecho comparar aeropuertos por que sí, creo que no tiene mucho sentido ya que como las personas lo que va muy bien a una persona a la otra la puede matar. En principio los aeropuertos tienen que compararse a sí mismos, es decir, cada aeropuerto debe tener una puntuación final dentro de sus circunstancias.

Lo que si es posible comparar es la puntuación obtenida por cada aeropuerto, al aplicarle unas circunstancias normalizadas tanto de tráfico de pasajeros, tipo de aviones, personal, % de conexiones, % de origen destino,...

En este trabajo y como estudio reducido del gran campo de posibilidades que se abre delante nuestro me limitaré a estudiar circunstancias normalizadas de porcentajes de conexiones y origen-destino para ofrecer una manera que permita atribuir a un aeropuerto unas circunstancias normalizadas y a partir de las cuales extraer unas calidades de servicio y conclusiones que sí sean totalmente comparables.

Además los aeropuertos de carácter internacional como ya lo es Barcelona actualmente, y que en un futuro inmediato quiere llegar a convertirse en un gran centro aglutinador de tráfico aéreo, es decir, en un " HUB ", deben tener muy claro cual es el nuevo mercado potencial al cual quieren servir, saber exactamente cual es la porción de territorio a la que pueden aportar un mayor servicio.

Todos los razonamientos técnicos, matemáticos, físicos .... están muy bien pero a la hora de la verdad un aeropuerto funciona si existen personas y aerolíneas dispuestas a utilizarlo, y esto sólo depende de muy pocos factores dinero, calidad y seguridad en todos y cada uno de los procesos, tanto para los pasajeros como para todas las demás partes implicadas (aerolíneas, personal del aeropuerto, empresas varias...) Aunque entiendo que una conducta como la que se ha llevado hasta ahora y quizá aún siga produciéndose algunos años de ahorrar allí donde no se tiene que ahorrar es justamente todo lo contrario a la filosofía de ofrecer unos servicios de calidad. Salvando las diferencias, un ejemplo lo encontramos en

RENFE, que al dar mayor servicio se han incrementado los pasajeros y por tanto los beneficios, no se hubieran obtenido los mismos beneficios incluso se hubieran ido a la quiebra si en vez de dar más servicio hubieran querido recortar gastos.

La eficacia y rapidez en el tratamiento de las conexiones de pasajeros y equipajes es un elemento fundamental tanto para la compañía aérea como para el aeropuerto debido a que es un índice que marca la diferencia respecto a la calidad percibida por los pasajeros y aerolíneas en los diferentes aeropuertos.

Minimizar los tiempos MCIT y MCT implica minimizar el tiempo de permanencia de los aviones en tierra, por tanto todo el mundo sale ganando, el aeropuerto ofrece un buen servicio a la vez que gana mucho más dinero por que es capaz de aumentar el número de operaciones por hora a igualdad de condicionantes aeroportuarias, las aerolíneas sacan el máximo rendimiento y los pasajeros perciben una mejor calidad, desde el punto de vista de reducción de los tiempos de espera.

El cumplimiento de los mismos es función directa de los recorridos del pasajero, de la forma de estos recorridos, condiciones externas de los recorridos. Igualmente para el equipaje pues en principio el avión no despegaba hasta que todos los pasajeros están a bordo y todo el equipaje correspondiente, y constituye un elemento fundamental para posicionar un aeropuerto (puntuación) como el más atractivo y funcional hub de la región.

Los parámetros fundamentales de estudio del presente trabajo son:

- Tiempo Mínimo de Facturación. (MCIT).
- Tiempo Mínimo de Conexión (MCT).

No se trata de crecer por crecer sino de crecer con cabeza y con unos objetivos bien claros previamente analizados y pensados. Ésta sin duda es la pregunta que mejor responde todas las demás cuestiones que nos podamos plantear sobre el tema.

Una de las formas de observar las diferencias entre diferentes aeropuertos para después copiar aquellas que de alguna manera se piensa que pueden ir bien, es crear indicadores que nos informen de ciertos aspectos concretos y compararlos. Como caso práctico de este apartado hemos aplicado en el apartado 7.5 un indicador a la N.A.T sud del aeropuerto de Barcelona y se ha comparado con el de otros aeropuertos americanos.

## 7.5 AHP ; AERONAVES HORA PUNTA

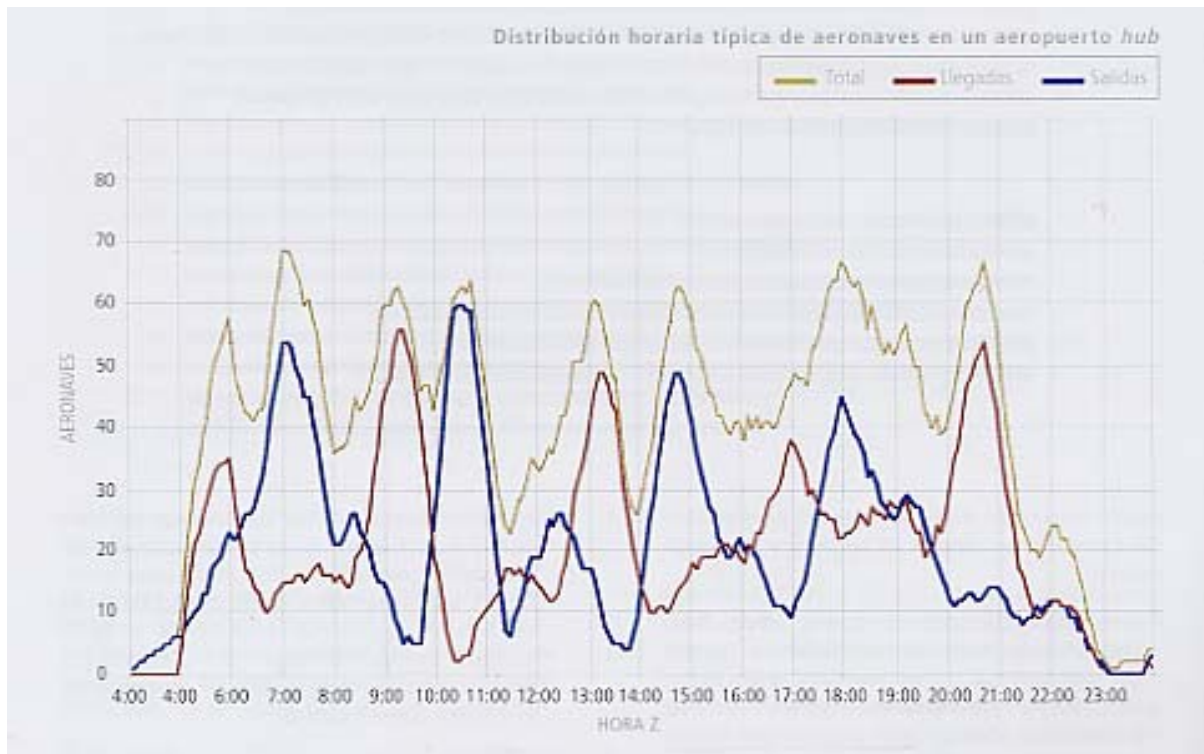
Para realizar análisis comparativos y poder obtener criterios de diseño y de planeamiento se han utilizado ratios de tráfico como:

$$\frac{AHP - Salidas}{AHP - totales}$$

$$\frac{AHP - Llegadas}{AHP - totales}$$

AHP = Aeronaves hora punta.

En aeropuertos que operan de una forma tradicional, y no hayan implantado plenamente una estrategia tipo “hub and spoke” estos ratios suelen oscilar entorno al 30%. En la gráfica se observa como los aeropuertos que tratan de operar como hub y que tienen problemas de capacidad de campo de vuelos, este ratio se aproxima al 70%.



Fuente: Aena

Figura 7.1: Distribución horaria típica en un aeropuerto hub.

En aeropuertos americanos, existe un equilibrio apreciable entre llegadas y salidas que podrían dar lugar a un mala interpretación, haciéndonos suponer que no se opera respecto

una estrategia hub. Nunca más lejos de la realidad, lo que sucede es que habiendo solucionado el problema de capacidad y operando con dos pares independientes de pistas paralelas se pueden permitir hasta un total de 10 a 12 bancos diarios de operaciones, solapando llegadas y salidas.

En la figura 7.1 observamos el ritmo de llegadas y salidas en oleadas típicas de una planificación hub&spoke.

Según una prognosis realizada por el Plan Barcelona sobre la planificación de aeronaves de un día tipo el Aeropuerto de Barcelona, en el horizonte del año 2015 y 2025 presenta un comportamiento similar al correspondiente a la mayoría de aeropuertos europeos que trabajan bajo una estrategia hub&spoke.

En las siguientes figuras podemos observar una prognosis de futuro para los horizontes 2015 y 2025, de la planificación de vuelos en llegadas y salidas del programa de vuelos del Aeropuerto de Barcelona.

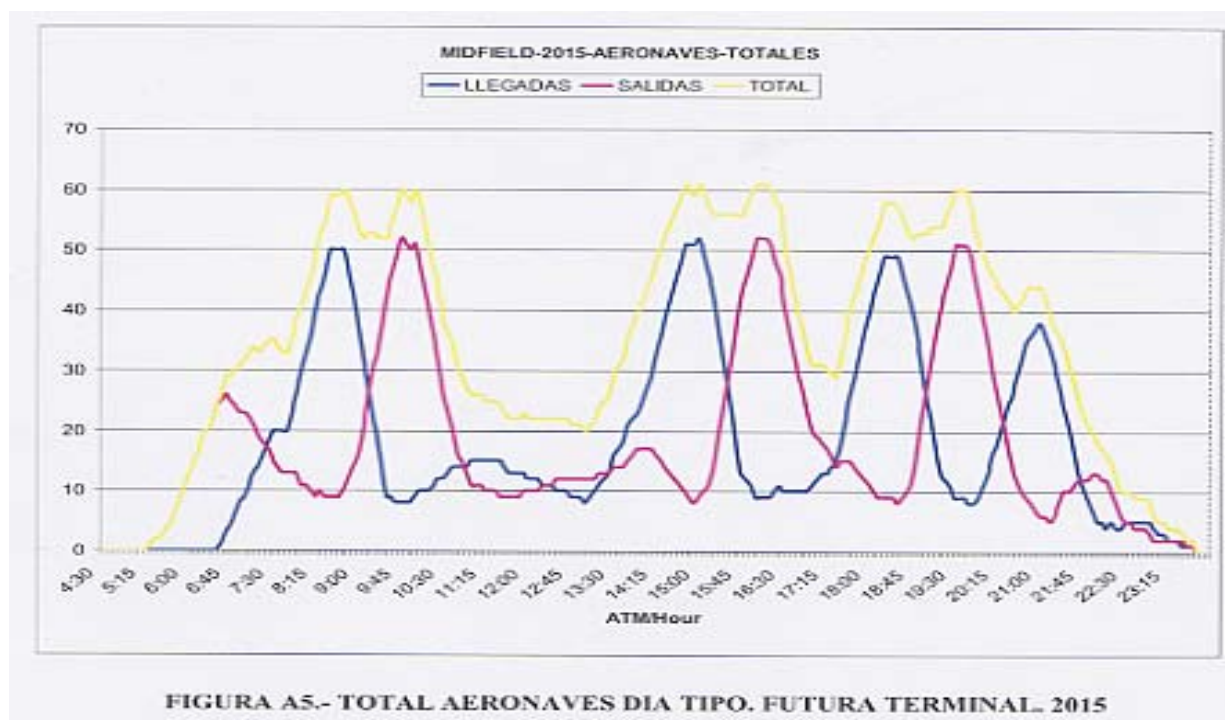


FIGURA A5.- TOTAL AERONAVES DIA TIPO. FUTURA TERMINAL. 2015

Fuente: Aena

Figura 7.2: Total aeronaves día tipo. Futura N.A.T Sud aeropuerto de Barcelona.

Como podemos observar en estos gráficos, el Aeropuerto de Barcelona trabajará en una configuración hub&spoke de acuerdo a una planificación típica de aeropuertos hubs

Europeos. Para el horizonte 2015 la planificación está basada en tres oleadas (o tres puntas horarias) de salidas y llegadas, donde los porcentajes de salidas y llegadas respecto los movimientos totales son del orden del 75 %, estos valores son en principio elevados y pueden producir problemas de inestabilidad ya que un pequeño desvío de esta planificación puede producir fuertes retrasos.

Para el horizonte 2025 la planificación ya no es tan clara que esté basada en tres puntas horarias, sino que empieza a observarse la aparición de una nueva punta horaria al final del día y además los valles ya no son tan marcados, en este sentido podemos considerar que la planificación del aeropuerto de Barcelona tiende a tener unos porcentajes de llegadas y salidas respecto los movimientos totales muy grandes, y por tanto los problemas de capacidad en las horas punta se verán intensificados, pudiendo resolverse a más largo plazo mediante la construcción de una cuarta pista, esto permitiría como hemos comentado anteriormente trabajar con dos pares de pistas independientes lo que ha permitido a los aeropuertos americanos solventar el problema de capacidad reduciendo los ratios de tráfico de salidas y llegadas en hora punta a niveles del 50 %.