

La ingeniería de aeropuertos

VICENTE CUDOS SAMBLANCAT
Ingeniero Aeronáutico

Cada muy pocos años, la aviación civil y militar cambia de tal forma que exige un replanteamiento general de la misma, replanteamiento que, a veces, se realiza con grandes dificultades por la falta de adaptación de los hombres a una evolución tan rápida, por la inercia propia de las organizaciones y la penuria de las inversiones.

En la primera época de la aviación el problema era el avión y se comprende que esto fuera así: el llegar con seguridad y regularidad de una ciudad a otra ya era suficiente para los transportistas aéreos. La exigencia del avión en tierra era muy pequeña: modestos talleres de mantenimiento, etc., cumplían perfectamente los objetivos que se les asignaban.

Por otra parte, la novedad del avión incluso justificaba en aquella época el olvido de su más modesto entorno. El problema es que el atractivo del avión ha ido en aumento, pero quizá por la velocidad de la evolución mucha gente no se ha dado cuenta de que han ido todavía más en aumento los problemas

del entorno del avión, hasta que han llegado a compararse con la aparición del tráfico de masas.

En la actualidad se nos están apareciendo en tierra una serie de problemas derivados del crecimiento, que están bloqueando el desarrollo del transporte aéreo: la falta de medios financieros en los aeropuertos, los accesos a los mismos, el ruido sobre las comunidades, la congestión, los retrasos, la degeneración del medio ambiente, las huelgas, los secuestros, las inadecuadas organizaciones, la falta de profesionalización, la politización de cargos técnicos, el intrusismo, la codicia que despierta un negocio que mueve recursos ingentes, etc., no creo que nos permita presentar un panorama optimista en tiempos inmediatos.

EVOLUCION

Hasta hace muy pocos años, el problema del transporte aéreo estaba únicamente en el aire, pero desde la aparición del tráfico de masas y del



reactor, a pesar de que se vuela a más altura, el centro de gravedad de los problemas de tráfico aéreo se ha acercado más al suelo, exigiendo de los aeropuertos nuevos conceptos de ingeniería mucho más amplios e imaginativos.

En efecto, puede observarse que la ingeniería aeroportuaria en su más amplio sentido, está experimentando desde hace unos años una gran evolución controlada por cinco factores.

El primer factor es el **incremento de la tecnificación**, ya que la tecnificación es la única esperanza de dar servicio y rentabilidad al mismo tiempo. Hablar de tecnificación no es referirse a la técnica de la construcción sino a la del diseño aeroportuario, ingeniería interdisciplinaria que con tanto ardor han defendido las organizaciones aeronáuticas.

El segundo factor es la **formación y profesionalización del personal**, factor que no siempre se acomete con la energía necesaria, lo cual puede hacer que se anulen las ventajas de la tecnificación.

Además, el transporte aéreo por su atractivo, su modernidad y otra serie de cualidades que lo hacen muy deseado, atrae a gran cantidad de profesionales de otros sectores que, si bien aportan un punto de vista diferente, a veces extrapolan conceptos intentando generalizarlos al campo aeroportuario, olvidando muchas veces la base primaria y razón de ser del transporte aéreo, que son los pasajeros, mercancías, aviones y el aeropuerto que les sirve.

La profesionalización está muy relacionada con el **conocimiento de la operación** y no se desarrollará una buena ingeniería aeroportuaria si se desconoce la operación.

El gran pensador de la aviación y de los aeropuertos Pierre Cott, dijo: *En los aeropuertos la técnica y la explotación, son dominios de actividad única, regidos por una mente empresarial.*

El tercer factor es la **diversificación de los tipos de instalaciones y equipos**, ya que los servicios al nuevo transporte y a los aviones gigantes, así como las necesidades comerciales hacen que el transporte aéreo esté englobando, dentro de su esfera, instalaciones que se consideraban atípicas del mismo, como pudieran ser los terminales de carga mecanizados o automatizados, los equipos de handling y manutención en tierra y equipos electrónicos que hace muy pocos años todavía se consideraban sueños futuristas. Se da entrada de una forma definitiva a la ingeniería de tráfico y se hace que la ingeniería de aeropuertos deje de ser una parcela de la ingeniería civil o de la arquitectura, ocupando su lugar con una pujanza extraordinaria la ingeniería de sistemas, ingeniería que a su vez se apoya en la ingeniería de métodos, la ingeniería de manutención, la de instalaciones, la electrónica y las dos auxiliares del sistema ya citadas, como son la ingeniería civil y la arquitectura.

La diversificación de los tipos de instalaciones y equipos obligada por el nuevo transporte, hace que

ya el aeropuerto no sea la pista de vuelo, sino que el aeropuerto son los servicios y la tendencia del tráfico y los aviones cada día lo confirman más.

El cuarto factor es la necesidad de **adaptar los diseños y los sistemas organizativos de los Aeropuertos** para mejorar y agilizar el tráfico y la gestión. La necesidad de diseñar estaciones terminales que cada vez sean más servicio y menos monumento. La evidente necesidad de crear sociedades especializadas, dada la importancia de algunos problemas que merecen un tratamiento especial, como el campo de la ingeniería aeroportuaria, el del handling, el de la carga aérea, el del mantenimiento, el de catering y el del entretenimiento.

El quinto factor es el **aumento de las inversiones para conseguir módulos rentables**, factor muy temido en los países en vías de desarrollo, ya que por la falta de medios financieros, no hay más remedio que hacer una selección previa de inversiones estudiada dentro de un sistema global del transporte del país.

CAMPOS DE ACTUACION

En la figura 1 hemos representado el sistema general aeroportuario, donde actúa la ingeniería de aeropuertos, que comprende desde el espacio

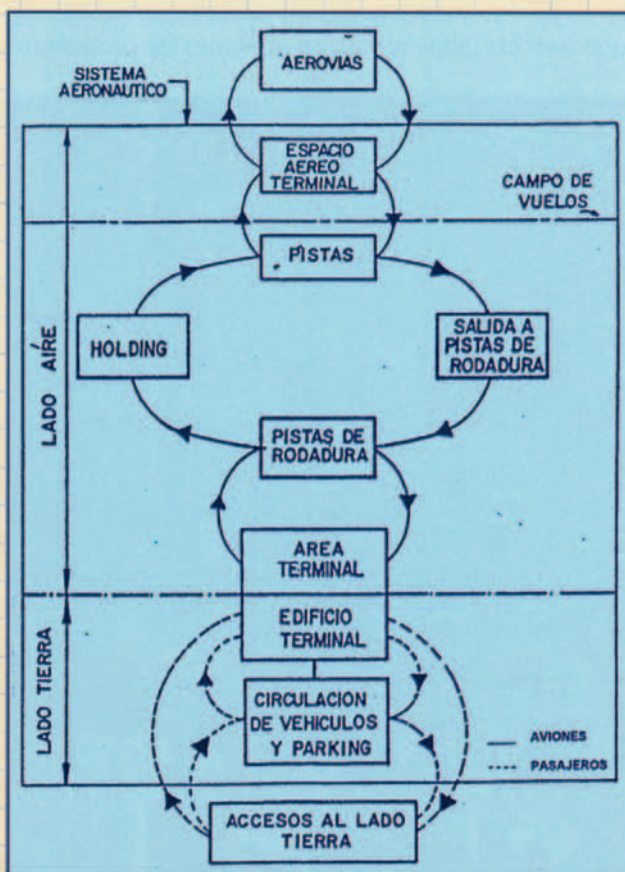


Figura 1. Sistema general aeroportuario.

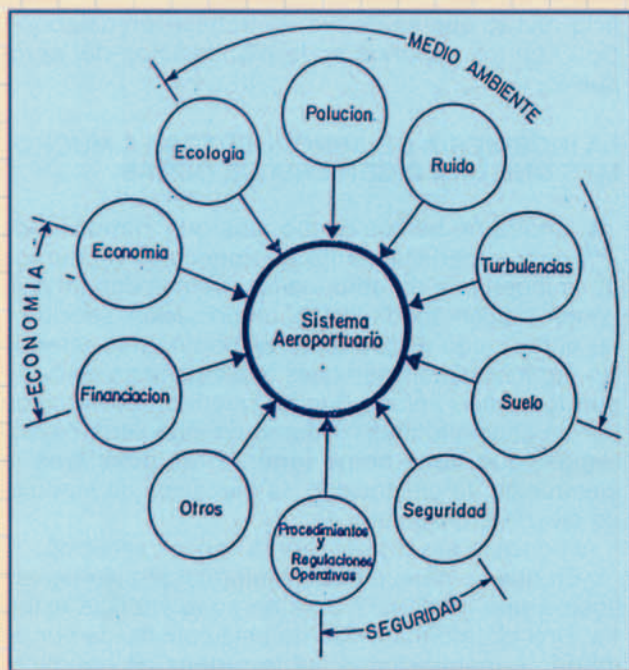


Figura 2. Restricciones sistema aeroportuario.

aéreo terminal, en donde los aviones procedentes de distintas rutas inician la aproximación hasta el acceso a la ciudad, todo ello dividido en dos sectores fundamentales: lado aire y lado ciudad.

Una característica procedente de la amplitud del campo de actuación, es la necesidad de gestionar grandes proyectos interdisciplinarios, lo que exige una preparación adecuada.

LAS RESTRICCIONES

El crecimiento constante de la demanda ha llevado a algunos aeropuertos a la congestión de los mismos, especialmente a los que sirven a las grandes áreas urbanas. Se espera que la demanda continúe y por lo tanto el sistema aeroportuario debe prepararse para aceptarla. El problema es encontrar la solución mejor y cuál es la que aceptaría mejor el público respecto al ruido, polución, etc...

Las ampliaciones de los aeropuertos y bases aéreas suelen ser impopulares ante el gran público por el impacto que causan al medio ambiente y por el problema del ruido.

A la hora de planificar hay que considerar las numerosas restricciones que se presentan. Llamamos restricciones a una serie de condicionamientos que pueden modificar los estudios teóricos, y que se han dibujado esquemáticamente en la figura 2. Todas ellas deben ser consideradas en un proceso de planificación, aunque algunas de ellas tengan más importancia que otras.

Las restricciones pueden clasificarse en tres categorías generales: seguridad, medio ambiente y económicas y financieras.

Los constructores de aviones han colaborado a la mejora del sistema aeronáutico construyendo aviones menos ruidosos y de más capacidad, sin que por esto pueda considerarse resuelto el problema de las restricciones.

Algunos especialistas sintetizan estos problemas en la palabra **pain** (dolor, sufrimiento): la **p** de people. Demasiada gente en los aeropuertos; la **a** de access. Cada día es más difícil llegar a los aeropuertos; la **i** de income. Impuestos y tasas elevadas; la **n** de noise. Ruido.

Otros con las primeras letras del alfabeto: la **a** de accés; la **b** de bruit. Ruido; la **c** de congestión; la **d** de délais. Retraso. la **e** de environnement. Medio ambiente; la **f** de finances. Impuestos y tasas elevadas; la **g** de grèves. Huelgas; etc.

Con frecuencia todos estos problemas se magnifican porque se politizan, olvidándose que la mayor parte de los aeropuertos ya estaban allí y de las ventajas de todo tipo, especialmente económicas que los aeropuertos proporcionan a su entorno.

LA PLANIFICACION Y EL PROYECTO

La planificación del Sistema General Aeroportuario es de gran complejidad, por lo que requiere la colaboración de los grupos interesados en la misma. Esta es una condición esencial y por eso hemos dibujado en la figura 3 cuáles son los grupos a los que nos referimos.

Como el objetivo de la ingeniería aeroportuaria es proyectar y construir buenos aeropuertos, vamos a exponer qué es lo que los pasajeros de avión y las compañías aéreas entienden por un buen aeropuerto según encuestas realizadas por IATA. Desde el punto de vista de los pasajeros, se considera que un aeropuerto es bueno cuando:

1º. Tiene accesos fáciles y eficaces tanto por carretera como por ferrocarril.

2º. La distancia desde la acera de llegadas a la facturación es corta y no tiene cambios de nivel.

3º. La distancia a recorrer desde el avión hasta la sala de recogida de equipajes es corta.

4º. La distancia desde la Aduana (o sala de recogida de equipajes, si no hay aduana) hasta la acera de salidas o a la estación de ferrocarril es corta.

5º La arquitectura y la decoración del aeropuerto son agradables y relajantes.

6º. Las colas de pasajeros son pequeñas (sistema fluido).

7º Se cumplen los horarios de vuelo.

8º. El sistema de entrega de equipajes es rápido y existen suficientes carros (trolleys) de transporte de maletas para los pasajeros en la sala de recogidas de equipajes.

9º. La señalización es clara y concisa.

10º. Las salas VIP de pasajeros de primera clase, o bussines, sean atractivas y estén colocadas cerca de la puerta de embarque.

Desde el punto de vista de las compañías aéreas un aeropuerto se considera un buen aeropuerto cuando:

1º. El plan director optimiza las funciones principales del aeropuerto y permite una expansión fácil en el futuro.

2º. Que tenga unas buenas ayudas a la navegación, aproximación, aterrizaje y despegue.

3º. El sistema de pistas maximice la capacidad del aeropuerto y permita la expansión del estacionamiento y la terminal en el futuro.

4º. La disposición de pistas haga que la distancia a recorrer por los aviones sean cortas.

5º. El estacionamiento de aviones disponga de sistemas adecuados de handling fijo (hidrantes, corriente de 400 ciclos, etc...), y áreas bien ordenadas para realizar las operaciones de handling.

6º. El edificio terminal anteponga su carácter funcional a una pura exhibición arquitectónica.

7º. Las zonas de trabajo sean atractivas para los empleados de compañías aéreas.

8º. El edificio terminal de pasajeros disponga de un sistema eficaz de movimiento de equipajes.

9º. El edificio terminal de pasajeros permita que al menos un 90% de los mismos puedan embarcar y desembarcar mediante pasarelas móviles (fingers).

10º. El edificio terminal disponga de la mayor zona comercial posible pero sin interrumpir el tráfico de los pasajeros. A su vez los locales comerciales ayudarán a soportar las tasas del uso del aeropuerto, disminuyendo cargas a las compañías.

11º. Las tasas de uso del aeropuerto sean razonables.

12º. La autoridad del aeropuerto entienda el bene-

ficio mutuo que se derive de trabajar en colaboración con los usuarios en la planificación del aeropuerto.

LA INGENIERIA DE AEROPUERTOS ES MUCHO MAS QUE UNA INGENIERIA DE OBRAS

Aunque no hemos hecho más que introducirnos muy superficialmente en conceptos modernos de la ingeniería de aeropuertos, vemos que la vieja denominación de "dirección, organización, sección... de obras", con la que tanto tiempo se han referido las organizaciones estatales a la ingeniería de aeropuertos, hace tiempo que ha quedado pulverizada por un concepto más moderno de ingeniería de sistemas, que tiene como ingenierías auxiliares la electrónica, la electricidad, la mecánica, la ingeniería civil, la arquitectura, etc...

Al principio fue la pista, ahora son los servicios.

¿En qué se parece una plataforma de aviones antigua a una moderna? Sólo en su apariencia externa. Una plataforma moderna está constituida por un mundo e instalaciones subterráneas de handling, como los hidrantes, la corriente de 400 Hz., el aire acondicionado de suministro a los aviones, galerías complicadas para albergar los sistemas automatizados de transporte de equipajes, etc.

¿Y los edificios terminales son vulgares edificios como puede ser cualquier otra obra arquitectónica? Vamos a ver que no.

El terminal de pasajeros para los explotadores de aeropuertos no es sólo un edificio, esa es su apariencia externa; y así OACI, FAA, IATA, etc., consideran que el primer concepto que debe atribuirse a un terminal de pasajeros, es la de ser un elemento de transferencia de pasajeros y equipajes de un transporte aéreo a un transporte de superficie y viceversa con la máxima eficiencia posible.

Es mucho lo que se juegan los operadores como para considerar el edificio terminal como un diseño arquitectónico puro. Por la misma razón también podría considerarse una fábrica como un diseño arquitectónico puro. El número de fracasos que ha proporcionado esta forma de pensar es conocido en todo el mundo especializado y muy recientemente en España.

Los edificios terminales necesitan un diseño interdisciplinario, y como lo más importante es el correcto funcionamiento de los mismos y su perfecta conexión a la plataforma de aviones, resulta necesario que el director funcional del proyecto sea un especialista en aeropuertos y tráfico.

Asimismo, los pasajeros esperan encontrar en la terminal un entorno atractivo y confortable. Por tanto el edificio terminal deberá tener un agradable aspecto arquitectónico, huyendo de monumentalismos estructurales y arquitectónicos. IATA en su ADRM de 1995 y en su punto 3.2.4 dice textualmente: *toda consideración de apariencia estética, espacio para*

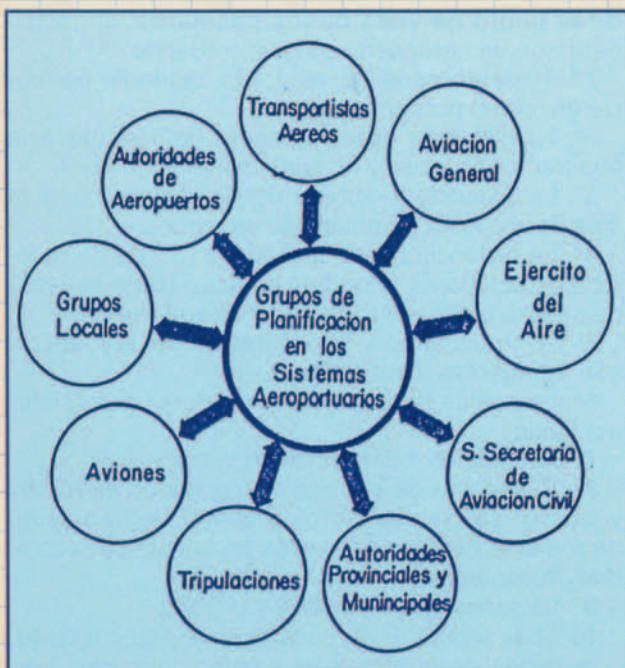


Figura 3. Grupos de planificación del sistema aeroportuario.



concesiones y otros espacios deberá subordinarse siempre a las necesidades del flujo y proceso de pasajeros. Los elementos estructurales deben proyectarse de forma que sea fácil la realización de modificaciones internas y expansiones futuras del terminal con la mínima interrupción de las labores de los operadores.

Antes de diseñar un edificio terminal hay que tener presente: el plan director del aeropuerto; los aviones en su aproximación al edificio terminal dentro de la plataforma; la forma de estacionamiento; el embarque y desembarque de pasajeros, equipajes, mercancías y correo; la composición del tráfico (nacional, internacional, charter,...); hora punta de pasajeros en cada instalación del terminal; tiempos de proceso por pasajeros en cada instalación del terminal; superficie necesaria por pasajero para el uso adecuado de cada instalación; el reaprovisionamiento de combustible; las operaciones de handling; la topografía del terreno, etc., y también analizar el concepto global de plataforma y edificio terminal, especialmente su lado aire, como un solo conjunto, que en el mundo de la Aviación se llama **el área terminal (Terminal Complex)**.

Las pistas, ¿son carreteras rectas de escasa longitud y de 40 a 60 metros de anchura? Desde luego que no. De entrada su longitud, pendiente y características físicas dependen de los performances de los aviones y de los procedimientos operativos, fun-

damentalmente en despegue. También de la capacidad de carga y radio de acción, de la temperatura y la altitud del aeropuerto.

¿Es que un túnel de pruebas de motores de reacción es un edificio? Sólo su apariencia externa. En realidad es un equipo que exige un estudio aerodinámico con grandes sistemas de ecuaciones trascendentes.

¿Qué decir de las estaciones terminales de mercancías mecanizadas y automatizadas, de los sistemas de handling fijos o móviles, de los sistemas electrónicos de ayudas a la navegación, a la aproximación y aterrizaje, que por sí solos forman un mundo?

LA ENSEÑANZA

No puedo pasarme de los límites que se me imponen para la redacción de este artículo, pero ¿no sería interesante comentar la necesidad de analizar una posible reforma de la enseñanza universitaria de las ingenierías de aeropuertos, a medio camino entre la gestión de grandes proyectos, la ingeniería de operaciones de vuelo, la ingeniería de operaciones de tierra, la ingeniería electrónica, industrial y civil? Todo ello sin olvidar que ser ingeniero de aeropuertos y no conocer la operación es algo parecido a ser médico y no conocer el funcionamiento del cuerpo humano. ■