



**INFORME ESTIMATIVO DE
PREVISIONES DE CRECIMIENTO
DEL AEROPUERTO DE BARCELONA
Y SU RELACIÓN CON LOS
ESTUDIOS DE CAPACIDAD**



Julio-2007

1 Propósito

El presente informe se elabora a petición del Ayuntamiento de Gavá con el objetivo de establecer un horizonte temporal de funcionamiento para el actual sistema de operaciones del Aeropuerto de Barcelona mediante el uso de pistas semi-mixtas, para ser contrastado con su equivalente correspondiente a operaciones con pistas independientes. Dicha comparativa permitirá abordar una estrategia de concreción en la solicitud a los Organismos pertinentes para prolongar el uso del actual modelo, al menos hasta el límite inicial que este documento acierte a establecer, en el entendimiento de que el dato estricto de los movimientos por hora que la configuración de pistas facilita, no refleja en última instancia ninguna referencia precisa a efectos divulgativos, más allá de su traducción de carácter puramente especializado o técnico.

2 Ámbito

Este estudio se confecciona para uso interno de sus resultados y conclusiones por parte del Ayuntamiento de Gavá.

3 Metodología y referencias

Como cualquier aproximación a elementos en términos de "pronóstico", los resultados del presente informe son susceptibles de desviación en la medida en que varíen los elementos en que se

sustenta y que irán exponiéndose a lo largo del desarrollo del mismo. De hecho, lo que este informe pretende realizar como aportación, es la corrección de las antiguas prognosis realizadas en el Plan Director del Aeropuerto del año 1999 y luego desarrolladas en el Plan Barcelona y aprobadas con posterioridad por la CSAAB.

Así los elementos sustanciales en que se basa el presente informe y que servirán de epígrafes para la redacción del mismo son:

- Directrices contempladas en el documento 8991 de OACI "Manual de previsiones de tráfico aéreo"
- Estudios de capacidad con herramienta SIMMOD desarrollados por la Asesoría aeronáutica del Ayuntamiento de Gavá.
- Estudio de tráfico del proyecto básico de ampliación del campo de vuelos en el Aeropuerto de Barcelona.
- Plan Director del Aeropuerto de Barcelona.
- Estadísticas reales de crecimiento de tráfico en el Aeropuerto de Barcelona hasta el año 2007.

A efectos de nomenclatura, se exponen a continuación las definiciones en base a criterios OACI y reflejadas en el RCA (Reglamento de Circulación Aérea) correspondientes a los distintos modos de operación de pistas paralelas y la terminología que este informe utilizará con el propósito de clarificación:

Modo segregado: una pista se usa exclusivamente para despegues y otra exclusivamente para aterrizajes.

Modo mixto: ambas pistas se usan indistintamente para despegues o para aterrizajes. Aunque en puridad no sea del todo exacto, pero dado que numerosos documentos emplean dicho término, en lo sucesivo emplearemos el de "**independientes**" como sinónimo del modo mixto.

Modo semi-mixto: una pista se emplea exclusivamente bien para

despegues o bien para aterrizajes y la otra se emplea simultáneamente para ambas maniobras. Éste es el modo en vigor en la actualidad en el Aeropuerto de Barcelona.

4 Desarrollo

A - Estudios de capacidad

Ante la demora planteada por AENA a la hora de fijar un dato de referencia de capacidad correspondiente al uso actual de pistas en modo semi-mixto, esta asesoría aeronáutica optó entre diversas alternativas, por obtener capacitación en herramienta SIMMOD (la misma utilizada en el Plan Director) para poder autogestionar los estudios de capacidad en colaboración con otras empresas especializadas en tal materia (ATAC y AIRSIGHT). Fruto de esta iniciativa fue el desarrollo de una modelización básica del Aeropuerto de Barcelona de la que a modo de resumen se extrajeron los siguientes resultados:

1- A efectos técnicos de estudio, no se considera riguroso fijar una cifra exacta para definir la capacidad de un modelo determinado.

2- Son precisas múltiples iteraciones, cada una aportando resultados diferentes en base a criterios aleatorios, para poder hacer una aproximación válida promedio a la capacidad real de un determinado escenario.

3- En la medida en que el problema que nos ocupa busca precisamente datos concretos en aras de permitir su divulgación y fijar una solicitud concreta, se establecerán cifras exactas que respondan con la mayor precisión posible al problema planteado. Así pues y dado que en numerosos documentos ya aprobados se consigna de modo taxativo el valor de **90 operaciones/hora como capacidad máxima del modelo de pistas independientes**, daremos como válida tal cifra, si bien tal y como hemos adelantado, dicho dato puede ser también cuestionado en base a múltiples parámetros que potencialmente podrían alterarlo.

4- Dando por correcto dicho valor, hemos utilizado una metodología semejante basada en los siguientes parámetros:

-Reglas de separación entre tráficos definidas por carta de acuerdo entre Control de aeródromo y Control de aproximación.

-Separaciones por categoría de estela turbulenta según OACI.

-Arquitectura del aeropuerto con NTS en servicio y calles de rodaje de acuerdo con proyecto de Plan Barcelona.

-Estudios realizados para configuración preferente Oeste.

-Espacio aéreo sin restricciones en TMA.

-Flota de aeronaves según previsiones del Plan Barcelona.

Partiendo de tales premisas, los resultados después de numerosas iteraciones vienen a coincidir como regla general y a pesar de la diversidad de cifras para cada ejemplo, en una capacidad superior en el modelo de uso de pistas independientes, si bien en porcentajes aproximados en torno al 8% - 10% respecto al de pistas semi-mixtas.

En base a este resultado y dando por válida la cifra promedio de 90 como capacidad válida del modelo de pistas independientes, se puede establecer en **82 operaciones/hora el valor de capacidad del actual sistema de pistas semi-mixtas** con los parámetros ya referidos.

Más allá de los resultados referidos, resulta conveniente señalar en este apartado un dato de singular interés extraído de los mismos estudios. Cómo la teoría sobre modelos de capacidad contempla, la operación en pistas paralelas puede realizarse según los modos segregado, semi-mixto e independiente, correspondiendo por regla general unas capacidades de menor a mayor según se progresa del primero al último de los tipos referidos en el orden citado. Pues bien, en el caso particular del Aeropuerto de Barcelona cuyo funcionamiento actual es de acuerdo con el modo semi-mixto, se da la circunstancia de que en la modelización SIMMOD sobre la que se han realizado los trabajos, se obtienen resultados de superior **capacidad mediante la operación segregada pura que sobre la semi-mixta en vigor**. Dicha paradoja que inicialmente podría parecer contradictoria o delatar un error en el diseño del modelo de estudio, se justifica en el entendimiento de que el modo semi-mixto aquí aplicado no constituye una progresión sobre el modo segregado al que se incorpora un uso más amplio de pistas de modo discrecional a voluntad del Control aéreo para permitir absorber una mayor demanda de tráfico, **sino más bien una limitación** impuesta sobre tal modo debido a la imposibilidad de una de las pistas, dada su reducida longitud, para acoger la operación de un determinado porcentaje de aeronaves.

Sirva tal precisión que los estudios de capacidad iluminan con claridad para, en términos estrictamente técnicos, dejar constancia de la servidumbre que en la arquitectura del actual Aeropuerto de Barcelona supone **el desequilibrio en la longitud de las 2 pistas paralelas existentes**, y que incluso en la operación con pistas independientes, **confiere a la infraestructura de una fragilidad** que en determinadas circunstancias excepcionales podría conllevar un colapso de consecuencias no deseables.

B - Previsiones iniciales contempladas en Plan Director y estudios de Plan Barcelona

El Plan Director del Aeropuerto de Barcelona contempla en su capítulo 7 "Previsiones de demanda" diversos estudios y pronósticos en base a parámetros que no se especifican aquí por motivos de concisión. A su vez, dichas previsiones fueron con posterioridad refinadas tal y como contemplan los numerosos documentos aprobados por la CSAAB y que reflejan otra serie de estadísticas de desarrollo y crecimiento del proyecto de ampliación, en base a estudios posteriores pero utilizando el propio Plan Director como fundamento de referencia.

Expondremos en este apartado diversas tablas correspondientes a ambos tipos de prognosis, tanto en materia de número de pasajeros esperado como en el de tráficos aéreos, haciendo mayor énfasis en este último por corresponder más al propósito de este estudio, señalando en forma resumida los fundamentos en que se basan y consignando exclusivamente las que se consideran más significativas. En cualquier caso como podrá observarse y tal es el propósito de esta exposición, el tráfico real operado ha demostrado ser muy superior de forma significativa a las previsiones desarrolladas en ambos casos. Analicemos pues diferentes ejemplos extraídos de los documentos referidos:

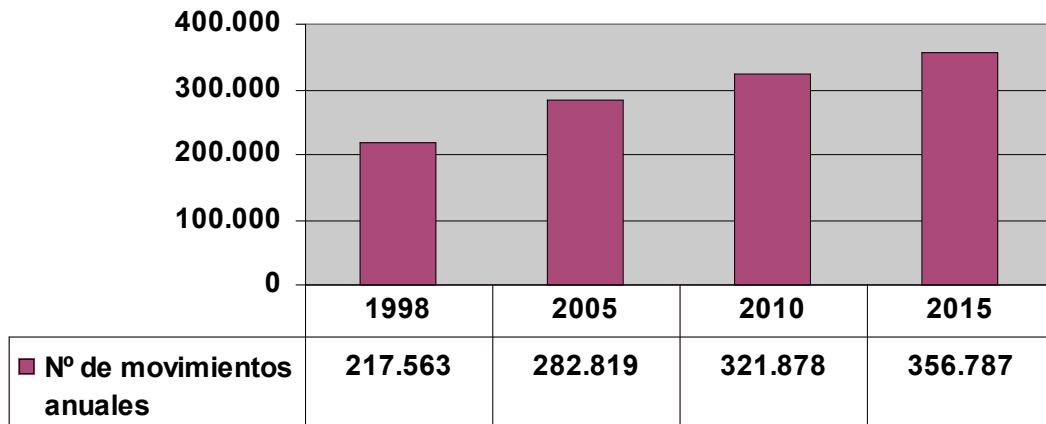


Tabla 1: Previsión de la evolución del número de movimientos anuales (Plan Director)

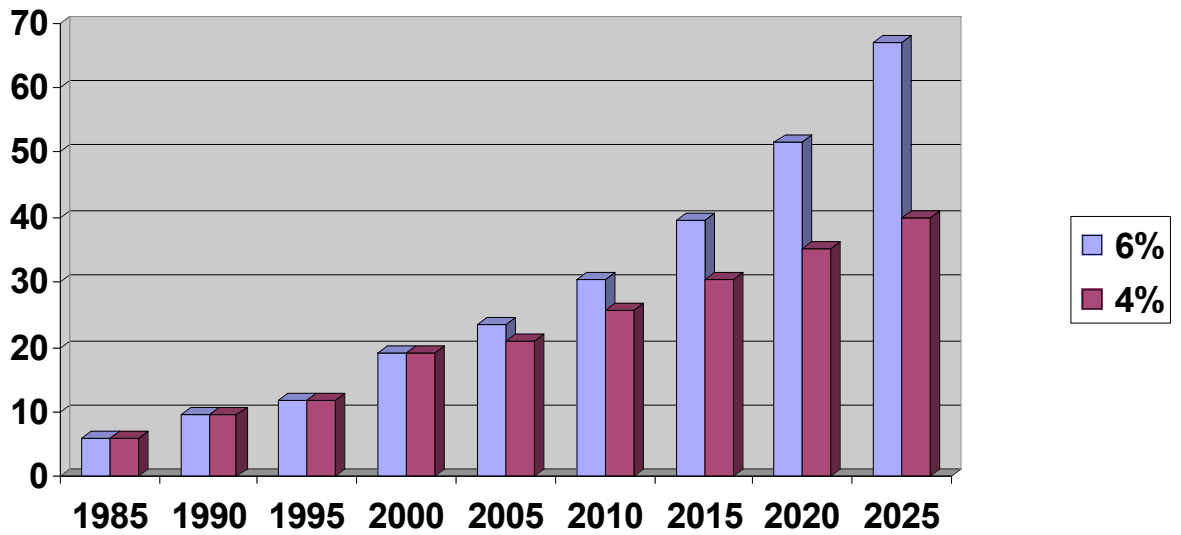


Tabla 2: Previsiones de tráfico de pasajeros 1998-2025 (Plan Director). Año/Millones de pasajeros

Merece la pena reseñarse que de los dos porcentajes de desarrollo contemplados en la tabla 2 y correspondientes a crecimientos del 4% y 6%, es el primero de ellos al que se aplica mayor grado de fiabilidad entendiendo que crecimientos superiores no son sostenibles y por adaptarse los resultados del primero a objetivos de crecimiento que para aquel entonces se consideraban suficientes.

La siguiente tabla de referencia refleja los pronósticos de la progresión de demanda de tráfico, estableciendo en el año 2025 el supuesto horizonte de saturación de la infraestructura en base a unos datos básicos como son:

- Operación con pistas independientes
- 90 operaciones/hora como capacidad máxima
- Periodo diurno entre las 7:00 LT y las 23:00 LT, y nocturno entre las 23:00 LT y las 7:00 LT
- 89% tráfico diurno y 11% tráfico nocturno

AÑO	Nº OPS/DIA
2004	865
2008	1.042
2015	1.203
2025	1.420

Tabla 3: Previsión de movimientos/día (Plan Barcelona y docs. aprobados en CSAAB)

Los años contemplados en la tabla 3 corresponden a los distintos escenarios contemplados como hitos en el proceso de desarrollo y ampliación del Aeropuerto, siendo éstos la entrada en funcionamiento de la nueva pista (2004), la fecha inicial contemplada para la inauguración de la Nueva Terminal Sur de pasajeros (2008), el límite de funcionamiento del Aeropuerto sin restricciones de tráfico (2015) y el escenario de saturación (2025).

A continuación expondremos en la tabla siguiente unos datos de mayor precisión procedentes del estudio del desarrollo de tráfico del Aeropuerto de Barcelona entre los años 1982 a 1999 mediante la aplicación a los índices de crecimiento durante tal periodo, de regresiones matemáticas en base a la serie histórica de los años referidos. Las regresiones utilizadas hasta decidir el modelo más adecuado, fueron las de **tipo lineal, parabólico, logarítmico y exponencial**, que aquí no concretamos en aras de la simplificación del informe. Estas fórmulas permitieron obtener una serie de datos y coeficientes de correlación que cotejados con las previsiones contempladas por AENA y detalladas en el Plan Director, terminan por establecer **la regresión logarítmica como la más apropiada** a las previsiones esperadas, fijando valores más concretos y que se detallan a continuación:

AÑO	REGRESIÓN	PREVISIÓN AENA
	LOGARITMICA	PLAN DIRECTOR
2000	243.798	246.000
2005	291.369	278.000
2010	338.821	312.000
2015	386.155	338.000
2020	433.372	392.000
2025	480.472	433.000

Tabla 4: Estimación de operaciones/año (proyecto de ampliación del campo de vuelos y Plan Director)

A efectos de simplificación y de un más fácil entendimiento, dado que los datos aparecen contemplados en quinquenios, podríamos considerar que la ecuación logarítmica contempla unos porcentajes de aumento de demanda en términos de promedio de 3,6% para los años del 2000 al 2005, 3,05% del 2005 al 2010, 2,65% del 2010 al 2015, 2,35% hasta el 2020 y 2,1% hasta el 2025, que detallamos en la siguiente tabla

QUINQUENIO	TASA DE CRECIMIENTO
2000-2005	3,6 %
2005-2010	3,05 %
2010-2015	2,65 %
2015-2020	2,35 %
2020-2025	2,1 %

Tabla 5: Conversión al modo lineal de regresión logarítmica

También parece interesante señalar aquí la previsión de aeronaves tanto en hora punta como en día punta que el Plan Director contempla y que aparecen reflejadas en la siguiente tabla:

AÑO	TRÁFICOS HORA PUNTA	TRÁFICOS DÍA PUNTA
2000	64	804
2005	70	881
2010	76	957
2015	81	1.010

Tabla 6: Previsión de aeronaves en hora y día punta (Plan Director)

C - Datos reales de crecimiento

En el apartado anterior se plasmaban las previsiones relativas a tráficos con que se ha venido trabajando para el desarrollo del proceso de ampliación del Aeropuerto de Barcelona. Expondremos a continuación los datos reales de tráfico con especial mención a los relativos a los años del 2004 al 2006 y los meses hasta Mayo del 2007, por cuanto son éstos los más recientes y significativos, por corresponder a la entrada en funcionamiento en Septiembre de 2004 de la tercera pista del Aeropuerto. Se consignan asimismo los datos de pasajeros que aunque revisten menor interés para los fines de este estudio, constatan también la necesidad de corrección al alza en las previsiones iniciales

AÑO	TRÁFICOS	TASA DE CRECIMIENTO
2003	282.021	4,1 %
2004	291.369	3,3 %
2005	307.811	5,6 %
2006	327.650	6,4 %
2007*	142.942*	9 % *

Tabla 7: Datos reales de movimientos/año en el Aeropuerto de Barcelona (AENA)

***Datos de 2007 acumulados hasta mes de Mayo**

AÑO	PASAJEROS	TASA DE CRECIMIENTO
2003	22.572.590	6,6 %
2004	24.558.138	7,9 %
2005	27.152.745	10,6 %
2006	30.008.302	10,5 %
2007*	12.351.641*	8,2 % *

Tabla7: Datos reales de pasajeros/año en el Aeropuerto de Barcelona (AENA)

***Datos de 2007 acumulados hasta mes de Mayo**

De la simple comparación de dichos datos reales con los pronósticos de trabajo del apartado anterior se desprende de manera inmediata el notable aumento de la de demanda real respecto a la esperada, planteándose por tanto la necesidad de una revisión al alza de los pronósticos de partida.

Sirvan como ejemplos más significativos los datos de la máxima operación/día obtenida el pasado 29 de junio de 2007 con **1.102 operaciones** cuando el plan director establecía un pico de **1.010 operaciones para el año 2015**. También merece reseñarse que los casi **328.000 tráficos operados en el año 2006** constituyen la cifra de operaciones esperadas para el año **2013 según el Plan Director o el 2009 según las estimaciones más precisas** de la regresión logarítmica. Asimismo de mantenerse el actual ritmo de crecimiento del presente año que supone un 9% sostenido y acumulado hasta el mes de Mayo respecto a cifras del año anterior, establecería la cifra total de tráficos del **2007 en 357.138 operaciones** que serían la cifra pronosticada para los años **2013 y 2017** respectivamente en las anteriores previsiones. En cuanto a cifras relativas a crecimiento en el número de pasajeros, resulta suficientemente significativo observar que

ya en el año **2006 se alcanzan los 30.000.000** que corresponden a las previsiones esperadas para el 2015 en el Plan Director.

Por último y a efectos de no obviar ninguna de las unidades de referencia en cuanto a términos de capacidad, merece especial mención que tales cifras que denotan un crecimiento sobresaliente se han logrado mediante una capacidad declarada de **62 tráficos/hora** que en breve pasarán a 64, habiendo absorbido el sistema picos de demanda ya superiores a 70 tráficos hora con la actual configuración de pistas en modo semi-mixto.

D - Nueva prognosis y corrección de previsiones iniciales

Dada la complejidad y el factor de error inherente a los análisis de previsión, como se puede constatar de la revisión de los datos anteriores, parece prudente no tanto optar por una ecuación distinta a la anteriormente utilizada, pues la regresión logarítmica responde a un patrón de elevada fiabilidad, como a aplicarla corrigiendo los valores que el histórico aportaba y en base al último dato de valor real conocido como es el del año 2006. Así pues se han establecido **tres curvas** de las que a continuación se consignan los valores derivados: una primera y más optimista en términos de crecimiento que contempla un aumento de demanda cuya tasa es el doble la de las previsiones iniciales, por tanto un **100 %** sobre dichas estimaciones; otra más discreta con un **50%** sobre idéntico valor y una última que sería de menores expectativas de crecimiento, contemplando un **33%** de aumento sobre la tasa inicialmente estimada. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos:

AÑO	INCREMENTO		
	100%	50%	33%
2006	327.650	327.650	327.650
2010	413.649	390.727	383.303
2012	457.786	421.797	410.603
2013	481.590	438.247	424.974
2015	SATURACIÓN	473.096	455.242
2016	SATURACIÓN	489.181	469.354
2017	SATURACIÓN	SATURACIÓN	483.903
2018	SATURACIÓN	SATURACIÓN	SATURACIÓN

Tabla 8: Aplicación de índices correctores a previsión según regresión algorítmica. Unidades Ops/año

De la extrapolación de todos los datos, parece excesivo suponer un mantenimiento de índices de demanda del 100% sobre las estimaciones iniciales. En este sentido siguen teniendo plena validez los argumentos contemplados en el Plan Director, más algunos otros que el paso del tiempo parece reforzar, en el sentido de esperar un determinado freno respecto a las elevadas tasas de crecimiento experimentadas en los últimos tiempos, debido a motivos de índole diversa, a saber, entrada en funcionamiento del tren de alta velocidad, factores de seguridad, precio de los carburantes, ajustes en el sector turístico, competencia entre aeropuertos, etc.

Por todo ello parece más prudente atender a índices de corrección de crecimiento más moderado como los de 50% o 33%, en base a los cuales y según establezcamos la barrera de saturación en 480.000 o 450.000 operaciones/año en función de los documentos de referencia

que empleemos, parecen situarse los horizontes de saturación entre los años 2015 Y 2017. Por tanto y acudiendo nuevamente a la concreción que este informe pretende, podemos convenir en el año 2016 como horizonte de saturación de la actual infraestructura aeroportuaria en base a la arquitectura inicial contemplada en todos los estudios previos y funcionamiento mediante pistas independientes.

No dejaremos de señalar a este respecto que el **término de saturación no significa el colapso de la infraestructura** sino más bien el límite a partir del cual surge la necesidad de administrar y desarrollar soluciones fuera de las contempladas para permitir el ulterior desarrollo del aeropuerto más allá de dicho límite.

E – Correlación de previsiones corregidas con datos de capacidad

De otra parte, es ahora necesario ajustar los aumentos de demanda con las posibilidades de cada escenario de funcionamiento en cuanto a términos de capacidad. Como es ya sabido, el impacto medioambiental producido por la operación con pistas independientes es notablemente más severo que el de pistas semi-mixtas, de modo que resultaría de enorme interés prolongar en la medida de lo posible el empleo de dicha operativa en tanto en cuanto la misma lo permita sin menoscabo de la operatividad de la infraestructura aeroportuaria.

Es a este respecto que como resulta de uso común, la mecánica para acoger un aumento de tráfico pasa por ir **aumentando progresivamente la capacidad declarada del aeropuerto** tal y como de hecho se ha venido haciendo en el propio de Barcelona y es

procedimiento habitual en cualquier aeropuerto en fase de desarrollo. Resulta crucial en este sentido señalar la necesidad de desarrollar este mecanismo de forma paulatina para permitir a todos los servicios implicados en el aumento del tráfico y que conforman el aeropuerto (facturación, aduana, seguridad, movilidad, la propia gestión de pistas...) ir adaptándose progresivamente a dicho crecimiento: desarrollos súbitos o aumentos desproporcionados pondrían en riesgo el necesario equilibrio para el funcionamiento de toda la estructura aeroportuaria que se vería afectada por el colapso de una cualquiera de sus partes dada la directa relación e interdependencia que entre todas ellas debe existir.

En base a estas premisas parece recomendable que, en el caso de efectivos y contrastados aumentos de demanda de tráfico, éstos sean absorbidos mediante el aumento a su vez del término de **capacidad declarada en ejercicios anuales y en cifras discretas de entre 1 a 3 tráficos** en función de las necesidades de absorción de demanda.

Así en el supuesto de unos índices de crecimiento de operaciones mantenidos en términos tan sobresalientes como los observados en los años recientes, si tal supuesto obligara a elevar permanentemente las capacidades declaradas, resultaría que la diferencia de operación entre la máxima definida en 90 para el uso de pistas independientes y 82 correspondientes al modo semi-mixto, supone 8 unidades de diferencia, que en el peor de los supuestos, entrañarían 3 años consecutivos de máximo aumento de capacidad en cifras del orden de 3 - 3 y 2 por año respectivamente. De tales cálculos cabe inferir, siempre en base a toda la serie de supuestos aquí contemplados, que **el horizonte de funcionamiento del actual sistema de pistas semi-mixtas y las vigentes condiciones de operación, se situaría en torno al año 2013.**

5 Resumen y conclusiones

1- Aunque el establecimiento de una cifra exacta como límite de capacidad de un aeropuerto adolece de rigor técnico, en la necesidad de concretar comparaciones entre los modelos de operación y gestión de pistas puede convenirse el dato de 90 operaciones/hora para el modo de pistas independientes y **82 operaciones/hora para el modo de pistas semi-mixtas** como representativos de la capacidad de ambos modelos.

2- La experiencia demuestra que el aumento de la capacidad declarada no puede hacerse sino de forma **progresiva y paulatina** a lo largo del tiempo, en el entendimiento de que el aeropuerto es una entidad compleja que abarca multitud de áreas interrelacionadas (la propia gestión de pistas, facturación, aduanas, servicios, seguridad, transportes, etc) y que deben adaptarse poco a poco y de manera simultánea al aumento de demanda que todo desarrollo conlleva. Un aumento puntual y súbito de la demanda podría provocar un colapso en cualquiera de dichos elementos con el consiguiente perjuicio para el equilibrio y buen funcionamiento de toda la instalación.

3- De la extrapolación de datos y porcentajes, teniendo en consideración diversos parámetros como la prognosis de crecimiento contemplada en los estudios iniciales del Plan Director y del Plan Barcelona; el crecimiento real experimentado por el Aeropuerto en los últimos tres años desde la inauguración de la tercera pista, claramente superior al inicialmente estimado; la absorción de demanda correspondiente a los modos de operación en modo independiente y en

modo semi-mixto; y otra serie de variables a ser contempladas, cabe concluir que el **actual modelo de gestión con pistas semi-mixtas es capaz de absorber la demanda esperada hasta un horizonte aproximado establecido en el año 2013**. Asimismo se debe señalar que en base a idénticos parámetros el escenario de **saturación con el modelo de pistas independientes** se alcanzaría con similar metodología **en torno al año 2016**.

4- Durante el periodo de tiempo hasta dicha fecha, **cabe implementar mejoras tanto técnicas como de infraestructura que contribuyan a optimizar el modelo y permitir la prolongación del mismo por encima de dicho límite**.

5- En base a todo ello **se recomienda la prolongación del uso de pistas semi-mixtas más allá de la entrada en funcionamiento de la nueva Terminal Sur** al menos hasta que se alcance el escenario de saturación para dicha operativa así como que se realicen los estudios pertinentes para aplicar las posibles mejoras tanto técnicas como de infraestructura que permitan la prolongación en el tiempo de tal operativa.

6- Dejar constancia de que una de las posibles mejoras a implementar en términos estrictamente técnicos, podría ser **dotar a la infraestructura de la posibilidad de operación en modo segregado puro**. Tal medida, de poder ser llevada a efecto, permitiría no sólo un aumento en la capacidad sino también **corregir** una de las limitaciones estructurales que constituye la **mayor debilidad de diseño del actual Aeropuerto**, más aún desde su pretendida proyección como centro de conexiones internacionales (HUB).