

SAAB 2000

La alta velocidad con turbohélices

JOSE ANTONIO MARTINEZ CABEZA
Ingeniero Aeronáutico

Lejanos están ya los días en los que sencillos y económicos aviones de hélice sentaron las bases del transporte aéreo regional, otrora llamado "tercer nivel", frase cuyo peyorativo sonido para el oído del usuario supuso su marcha del argot aeronáutico. Hoy la aviación regional es exigente y a ella se dirigen una parte de los esfuerzos de los fabricantes de aviones, con una oferta donde al clásico turbohélice ha venido a unirse recientemente el reactor, aquel en trance de optimización para aproximarse a los puntos fuertes de sus rivales desprovistos de hélices sin perder las características que durante años le han mantenido como oferta única. El último llegado del lado de los aviones turbohélice es un avión de 50 pasajeros en el que la industria española colabora de manera decisiva.

VISTO desde fuera la imagen que presenta el SAAB 2000 es la de una versión alargada del SAAB 340, pero examinado con más detalle es posible apreciar como se trata de un avión más avanzado que su predecesor además de superior en lo que a tamaño se refiere. El SAAB 2000 supone, de hecho, un salto tecnológico importante que ha supuesto para la firma sueca SAAB un esfuerzo notable cuyo objetivo es hacerse con un porcentaje apreciable del sector del mercado en el que va a competir.

Si el fuselaje del SAAB 2000 se ha podido derivar directamente del empleado en el modelo 340 merced a un alargamiento de aproximadamente un 25 por 100 con referencia a este último, ha sido por la moderada sección transversal con que cuenta, perfectamente adecuada para la velocidad de crucero prevista para el SAAB 2000, superior globalmente en un 23 por 100 a la de su predecesor; si a ello se une que el diseño de la estructura del fuselaje del SAAB 340 permitía aumentar la presión diferencial hasta 7 psi sin modificaciones, la conclusión es que el fuselaje del SAAB 340 fue un diseño de lo más afortunado y rentable.



1 hora y 27 minutos duró el primer vuelo del SAAB 2000 sucedido el 26 de marzo de 1992 (fotografía de J. Lindahl).

El mantenimiento de la sección transversal del fuselaje ha significado la continuidad en las distribuciones de asientos de tres por fila ya vista en el SAAB 340 y la necesidad de estudiar detalladamente el diseño del interior del avión para apurar al máximo el espacio disponible. Como en el SAAB 340, para el anclaje de los asientos ha sido preciso utilizar fijaciones no estándar junto a las paredes

de la cabina, solución no muy deseable desde el punto de vista de la diversificación de la oferta de asientos, pero a cambio el SAAB 2000 (como el SAAB 340) ofrece asientos de 18,5 pulgadas de ancho interior, eso sí, a costa de contar con un pasillo de tan solo 16,3 pulgadas. La disposición descrita significa que sólo se puede colocar una fila de armarios para equipajes de mano junto al techo, en





El cuarto vuelo del prototipo SAAB 2000 número uno le llevó de Linköping al aeródromo de Skavsta (Nyköping), fue además la primera ocasión en que se retrajo el tren de aterrizaje (fotografía de N.G. Widh).

lugar de las dos que son habituales en los aviones de mayor sección de fuselaje, situada precisamente sobre los asientos dobles, en el lado derecho según dirección de vuelo.

El objetivo de SAAB es dejar el nivel de ruido interior del modelo 2000 en 76 dB (A), valor sensiblemente inferior al del SAAB 340. Para lograrlo SAAB ha unido sus esfuerzos con una firma especializada estadounidense; una vez debidamente analizada la estructura y definida su respuesta a las excitaciones procedentes de la planta propulsora, fundamentalmente de las hélices, se ha definido un equipo de amortiguadores viscoelásticos que debidamente posicionados en los puntos clave del fuselaje limitan y controlan la amplitud de las



El primer prototipo del SAAB 2000 iba pintado por su lado derecho con los colores de SAAB y por su lado izquierdo con los colores de Crossair, la compañía aérea cuyo encargo coincidió con el lanzamiento del programa (fotografía de J. Lindahl).

vibraciones estructurales. SAAB está considerando también la posibilidad de utilizar un sistema activo de control de ruido en desarrollo actualmente por Dowty; el sistema en cuestión recibe permanente información de las revoluciones de los motores y otros parámetros relacionados con el ruido, de manera que a través de unos altavoces estratégicamente distribuidos por la cabina y el correspondiente computador, genera sonidos en contrafase con los que llegan a la cabina, anulando sus principales armónicos con lo que el nivel acústico de la cabina se ve sensiblemente reducido.

El ala como es lógico debía ser de mayor superficie a la hora de la comparación con el SAAB 340, resultando crítico el cumplimiento con el objetivo de velocidad impuesto al



Fuselaje, ala y estabilizadores del primer SAAB 2000 debidamente ensamblados en la Factoría de Linköping (fotografía de N.G. Widh).

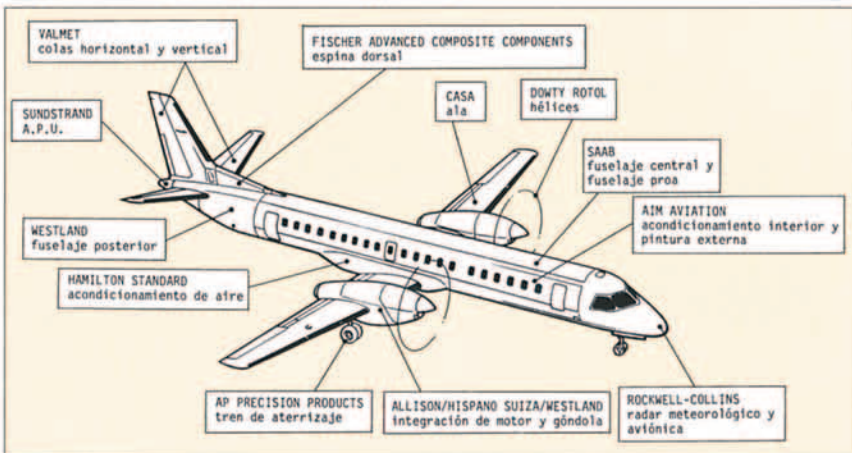


El precio de venta del SAAB 2000 en su configuración básica es de 12,8 millones de dólares estadounidenses (fotografía de J. Lindahl).



El ala del SAAB 2000 número uno voló a Linköping desde Sevilla a bordo de un Short Belfast de HeavyLift. Su llegada tuvo lugar el 18 de agosto de 1991 y fue saludada también por la lluvia (fotografía de T. Caspersson).

avión. También en este apartado la suerte acompañó a SAAB, toda vez que los estudios y ensayos en túnel aerodinámico mostraron que el SAAB 2000 podría emplear un ala derivada de la del SAAB 340, con el mismo perfil, un 15 por 100 superior en envergadura y cuya superficie sería un 33 por 100 mayor. Conviene recordar que el ala del SAAB 340 fue desarrollada con la colaboración de la firma estadounidense Fairchild, lo que es tanto como decir que la experiencia de la NASA se incorporó de una u otra forma en su diseño. De hecho el ala del SAAB 340 marcó un hito en su día por tener un espesor relativo inferior al habitual en aviones



Los principales subcontratistas del programa SAAB 2000 resumidos en un dibujo esquemático.

EL SEGUNDO DE LA FAMILIA

Los estudios acerca de un avión derivado del SAAB 340, mayor en lo referente a capacidad de pasajeros, comenzaron en 1985. Se buscaba definir el segundo miembro de una familia de aviones turbohélice capaz de competir con los reactores regionales que ya se vislumbraban en el horizonte. Además de un buen porcentaje de elementos comunes con el SAAB 340, el primer miembro de la familia, el nuevo avión debería ofrecer una capacidad de 50 pasajeros con asientos separados a un paso de 32 pulgadas (813 mm.), ampliable hasta 58 asientos merced a la reducción del paso con referencia a esa cifra. Otros parámetros de diseño eran un confort interior cuyo máximo exponente se cifraría a posteriori en un nivel de ruido en torno de los 76 dB(A), parejo al de los aviones comerciales de reacción, concretándose las actuaciones en una velocidad de crucero sensiblemente alta, de 360 nudos, con tiempos bloque en rutas cortas y medias comparables con los típicos de los reactores comerciales. Una velocidad ascensional alta, 10 minutos hasta 20.000 pies despegando al nivel del mar, completaba la panoplia de parámetros de diseño del que más adelante pasaría a conocerse como SAAB 2000.

El lanzamiento oficial del nuevo avión se produjo el 15 de diciembre de 1988, simultaneado con el anuncio de la compra de 25 unidades en firme con 25 opciones más por parte de la compañía suiza Crossair, compañía cuya importancia para SAAB ya venía de atrás, como se comprueba sin ir más lejos al ver que en su flota figuran 14 aviones SAAB 340A y otros 15 SAAB 340B.

La fabricación del SAAB 2000 comenzó en febrero de 1990, después de que en diciembre de 1989 la cartera de pedidos del nuevo biturbohélice de SAAB sumara la bonita cifra de 135 compras en firme y opciones. Probablemente ese fue uno de los argumentos que movieron al Gobierno sueco en el sentido de paliar las dificultades económicas coyunturales de SAAB concediéndola un crédito cercano a los 200 millones de dólares estadounidenses en los últimos días de 1989, crédito cuya finalidad era contribuir a la financiación del SAAB 2000 hasta 1994, con el compromiso de iniciar su devolución a partir de la entrega del avión número 31 para concluir en el 2009.

Aunque SAAB ha conservado una porción importante del trabajo en el SAAB 2000, las circunstancias aconsejaron en su momento la búsqueda de colaboraciones compartiendo riesgos. La firma Allison fue la primera de la lista, seleccionada con su motor GMA 2100A como responsable primera de la integración de la planta propulsora en julio de 1989. Siguió Dowty en noviembre de 1989 como suministradora de las hélices y, un poco antes, en octubre de 1989, CASA para el diseño, ensayos y fabricación del ala, mandos y parte de las góndolas de los motores y Valmet para el desarrollo y producción de ambos estabilizadores y sus correspondientes mandos. En enero de 1990 fue Westland la elegida para la producción del fuselaje posterior.

La participación de la empresa española CASA es algo que debe destacarse en el contexto de este artículo. En enero de 1991 tuvo lugar el encolado metal-metal del primer revestimiento del ala del SAAB 2000 en la Factoría de Getafe, todo un récord por su longitud de 12 m. y sus anchuras en ambos extremos de 1,5 m. y 0,6 m. respectivamente. Fue el 17 de agosto de 1991 el día en que CASA hizo entrega a SAAB en la Factoría de San Pablo de la primera ala producida para el SAAB 2000, Factoría que es responsable de su montaje final y pruebas funcionales; de hecho una gran parte del trabajo está centrada en Andalucía donde varias subcontratistas de CASA colaboran también en el programa. El ala del SAAB 2000 emplea avanzadas tecnologías, tales como el encolado metal-metal antes citado, el conformado superplástico de titanio, la fibra de carbono y, por supuesto, el mecanizado de grandes piezas por control numérico.

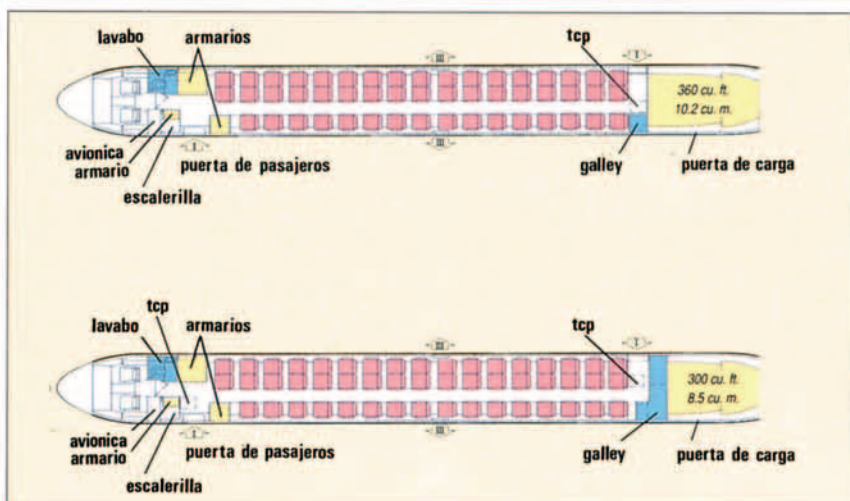
El primer vuelo del SAAB 2000 se realizó con unos días de retraso debido a problemas de fugas de aceite en uno de los dos motores. El 23 de marzo de 1992 se realizaron unas carreras por pista a plena potencia, con algunos "saltos", y posteriormente, el 26 de marzo, tenía lugar ese acontecimiento.

de sus dimensiones. La geometría del ala y su estructura fueron definidas por SAAB, pero a partir de ahí fue CASA quien tomó la responsabilidad completa sobre ese vital elemento del SAAB 2000.

SAAB pensó en su momento sobre la conveniencia de emplear mandos "fly-by-wire" en el SAAB 2000, pero desistió posteriormente de esa idea porque el incremento en el precio del avión no se vería compensado por las ventajas que aportarían y por mantener el mayor grado de comunalidad posible con el SAAB 340, aunque no podemos descartar tampoco que los problemas vividos por SAAB con el JAS39 Gripen jugaron su papel en contra. Tan sólo el mando de dirección responde a ese concepto debido al caso de fallo de motor en despegue, y funciona con un sistema suministrado por Dowty Aerospace. El devenir de los ensayos en vuelo ha forzado a SAAB a modificar el diseño del estabilizador horizontal por haberse detectado baja estabilidad longitudinal a altos regímenes del motor.

La planta propulsora comparte con fuselaje y ala la inmensa mayor parte de la responsabilidad en las actuaciones del SAAB 2000. El Allison GMA 2100A está directamente basado en el turboeje T406 que equipa al avión VTOL Bell Boeing V-22, debidamente complementado con un grupo de engranajes reductores fundamentado en el que incorpora el motor T56, con el beneficio añadido de la experiencia obtenida por Allison y la NASA en el programa conjunto que llevaron a efecto tiempo atrás en busca de los criterios que deberían ser aplicados en las cajas de engranajes reductores del futuro. ::El Allison GMA 2100A puede llegar hasta los 4.125 SHP, aunque en la operación normal del SAAB 2000 está limitado en potencia; cuenta con un FADEC suministrado por Lucas que controla también la hélice, el cual es una modificación debidamente reprogramada para adaptarlo a las hélices Dowty del FADEC empleado en el propio Bell Boeing V-22.

Se ha citado antes la comunalidad con el SAAB 340 como criterio final de diseño de los mandos de vuelo



Dos configuraciones típicas del SAAB 2000, para 50 pasajeros a un paso de 32 pulgadas entre asientos. En ambos casos existe la opción de sustituir el armario delantero derecho por una puerta de servicio, y en la representada en la parte inferior, se dispone en la parte posterior de la cabina de un galley de grandes dimensiones a costa de reducir el volumen disponible en el departamento de equipajes posterior (8,5 m³ en vez de 10,2 m³) habiendo espacio a bordo para un segundo tripulante de cabina de pasajeros.

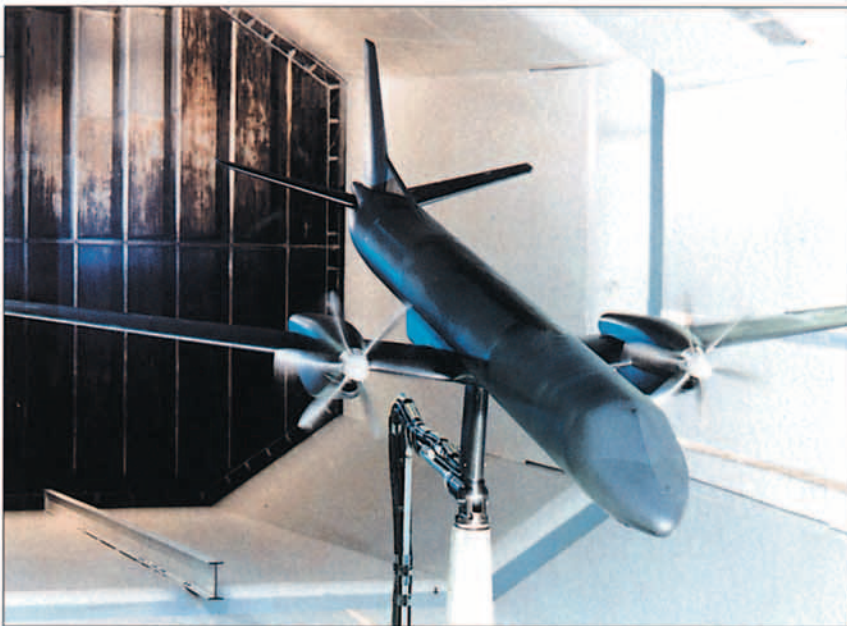


La cabina de vuelo del SAAB 2000 con los seis CRT en primer plano.

hasta donde ha sido posible mantenerlo y se ha referido también la directa relación entre los fuselajes del SAAB 2000 y el SAAB 340. Es pues el momento de recapitular sobre los porcentajes de partes comunes entre ambos aviones. Las cifras dependen bastante del punto de vista que se adopte para la comparación, pero una vez ya en vuelo el avión parece lógico que la unidad de medición sea la fabricación, y en ese aspecto los números varían sensiblemente según la zona examinada, con un máximo de partes comunes en la zona de cabina de vuelo, de un 70 por 100 aproximadamente, un 50 por 100 en el fuselaje y cola globalmente considerados y, como es lógico, un mínimo en el ala.

La aviónica básica del SAAB 2000 es la Collins Pro-Line 4, con un total de seis CRT de 7,25 pulgadas en el panel frontal de la cabina de vuelo. Dos de ellos operan como PFD (Primary Flight Display), otros dos como ND (Navigation Display) y los dos restantes como EICAS (Engine Indication and Crew Alerting System). En opción figuran el TCAS (Traffic Alert and Collision Avoidance System) y el ACARS (Aircraft Communication and Reporting System), además de la operación en Categoría IIIa, una innovación en el terreno de la aviación regional aportada por el SAAB 2000 para competir con sus homólogos reactores y con los aviones comerciales de mayor tamaño, siempre que el cliente así lo requiera. No obstante, la certificación de la Categoría IIIa será bastante posterior a la obtención del certificado de tipo, y con toda probabilidad vendrá influida en sus plazos por la situación en las planificaciones de las entregas a los clientes que opten por ella; hay que tener en cuenta que es una opción cara, que conlleva muchas horas de vuelos de certificación, por lo que es usual que los clientes se piensen detenidamente la conveniencia de contar con ella o no.

Tres son los aviones que están sacando adelante el plan de ensayos en vuelo preciso para la obtención del certificado de tipo, en el curso del cual deberán sumar unas 1.200 horas de permanencia en el aire. Los tres SAAB 2000 de certificación tienen



Los ensayos en túnel aerodinámico efectuados en 1988 demostraron que el ala prevista para el SAAB 2000 podría volar eficientemente hasta velocidades de Mach 0,7.

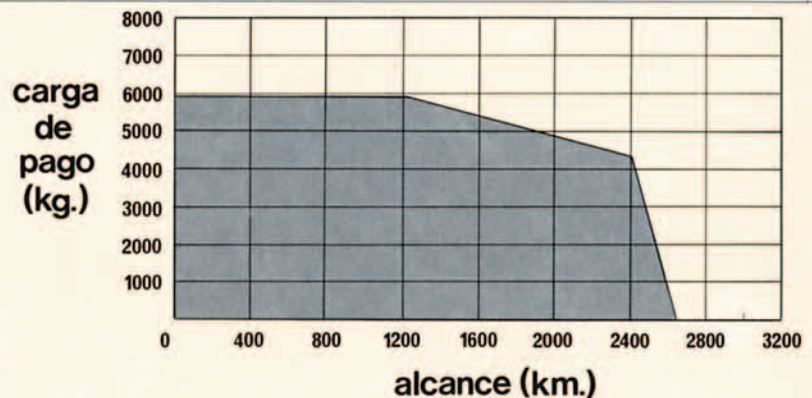
su base de operaciones en el aeródromo de Skavsta, sito a unos 100 km. al nordeste de Linköping, a donde fue llevado el primer prototipo (registrado SE-001) después de haber efectuado tres vuelos en las instalaciones de SAAB de Linköping. La razón por la que SAAB ha escogido una sede diferente de esta última ha sido evitar posibles interferencias con la experimentación del JAS 39 Gripen que después de sus pasados problemas se enfrenta actualmente a la parte más densa de sus ensayos, donde además el objetivo es recuperar tiempo perdido. En Skavsta SAAB ha destacado un equipo de unas 100 personas y ha montado un taller donde se pueden efectuar con la rapidez precisa las pequeñas modificaciones que vienen a ser habituales en cualquier avión durante su fase de certificación de tipo.

El primer SAAB 2000 tiene a su cargo los ensayos de actuaciones y comportamiento en vuelo, mientras que el segundo prototipo está destinado también a ensayos de actuaciones, pero en condiciones climatológicas extremas en el sentido de las altas temperaturas. El tercer prototipo tiene que enfrentarse a los siempre complejos ensayos de integración de la aviónica y las comunicaciones; además será el primer avión de serie, si bien no será el primero entregado a una compañía aérea, honor que le corresponderá al SAAB 2000 número 4

y que si todo sigue el ritmo previsto, será aceptado por Crossair el 3 de septiembre de 1993 coincidiendo -he ahí la anécdota- con el cumpleaños número 50 de Moritz Suter, presidente de esa compañía suiza.

Se han construido además dos estructuras para ensayos, una para las pruebas estáticas y otra para la experimentación en fatiga, donde el SAAB 2000 se certificará inicialmente para una vida en fatiga de 60.000 horas. La certificación de tipo del SAAB 2000 por parte de la JAA y la FAA deberá llegar en el segundo cuatrimestre de 1993 si no surgen inconvenientes ni contratiempos importantes.

En la fecha del primer vuelo del SAAB 2000 (26 de marzo de 1992), SAAB había registrado ya 46 ventas



PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL SAAB 2000.

Dimensiones

Longitud:	27,03 m.
Envergadura:	24,76 m.
Altura:	7,72 m.
Diámetro del fuselaje:	2,31 m.
Superficie alar:	55,74 m ² .

Pesos

Peso vacío operacional:	13.500 kg.
Peso máximo sin combustible:	19.400 kg.
Peso máximo de despegue:	22.000 kg.
Peso máximo de aterrizaje:	21.500 kg.
Carga máxima de pago:	5.900 kg.

Actuaciones

Velocidad máxima de crucero a 25.000 pies:	678 km/h.
Velocidad máxima de crucero a 31.000 pies:	658 km/h.
Longitud de pista al despegue FAR 25 (atmósfera estándar al nivel del mar):	1.485 m.
Longitud de pista al aterrizaje FAR 25 (atmósfera estándar al nivel del mar):	1.310 m.

Motores

2 Allison GMA 2100A limitados a 3.650 SHP al despegue. Hélices Dowty de seis palas y 3,81 m. de diámetro; 1.100 rpm al despegue, 950 rpm en crucero.	
Capacidad máxima de combustible:	5.185 lit.



El prototipo número tres del SAAB 2000 fue presentado en Farnborough'92. Había efectuado su primer vuelo el 28 de agosto de 1992. En la imagen aparece dando fin a su exhibición en vuelo del día de la prensa de la citada exposición aeronáutica (fotografía de J.A. Martínez Cabeza).



CARTERA DE PEDIDOS DEL SAAB 2000 EN LA FECHA DE SU PRIMER VUELO (26 DE MARZO DE 1992)

CLIENTE	BASE DE OPERACIONES	VENTAS EN FIRME	OPCIONES
Air Marshall Islands	Majuro (Islas Marshall)	2	2
American Airlines	Dallas (Texas, E.U.A.)	-	50
Brit Air	Morlaix (Francia)	-	4
Business Express	Newhaven (Connecticut, E.U.A.)	-	10
Comair	Cincinnati (Ohio, E.U.A.)	-	10
Crossair	Basilea (Suiza)	25	25
Hazelton Airlines	Cudal (Australia) -		2
Northwest Airlinck	Memphis (Tennessee, E.U.A.)	10	-
Salair	Estocolmo (Suecia)	5	5
Skywest	St. George (Utah, E.U.A.)	-	20
Swedair	Estocolmo (Suecia)	-	3
No identificados		4	7
TOTAL		46	148

en firme y contaba con 148 opciones, mientras que ese mismo día la cartera de pedidos de los SAAB 340A y 340B cifraba ya en 366 las ventas, todas cerradas sin ninguna opción pendiente. Como la tabla adjunta muestra, son compañías estadounidenses las que figuran mayoritariamente entre la clientela del SAAB 2000; se dice que las compañías que han optado por este nuevo biturbohélice lo han hecho en base a las cifras económicas de explotación que ofrece en el espectro de rutas comprendido entre los 350 km. y los 1.800 km. de recorrido, después de desechar los reactores re-

gionales en base a lo que estiman costos operativos superiores y menor flexibilidad de operación de estos últimos. Tal parece que las compañías que han optado por el SAAB 2000 buscan establecer una categoría de operación regional con mayores recorridos sin escalas y con una clara tendencia a alejarse del tradicional servicio entre los grandes aeropuertos internacionales y los pequeños aeropuertos de sus zonas de influencia, donde la elevada velocidad de crucero hará atractiva al viajero la opción del avión en competencia con los otros medios de transporte. El

SAAB 2000 se integrará con rapidez en la saturadas aerovías de Europa y los Estados Unidos y contará con menos obstáculos para el acceso a los aeropuertos en que la congestión imponga restricciones a la operación de los aviones regionales menos adaptados por sus actuaciones y necesidades operativas. En definitiva el SAAB 2000 es una respuesta para las compañías regionales que temen, no sin razón, ser las perdedoras en la batalla que en los próximos años se desarrollará por obtener permisos de operación en las zonas conflictivas para el tráfico aéreo. ■