

APÉNDICE A

MÓDULO NÚM. B0-10: MEJORES OPERACIONES MEDIANTE TRAYECTORIAS EN RUTA MEJORADAS

Resumen	Permitir el uso del espacio aéreo que de otra forma estaría segregado (es decir, el espacio aéreo de uso especial) junto con rutas flexibles ajustadas a patrones de tráfico específicos. Esto ofrece más posibilidades de rutas, reduce la posible congestión en las rutas troncales y puntos de cruce muy activos, generando una reducción de la longitud de vuelo y del consumo de combustible.	
Impacto operacional principal según el Doc 9854	KPA-01 – Acceso y equidad, KPA-02 – Capacidad, KPA-04 – Eficiencia, KPA-05 – Medio ambiente, KPA-06 – Flexibilidad, KPA-09 – Previsibilidad.	
Entorno operacional/ Fases de vuelo	En ruta, TMA	
Consideraciones de aplicabilidad	Aplicable a operaciones en ruta y en el espacio aéreo terminal. Se perciben beneficios inicialmente a nivel local. Entre más grande sea el espacio aéreo en cuestión, mayores serán los beneficios, en particular para los aspectos de derrotas flexibles. Se acumulan ventajas con respecto a los vuelos y/o la afluencia. Su aplicación tendrá lugar en forma natural durante un período prolongado a medida que vaya evolucionando el tránsito. Las características pueden introducirse gradualmente, empezando por las más simples.	
Componentes del concepto mundial según el Doc 9854	AOM – organización y gestión del espacio aéreo AUO – operaciones de los usuarios del espacio aéreo DCB – equilibrio entre la demanda y la capacidad	
Iniciativas del plan mundial (GPI)	GPI-1: Uso flexible del espacio aéreo GPI-4: Uniformidad de las clasificaciones del espacio aéreo superior GPI-7: Gestión dinámica y flexible de las rutas del espacio aéreo GPI-8: Diseño y gestión del espacio aéreo en colaboración	
Interdependencias principales	Ninguna.	
Lista de verificación del estado de preparación mundial		Situación (disponible o fecha prevista)
	Estado de preparación de las normas	✓
	Disponibilidad de la aviónica	✓
	Disponibilidad de los sistemas terrestres.	✓
	Procedimientos disponibles	✓
	Aprobaciones de operaciones	✓

1. NARRATIVA

1.1 Consideraciones generalidades

1.1.1 En muchas regiones las rutas de vuelo ofrecidas por los servicios de tránsito aéreo (ATS) son estáticas y se demoran en adaptarse a la evolución de las exigencias operacionales de los usuarios,

especialmente para pares de ciudades a grandes distancias. En ciertas partes del mundo, las estructuras existentes de rutas regionales se han quedado desactualizadas y se están convirtiendo en factores limitantes debido a su falta de flexibilidad.

1.1.2 La capacidad de navegación de las aeronaves modernas es un argumento obligatorio a favor de alejarse de las estructuras de rutas fijas y pasar a una alternativa más flexible. El cambio constante de vientos en las zonas superiores influye directamente en el consumo de combustible, y proporcionalmente en la huella de carbono. De ahí el beneficio de las rutas flexibles diarias. Los sistemas sofisticados de planificación de vuelo con que cuentan hoy en día las líneas aéreas tienen la capacidad de predecir y validar rutas diarias óptimas. Así mismo, los sistemas terrestres utilizados por ATS han mejorado significativamente su capacidad de comunicación, vigilancia y gestión de datos de vuelo.

1.1.3 El paso de rutas fijas a flexibles se puede lograr en forma gradual, ordenada y eficiente utilizando los actuales sistemas de las aeronaves y de control de tránsito aéreo (ATC)

1.2 Base

1.2.1 La base para este módulo varía de un Estado/región a otro. No obstante, aunque algunos aspectos ya se han mejorado a nivel local, la base generalmente corresponde a una función de organización y gestión del espacio aéreo que se caracteriza, al menos en parte, por acciones individuales de los Estados, redes de rutas fijas, zonas segregadas permanentemente, navegación convencional o uso limitado de la navegación de área (RNAV), asignación rígida del espacio aéreo entre las autoridades civiles y militares. En ciertos casos, la integración de los ATS civiles y militares ha servido para eliminar algunos de los problemas, aunque no todos.

1.3 Cambios introducidos por el módulo

1.3.1 El objetivo de este módulo es mejorar los perfiles de los vuelos en la fase en ruta mediante la implantación y plena aplicación de procedimientos y funciones sobre las que ya se cuenta con una experiencia sólida pero que no se han explotado en forma sistemática y cuya naturaleza permite utilizar mejor el espacio aéreo.

1.3.2 El módulo brinda la oportunidad de explotar las capacidades de la navegación basada en la performance (PBN) para eliminar las limitaciones de diseño y operar más flexiblemente, facilitando a la vez la gestión global de la afluencia de tránsito.

1.3.3 El módulo se compone de los siguientes elementos:

- a) planificación del espacio aéreo: posibilidad de planificar, coordinar e informar sobre el uso del espacio aéreo. Esto incluye aplicaciones de toma de decisiones en colaboración (CDM) para el espacio aéreo en ruta para anticiparse a la información sobre solicitudes de uso del espacio aéreo, tener en cuenta las preferencias e informar sobre las limitaciones;
- b) uso flexible del espacio aéreo (FUA) para permitir el uso del espacio aéreo que de otra forma estaría segregado y la reserva de volúmenes adecuados para uso especial; esto incluye la definición de rutas condicionales; y
- c) Rutas flexibles (derrotas flexibles): configuraciones de rutas diseñadas para patrones de tráfico específicos.

1.3.4 Este módulo es un primer paso para una organización y gestión más optimizadas del espacio aéreo pero que requeriría de asistencia mucho más especializada. La implantación inicial de PBN, RNAV por ejemplo, aprovecha la tecnología terrestre y la aviónica existentes y facilita la colaboración ampliada de los proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP) con los asociados, el sector militar, los usuarios del espacio aéreo, los Estados vecinos.

1.4 **Elemento 1: planificación del espacio aéreo**

1.4.1 La planificación del espacio aéreo conlleva actividades para organizar y gestionar el espacio aéreo antes del momento del vuelo. En este caso, se refiere más específicamente a actividades para mejorar el diseño estratégico mediante una serie de medidas encaminadas a conocer mejor el uso previsto del espacio aéreo y ajustar el diseño estratégico valiéndose de medidas pre-tácticas o tácticas.

1.5 **Elemento 2: uso flexible del espacio aéreo (FUA)**

1.5.1 El uso flexible del espacio aéreo es un concepto de gestión del espacio aéreo según el cual el espacio aéreo no debe designarse para uso exclusivo del sector civil ni del sector militar sino que debería considerarse como un espacio continuo en el que, en la medida de lo posible, deben haber cabida para los requisitos de todos los usuarios. Determinadas actividades requieren reservar un volumen de espacio aéreo para uso exclusivo o uso específico por determinados períodos, debido a las características de su perfil de vuelo o a sus características peligrosas y la necesidad de asegurar una separación efectiva y segura del tráfico aéreo no participante. La aplicación efectiva y armonizada del FUA requiere de reglas claras y coherentes para la coordinación civil/militar, que deberían tener en cuenta los requisitos de todos los usuarios y la naturaleza de sus distintas actividades. Los procedimientos de coordinación civil/militar eficiente deberían contar con reglas y normas que aseguren el uso eficiente del espacio aéreo por todos los usuarios. Es esencial promover la cooperación entre Estados vecinos, y tener en cuenta las operaciones transfronterizas al aplicar el concepto del FUA.

1.5.2 Cuando se realizan varias actividades aeronáuticas en el mismo espacio aéreo pero con distintos requisitos, se deberían coordinar de forma que se puedan ejecutar los vuelos en forma segura y se utilice el espacio aéreo disponible en forma óptima.

1.5.3 La exactitud de la información sobre la situación del espacio aéreo y las situaciones particulares del tránsito aéreo, así como la distribución oportuna de esta información a los controladores civiles y militares tienen un impacto directo sobre la seguridad operacional y la eficiencia de las operaciones.

1.5.4 El acceso oportuno a la información actualizada sobre la situación del espacio aéreo es esencial para todas las partes que deseen aprovechar las estructuras del espacio aéreo que se pongan a su disposición cuando presenten o vuelvan a presentar sus planes de vuelo.

1.5.5 La evaluación periódica del uso del espacio aéreo es una manera importante de aumentar la confianza entre los proveedores de servicios civiles y militares y los usuarios y es una herramienta esencial para mejorar el diseño del espacio aéreo y la gestión del mismo.

1.5.6 El FUA debe regirse por los siguientes principios:

- a) la coordinación entre las autoridades civiles y militares debería organizarse a los niveles estratégico, pre-táctico y técnico de la gestión del espacio aéreo mediante el

establecimiento de acuerdos y procedimientos con el objetivo de aumentar la seguridad operacional y la capacidad del espacio aéreo y mejorar la eficiencia y la flexibilidad de las operaciones de las aeronaves.

- b) la coherencia entre la gestión del espacio aéreo, la gestión de la afluencia de tránsito y los servicios de tránsito aéreo debe establecerse y mantenerse en los tres niveles de gestión del espacio aéreo a fin de asegurar, para beneficio de todos los usuarios, la eficiencia en la planificación, la asignación y el uso del espacio aéreo;
- c) la reservación del espacio aéreo para uso exclusivo o específico de categorías de usuarios debe ser temporal, aplicarse únicamente en períodos limitados basados en el uso real y cesar tan pronto haya cesado la actividad que haya conducido a su establecimiento.
- d) Los Estados deberían desarrollar cooperación para la aplicación eficiente y coherente del concepto FUA a través de las fronteras nacionales y/o de los límites de las regiones de información de vuelo, y en particular, deberían tratar las cuestiones relativas a las actividades transfronterizas; esta cooperación abarcará todas las cuestiones pertinentes de orden jurídico, operacional y técnico; y
- e) Las unidades ATS y los usuarios deberían asegurarse de utilizar de la mejor forma posible el espacio aéreo disponible.

1.6 **Elemento 3: rutas flexibles**

1.6.1 Las rutas flexibles constituyen un diseño de rutas (o derrotas) para ajustarse a los patrones de tráfico y otros factores variables como las condiciones meteorológicas. El concepto, empleado en el Atlántico Septentrional desde hace décadas, puede ampliarse para aplicarse a flujos estacionales o de fin de semana, incluir eventos especiales, y en general, ajustarse mejor a las condiciones meteorológicas, ofreciendo un conjunto de rutas que se ajustan más a las preferencias de los usuarios para la afluencia de tránsito en consideración.

1.6.2 Donde ya existen, los sistemas de rutas flexibles, se pueden mejorar en función de las nuevas capacidades ATM y de las aeronaves, como la PBN y la vigilancia dependiente automática (ADS).

1.6.3 Una de las aplicaciones actuales del elemento es el sistema de planificación dinámica de las rutas aéreas (DARSP), empleado en la región Pacífico, que prevé derrotas flexibles y una separación horizontal mínima reducida de 30 NM utilizando RNP 4 y ADS y comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto (CPDLC).

1.6.4 Las condiciones meteorológicas de actividad convectiva, en particular la convección profunda asociada a cúmulos en forma de torre y/o nubes cumulonimbos, causan muchas demoras en el sistema actual debido a su peligrosidad (engelamiento severo, turbulencia severa, granizo, tormentas, etc.), su carácter a menudo localizado, y a la intensidad laboral de los intercambios de voz sobre cambios de ruta complejos durante el vuelo. La automatización moderna de las comunicaciones de datos permitirá proporcionar las nuevas rutas para salir de dicha actividad convectiva de manera mucho más rápida y eficiente. Esta mejora operacional acelerará la entrega de autorizaciones y se traducirá en una disminución de las demoras y del número de millas voladas en condiciones meteorológicas de actividad convectiva.

2. MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS/MÉTRICA PARA DETERMINAR EL ÉXITO

2.1 La métrica para determinar el éxito del módulo se propone en el *Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea (Doc 9883)*.

<i>Acceso y equidad</i>	Mejor acceso al espacio aéreo mediante la reducción de volúmenes permanentemente segregados.
<i>Capacidad</i>	La disponibilidad de más series de rutas reduce la posible congestión en las rutas troncales y en puntos de cruce congestionados. El uso flexible del espacio aéreo ofrece más posibilidades de separación horizontal de los vuelos. La PBN permite reducir la separación entre rutas y aeronaves. Esto a su vez reduce la carga de trabajo por vuelo para los controladores.
<i>Eficiencia</i>	Los distintos elementos permiten establecer trayectorias más cercanas a las óptimas individuales al reducir las limitaciones impuestas por configuraciones permanentes. En particular, el módulo reducirá la longitud de vuelo y el consumo y las emisiones correspondientes. Los ahorros potenciales constituyen una proporción significativa de las ineficiencias relacionadas con la ATM. El módulo reducirá el número de desviaciones y cancelaciones de vuelos. Así mismo, <u>permitirá evadir mejor las zonas sensibles al ruido.</u>
<i>Medio ambiente</i>	El consumo de combustible y las emisiones se reducirán; sin embargo, podría agrandarse el área de formación de emisiones y estelas de condensación.
<i>Flexibilidad</i>	Las distintas funciones tácticas permiten reaccionar rápidamente a las condiciones cambiantes.
<i>Previsibilidad</i>	La mejor planificación permite que los interesados prevean situaciones y estén mejor preparados.
<i>Análisis de costo/beneficio</i>	Elemento 2: FUA A manera de ejemplo más de la mitad del espacio aéreo de los Emiratos Árabes Unidos (UAE) es militar. Actualmente, el tráfico civil se concentra en el norte de los UAE. La apertura de este espacio aéreo podría producir economías anuales del orden de: a) 4,9 millones de litros de combustible; y b) 581 horas de vuelo. En los Estados Unidos, un estudio para la NASA por <i>Datta and Barington</i> demostró que la utilización dinámica de FUA podría producir economías hasta de 7,8 millones de dólares EUA (dólares de 1995). Elemento 3: Rutas flexibles. Los primeros modelos de rutas flexibles indican que las líneas aéreas que operan vuelos intercontinentales de 10 horas pueden reducir el tiempo de vuelo en seis minutos, el consumo de combustible hasta en un 2% y las emisiones de CO₂ en 3,000 kilogramos. Estas mejoras de eficiencia ayudan directamente a la industria a cumplir con sus metas ambientales. Algunas de las ventajas de los programas de rutas flexibles, en lo que hace a la afluencia a nivel subregional incluyen: a) reducción de los costos de explotación de los vuelos (1% a 2% de los costos de explotación para los vuelos de larga distancia); b) reducción del consume de combustible (1% a 2% en vuelos de larga distancia);

- c) uso más eficiente del espacio aéreo (acceso al espacio aéreo ubicado afuera de la estructura de aerovías fijas);
- d) planificación más dinámica de los vuelos (las líneas aéreas tienen la posibilidad de aprovechar la capacidad de los sistemas más avanzados de planificación de vuelos).
- e) reducción de la huella de carbono (reducción de más de 3,000 kg de CO₂ en vuelos de larga duración);
- f) y reducción de la carga de trabajo del controlador (aeronaves distribuidas en una zona más amplia); y
- g) aumento de la capacidad de pasajeros y la carga para los vuelos participantes (aproximadamente 10 pasajeros más en vuelos de larga distancia).



Comparación entre tiempo de vuelo y consumo de combustible utilizando rutas fijas y flexibles en vuelos entre Sao Paulo y Dubái durante todo el año 2010 (fuente: Análisis preliminar de las ventajas del sistema iFLEX de la IATA)

En el informe del equipo especial de trabajo sobre NextGen de la RTCA de los Estados Unidos se determinó que las ventajas se traducirían en una reducción del 20% de los errores operacionales; un incremento de la productividad de 5-8% (a corto plazo y aumentando posteriormente a 8-14%); un aumento de capacidad (aunque no se ha cuantificado). Un beneficio anual para los explotadores en 2018 de \$39 000 EUA por aeronave equipada (en dólares a la tasa de 2008) ascendiendo a \$68 000 EUA por aeronave en 2025 con base en la decisión de inversión inicial de la FAA. La justificación en términos de las ventajas para una situación de alto volumen y alta capacidad (en dólares a la tasa de 2008) sería: una ventaja total para los explotadores que ascendería a \$5 700 millones EUA durante todo el ciclo de vida del programa (2014-2032, basado en la decisión de inversión inicial de la FAA).

3. PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRE Y TIERRA)

3.1 La mayoría de los procedimientos requeridos ya existen. Podría ser necesario complementarlos con directrices y proceso prácticos locales; Sin embargo, la experiencia de otras regiones puede ser una fuente de referencia útil para adaptar las condiciones locales.

3.2 La elaboración de nuevos procedimientos ATM o enmienda de los mismos se abarca automáticamente con la definición y desarrollo de los elementos que figuran en la lista. No obstante, dadas las interdependencias entre algunos de los módulos, se debe procurar que los procedimientos ATM que se desarrollen provean un proceso consistente y fluido entre todos estos módulos.

3.3 Los requisitos de espacio aéreo (RNAV, RNP y el valor de performance requerido) podrían requerir nuevos procedimientos ATS y funciones de sistemas terrestres. Algunos de los procedimientos de ATS requeridos para este módulo están ligados al proceso de notificación, coordinación y transferencia del control, apoyados por intercambio de mensajes (Módulo B0-25).

3.4 Elemento 1: Planificación del espacio aéreo

3.4.1 Véanse los comentarios generales anteriores.

3.5 Elemento 2: FUA

3.5.1 La circular de la OACI titulada *Cooperación cívico-militar para la gestión del tránsito aéreo* (Cir 330) contiene orientación y proporciona ejemplos de métodos y procedimientos de cooperación cívico-militar que han tenido éxito. Confirma que la cooperación exitosa requiere de colaboración basada en la comunicación, educación, y relaciones y confianza mutuas.

3.6 Elemento 3: Rutas flexibles

3.6.1 Será necesario abordar una serie de cuestiones y requisitos operacionales para lograr una implantación armonizada de operaciones de rutas flexibles en una región dada: como por ejemplo:

- a) cierta adaptación de los memorandos de acuerdo;
- b) procedimientos revisados para considerar la posibilidad de transferir el control en otros puntos de referencia distintos a los publicados;
- c) uso de latitud/longitud o marcación y distancia desde los puntos de referencia publicados, como puntos de cruce de límite de zonas o regiones de información de vuelo (FIR);
- d) examen de los manuales y las prácticas operacionales actuales de los controladores para determinar los cambios que es necesario introducir a los métodos existentes para adaptarse a los cambios de afluencia que se introducirían en un entorno de rutas flexibles;
- e) será necesario determinar los requisitos específicos de comunicaciones y navegación de las aeronaves participantes;
- f) desarrollar procedimientos que ayuden a ATC a aplicar las mínimas de separación entre vuelos en una estructura de aerovías fijas y rutas flexibles, tanto en las fases estratégicas como en las tácticas;

- g) procedimiento que contemple la transición entre espacio aéreo con redes fijas y con rutas flexibles tanto en sentido horizontal como vertical. En algunos casos podría considerarse una aplicación por tiempo limitado (p.ej., nocturna) de operaciones en rutas flexibles. Esto exigirá modificar los procedimientos ATM para reflejar los patrones de tráfico nocturno y permitir la transición entre operaciones de rutas flexibles en horario nocturno y operaciones diurnas en aerovías fijas; y
- h) material didáctico de instrucción para ATC.

4. CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA

4.1 Aviónica

4.1.1 La PBN está en proceso de implantación. Las ventajas para los vuelos pueden facilitar su diseminación, sin embargo, ello seguirá dependiendo de la forma como pueda volar la aeronave.

4.1.2 Los cambios de ruta dinámicos pueden requerir conectividad de la aeronave [sistemas de direccionamiento e informe para comunicaciones de aeronaves (ACARS)] con su centro de operaciones de vuelo para realizar el seguimiento de la aeronave y cargar nuevas rutas calculadas por el sistema de planificación de vuelo (FPS) del FOC, y posiblemente capacidades FANS 1/A para intercambiar autorizaciones con ATC.

4.2 Sistemas terrestres

4.2.1 La tecnología está disponible. Incluso se puede respaldar CDM mediante una forma de portal internet. Sin embargo, puesto que las operaciones aeronáuticas son mundiales, cada vez será más necesario normalizar la información y la forma de presentarla (véase el lazo 30 del SWIM)

4.2.2 El concepto básico de FUA puede implantarse con la tecnología actual. Sin embargo, para utilizar las rutas condicionales en forma más avanzada se requerirá un sistema de toma de decisiones en colaboración más sólido, incluida la función de procesamiento y presentación de rutas flexibles o directas indicando la latitud y la longitud. Además de los puntos de referencia publicados, también se necesita una función de coordinación que podría requerir adaptaciones específicas para apoyar la transferencia del control sobre los puntos no publicados.

4.2.3 Los FPS avanzados actuales se basan en la determinación del perfil de vuelo más eficiente. Los cálculos de estos perfiles pueden basarse en costos, combustible, tiempo o incluso una combinación de factores. Todas las líneas aéreas utilizan FPS con distintos grados de avance y automatización para ayudar a los despachadores/planificadores de vuelos a verificar, calcular y presentar planes de vuelo.

4.2.4 Además, los despachadores de vuelo tendrían que asegurar la aplicabilidad de permisos de sobrevuelo para los países sobrevolados. Independientemente de la ruta calculada, la línea aérea siempre debe ejercer la debida diligencia a fin de asegurar que los NOTAM y toda condición de vuelo restrictiva siempre sean confirmados y validados antes de presentar un plan de vuelo. Además, la mayoría de las líneas aéreas deberían asegurar un programa de seguimiento o monitoreo de vuelo a fin de informar a las tripulaciones todo cambio de las presunciones usadas en la planificación de vuelo que se hubiere podido presentar luego de haberse efectuado el primer cálculo.

5. ACTUACIÓN HUMANA

5.1 Consideraciones relativas a los factores humanos

5.1.1 Las funciones y responsabilidades de los controladores y pilotos no se ven afectadas. Sin embargo, se tomaron en consideración los factores humanos durante la elaboración de los procesos y procedimientos relacionados con este módulo. En los casos en que ha de emplearse la automatización, la interfaz hombre-máquina se ha tomado en consideración desde el punto de vista funcional y ergonómico. No obstante, sigue existiendo la posibilidad de falla latente y se requiere ser vigilantes durante todas las actividades de implantación. Además, es preciso que en el marco de toda iniciativa en materia de seguridad operacional las cuestiones relativas a factores humanos que se identifiquen durante la implantación se notifiquen a la comunidad internacional por conducto de la OACI.

5.2 Requisitos en materia de instrucción y cualificaciones

5.2.1 La capacitación requerida está disponible y el cambio es factible desde el punto de vista del factor humano. En este módulo se requiere capacitación con respecto a las normas y procedimientos operacionales, a la que puede accederse a través de los enlaces de la Sección 8 de este módulo. Así mismo, los requisitos con respecto a las cualificaciones están indicados en los requisitos normativos que figuran en la Sección 6, la cual es parte integral de la implantación de este módulo.

6. NECESIDADES DE REGLAMENTACIÓN/NORMALIZACIÓN Y PLAN DE APROBACIÓN (AIRE Y TIERRA)

- Reglamentación/normalización: aplicar los requisitos publicados que incluyen los materiales de la Sección 8.4.
- Planes de aprobación: se determinarán con base en las aplicaciones regionales. Se deberían considerar los mandatos regionales con respecto a la PBN.

6.1 Elemento 1: Planificación del espacio aéreo

6.1.1 Véanse los comentarios generales.

6.2 Elemento 2: FUA

6.2.1 Hasta hoy, el artículo 3 del Convenio de Chicago excluye expresamente la consideración de aeronave de Estado de su campo de aplicación.

6.2.2 Actualmente la discrepancia entre las necesidades civiles y militares se resuelven con políticas de exención para operaciones y servicios específicos de las aeronaves de Estado. Algunos Estados ya se han dado cuenta de que para las aeronaves de Estado la solución está en una compatibilidad óptima con la aviación civil, cumpliendo a la vez con los requisitos militares.

6.2.3 En varios Anexos, PANS y manuales figuran las disposiciones vigentes de la OACI relativas a la coordinación entre las autoridades civiles y militares que facilitan el uso flexible del espacio aéreo.

6.2.4 El Anexo 11— *Servicios de tránsito aéreo* permite a los Estados delegar la responsabilidad de la provisión de ATS a otro Estado. Sin embargo, los Estados conservan la soberanía del espacio aéreo delegado de esta manera, como lo confirma su adhesión al Convenio de Chicago. Este factor podría

requerir un esfuerzo adicional o coordinación en relación con la cooperación civil/militar y la debida consideración en acuerdos bilaterales o multilaterales.

6.3 **Elemento 3: Rutas flexibles**

6.3.1 Podrían requerirse cartas de acuerdo (LoA, por su sigla en inglés) y/o cartas de coordinación (LoC, por su sigla en inglés) para reflejar las particularidades de las operaciones en rutas flexibles. Deben indicarse claramente los procedimientos locales de transferencia de control, cronología y atribución de frecuencias. Los planes de atribución también son útiles al diseñar afluencias unidireccionales importantes, como las afluencias entre Europa y el Caribe.

6.4 **Instrumento común: Procedimientos PBN**

6.4.1 Dentro de un concepto de espacio aéreo, los requisitos de PBN se verán afectados por los entornos de comunicación, vigilancia y ATM, la infraestructura de ayudas para la navegación aérea y las capacidades funcionales y operacionales requeridas para poder aplicar la ATM. Los requisitos de PBN también dependen de los medios de navegación no RNAV reversibles de que se disponga y del grado de redundancia que se requiere para asegurar la adecuada continuidad de las funciones.

6.4.2 La selección de especificaciones sobre PBN para una zona o un tipo de operaciones específicos debe decidirse en consulta con los usuarios del espacio aéreo. Algunas zonas sólo necesitan RNAV simple para maximizar los beneficios, mientras que otras zonas, como terrenos vecinos de pendientes pronunciadas o de tránsito aéreo denso, podrían requerir la RNP más rigurosa. Aún están en evolución las normas públicas internacionales para PBN. La PBN internacional no está ampliamente difundida. De acuerdo con el equipo especial mundial PBN de la OACI y la IATA, la gestión internacional del tránsito aéreo y las normas, reglas y reglamentos de vuelo de los Estados se encuentran rezagadas en comparación con la capacidad de abordaje.

6.4.3 Es necesario armonizar a escala mundial los requisitos, normas, procedimientos y métodos de RNP, y la función de sistemas comunes de gestión de vuelos para contar con procedimientos RNP predecibles y reproducibles, como transiciones de radio fijo, tramos del radio al punto de referencia, hora de llegada requerida (RTA), desplazamiento paralelo, VNAV, control 4D, ADS-B, enlace de datos, etc.

6.4.4 Para cada procedimiento nuevo o enmendado podría requerirse un documento de gestión de riesgo de seguridad operacional. Ese requisito ampliará el tiempo requerido para implantar nuevos procedimientos, especialmente los procedimientos de vuelo basados en la PBN.

7. **ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)**

7.1 **Uso actual**

7.1.1 La mayoría de las enmiendas propuestas ya se han implantado por lo menos en una región.

7.1.2 En particular, cabe tomar nota de las siguientes realizaciones a manera de ejemplo de cómo implantar el módulo.

7.2

Elemento 1: Planificación del espacio aéreo

- **Europa.** La planificación del espacio aéreo se implanta en los Estados europeos con celdas de gestión del espacio aéreo, y a escala europea, mediante el plan de operaciones en red (NOP) que proporciona notificación anticipada sobre la desactivación del espacio aéreo segregado y las rutas condicionales.
- **LARA:** El Sistema local y subregional de apoyo a la gestión del espacio aéreo (LARA por su sigla en inglés) es una iniciativa cuyo objetivo es mejorar la gestión del espacio aéreo (ASM) basada en la actuación.

LARA proporciona una aplicación de soporte lógico para apoyar la ASM. Se centra en la automatización a nivel local y regional para la coordinación civil-militar y militar-militar. Su objetivo es ofrecer un medio más eficiente y transparente de toma de decisiones entre las partes interesadas del sector civil y militar para mejorar la performance de la ATM. También proporcionará información para la coordinación civil y militar a nivel de red para apoyar la función MILO [función del funcionario de enlace en la unidad central de gestión de afluencia (CFMU)]. La aplicación LARA servirá para las siguientes funciones:

- a) planificación del espacio aéreo: para administrar las reservaciones del espacio aéreo, incorporar los datos de la afluencia del tránsito aéreo y gestión de la capacidad (ATFCM) en el proceso de planificación del espacio aéreo; facilitar el análisis y la creación de un plan nacional y regional para el espacio aéreo; evaluar propuestas de escenarios de redes y facilitar la coordinación para la toma de decisiones a nivel nacional,
- b) situación del espacio aéreo: para proporcionar información en tiempo real sobre la situación común del espacio aéreo; y
- c) estadísticas: reuniendo datos sobre el espacio aéreo y midiendo la utilización del espacio aéreo mediante indicadores clave de rendimiento (KPI), LARA archivará la información para ulteriores análisis.

En enero de 2008 se desarrolló un sistema de demostración que se probó con éxito. En 2009 se entregó el primer prototipo de LARA y varias nuevas versiones basadas en el mismo. Se inició la preparación de una prueba del sistema de apoyo al Bloque Aeroespacial Funcional de Europa Central (*Functional Airspace Block Europe Central*: FABEC).

7.3

Elemento 2: Uso flexible del espacio aéreo (FUA)

7.3.1 El FUA se implementó en Europa en la década de los 90 y se ha ido mejorando de acuerdo a las necesidades. Se basa en las características de planificación del espacio aéreo antes citadas, y en mecanismos de coordinación de las acciones tácticas.

7.3.2 La toma de decisiones en colaboración (CDM) se ha puesto en práctica en NASCSC de los Estados Unidos.

7.4

Elemento 3: Rutas flexibles

- **Atlántico septentrional:** Se implantó con dos series diarias de sistemas de derrotas organizadas.
- **Japón:** Coordinación de la utilización del espacio aéreo: En la coordinación de cambios de rutas para evitar la saturación de la capacidad del espacio aéreo o condiciones meteorológicas peligrosas, el control de la gestión del tránsito aéreo (ATMC) y los operadores de las líneas aéreas comparten y utilizan la lista de “cambio de rutas” de las rutas de vuelo entre pares de ciudades, que se ha establecido y actualizado luego de efectuar la coordinación necesaria con los explotadores de las líneas aéreas y las instalaciones de ATC. La utilización de la lista de cambio de rutas simplifica la coordinación, lo que a su vez disminuye la demanda del espacio aéreo congestionado e identifica las variaciones de la afluencia de tránsito. Los principales operadores de líneas aéreas pueden coordinarse a través de estaciones de trabajo ATM. ATMC coordina la utilización de las zonas para vuelos IFR entre el ATMC y los oficiales de enlace militares, de forma que los vuelos IFR puedan volar a través de las zonas segregadas siguiendo las instrucciones de ATC. Así mismo, teniendo en cuenta los requisitos para el ingreso de los vuelos IFR a determinadas zonas segregadas para evadir condiciones meteorológicas adversas, el ATMC puede coordinar con los funcionarios militares de enlace la utilización temporal de las zonas militares de entrenamiento y pruebas.
- **IATA:** La IATA, en coordinación con Emirates Airlines y Delta Airlines propuso llevar a cabo una prueba del concepto de la capacidad de rutas flexibles en los pares de ciudades Dubái – Sao Paulo y Atlanta – Johannesburgo respectivamente. El objetivo de la prueba de comprobación del concepto es recopilar datos de actuación, medir resultados tangibles e identificar áreas en las que podría requerirse mitigación para tratar cuestiones de orden operacional, procedimental y técnicas. Dependiendo del resultado de la prueba de comprobación del concepto, en el futuro podría iniciarse una prueba operacional con participación más amplia. Esto permitiría que las líneas aéreas y los ANSP aprovecharan las experiencias pasadas y proporcionaran orientación valiosa sobre lo que pueden hacer cuando vayan a implantar el sistema de rutas flexibles.
- **Estados Unidos:** La FAA publicó una serie de procedimientos para aplicar rutas más directas, ahorrar tiempo y combustible y reducir las emisiones. Específicamente, la FAA publicó 50 autorizaciones RNP y publicó 12 rutas RNAV.

Alaska airlines está ahorrando más de 217 millas de vuelo al día y cerca de 200 000 galones de combustible al año utilizando rutas de vuelo paralelas, o rutas Q, entre Seattle, Portland y Vancouver por una parte, y aeropuertos en la bahía de San Francisco y las zonas de la cuenca de Los Ángeles, por otra parte. Las rutas paralelas iniciales se desarrollaron en 2004 en asociación con la FAA.

- **Áreas oceánicas:** Región Pacífico: Sistema dinámico de planificación de rutas (DARPS), utilizado con derrotas flexibles y separación horizontal reducida hasta 30 NM utilizando RNP 4 y vigilancia dependiente automática (ADS) y comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto (CPDLC).

7.5 Actividades planificadas o en progreso

- **Actividades de Asia y el Pacífico Meridional** para reducir las emisiones (ASPIRE)

En 2008 se llevó a cabo un número limitado de vuelos de demostración en asociación con Air Europa, utilizando tecnologías avanzadas y procedimientos oceánicos (ATOP), la capacidad de sondeo de conflictos y técnicas mejoradas de comunicación con los explotadores. Estas demostraciones produjeron economías de combustible entre 0,5% y 1%, convalidándose el concepto. En 2009, los otros socios participaron en 119 vuelos oceánicos de optimización sobre el Atlántico. Según el análisis inicial de los datos, las economías estimadas en combustible como resultado del cambio de rutas de estos vuelos alcanzaron un promedio de 1,4 %, equivalentes a unos 230 galones de combustible y más de 2 toneladas de dióxido de carbono por vuelo.

Las demostraciones de 2008-09 se limitaron a rutas hacia el oeste y cambios de rutas laterales. En 2010, continuaron las pruebas de procedimientos de cambios de rutas lateral, y la FAA inició investigaciones sobre los beneficios de rutas verticales y rutas hacia el este. Además se aplicaron procedimientos de ascenso y descenso con vigilancia dependiente automática-contrato en una prueba operacional sobre el Océano Pacífico para examinar la reducción de separación oceánica de 30 a 15 millas, con la intención de incluir rutas más eficientes y preferidas por los usuarios.

Estados Unidos, Australia y Nueva Zelandia lanzaron la iniciativa ASPIRE en 2008 a la que se integró el Japón en octubre de 2009, y Singapur en enero de 2010. Los vuelos de demostración originales fueron realizados por *United Airlines*, *Qantas* y *Air New Zealand*. El primer vuelo de demostración de *Japan Airlines*, un Boeing 747 operando desde Honolulu hasta Osaka, exploró conceptos de NexGen, como la ruta preferida por el usuario y capacidad de a bordo para cambios dinámico de rutas, además de una serie de técnicas de ahorro de peso y energía. En las demostraciones puerta a puerta de reducción de emisiones en rutas transpacíficas, se logró una economía promedio del 2,5% del combustible en operaciones en ruta.

En su informe anual para 2009, expedido antes de que el Japón pasara a formar parte de la iniciativa, ASPIRE calculó que si los 156 vuelos transpacíficos realizados semanalmente entre Australia, Nueva Zelandia, los Estados Unidos y Canadá se operaran bajo las condiciones adoptadas durante sus demostraciones, las líneas aéreas economizarían más de 10 000 000 de galones de combustible y se dejarían de emitir más de 100 000 toneladas de carbono al año. En octubre de 2009, *Air New Zealand* citó a ASPIRE como una fuente importante de las economías del 10% de combustible y de una reducción de más de 385 000 toneladas de emisiones de carbono en el ejercicio financiero de 2009 comparado con el año anterior.

- **Procedimiento dinámico de cambio de ruta en vuelo (DARP)**

Los vuelos aprovechan las actualizaciones realizadas cada seis horas de los pronósticos de viento y temperatura en las zonas superiores, para planificar de nuevo el vuelo en ruta mediante un procedimiento denominado DARP. Este proceso puede completarse una vez que se disponga de los pronósticos. La utilización del DARP comienza con una solicitud de DARP por enlace de datos de la aeronave a la oficina de despacho de vuelos de *Air New Zealand* en Auckland. Inmediatamente se pone a disposición el pronóstico de viento y temperatura, el funcionario encargado del despacho de los vuelos vuelve a calcular la óptima derrota a partir de un determinado punto justo delante de la posición actual de la aeronave en ruta. Una vez

calculada la ruta modificada se envía por enlace ascendente a la aeronave para consideración de la tripulación. Seguidamente, la tripulación envía por enlace descendente, al centro de control oceánico, una solicitud para modificar la ruta, y una vez aprobada, acepta la ruta modificada por el lado activo de la computadora de gestión de vuelo (FMC). Las economías varían mucho de un día a otro dependiendo de la exactitud del pronóstico inicial, en un vuelo promedio AKL-SFO se economizarían 70 galones americanos.

8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

8.1 Normas

- *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo* Capítulo 5 (Doc 4444), de la OACI

8.2 Textos de orientación

- *Manual de planificación de servicios de tránsito aéreo* (Doc 9426), de la OACI
- *Manual sobre las medidas de seguridad relativas a las actividades militares potencialmente peligrosas para las operaciones de aeronaves civiles* (Doc 9554), de la OACI
- *Manual de navegación basada en la performance (PBN)* (Doc 9613), de la OACI
- *Manual sobre la metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación* (Doc 9689), de la OACI
- *Manual sobre CDM y ATFM* (en proceso de elaboración), de la OACI
- *Cooperación cívico-militar para la gestión del tránsito aéreo* (Circular 330 AN/189), de la OACI

8.3 Documentos de aprobación

- *Manual de planificación de servicios de tránsito aéreo* (Doc 9426), de la OACI
 - *Manual sobre la metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación* (Doc 9689), de la OACI
 - *Manual de navegación basada en la performance (PBN)* (Doc 9613), de la OACI
 - *Manual sobre las medidas de seguridad relativas a las actividades militares potencialmente peligrosas para las operaciones de aeronaves civiles* (Doc 9554), de la OACI
 - *Cooperación cívico-militar para la gestión del tránsito aéreo* (Circular 330 AN/189), de la OACI
-

APÉNDICE B

MÓDULO NÚM. B0-35: MAYOR EFICIENCIA PARA MANEJAR LA AFLUENCIA MEDIANTE LA PLANIFICACIÓN BASADA EN UNA VISIÓN A ESCALA DE LA RED

Resumen	La gestión de la afluencia de tránsito aéreo (ATFM) se utiliza para manejar la afluencia de tránsito de forma que se minimicen las demoras y maximicen la utilización de todo el espacio aéreo. El ATFM puede regular la afluencia de tránsito con turnos de salidas, afluencia ligera y administrar las velocidades de entrada al espacio aéreo a lo largo del eje de tránsito, manejar la hora de llegada a los puntos de recorrido, o a los límites/sectores de la región de información de vuelo (FIR) y redirigir el tráfico para evitar áreas saturadas. La ATFM también puede utilizarse para manejar perturbaciones del sistema, incluidas las crisis causadas por fenómenos humanos o naturales.	
Impacto operacional principal según el Doc 9854	KPA-01 – Acceso y equidad, KPA-02 – Capacidad, KPA-04 – Eficiencia, KPA-05 – Medio ambiente, KPA-08 – Participación por la comunidad ATM; KPA-09 – Previsibilidad.	
Entorno operacional/fases de vuelo	Fases previas al vuelo, algunas acciones durante el vuelo.	
Consideraciones de aplicabilidad	Región o subregión	
Componentes del concepto mundial según el Doc 9854	DCB – equilibrio entre la demanda y la capacidad TS – sincronización del tránsito AOM – organización y gestión del espacio aéreo	
Iniciativas del plan mundial (GPI)	GPI-1: Uso flexible del espacio aéreo GPI-6: Gestión de la afluencia de tránsito aéreo GPI-8: Diseño y gestión del espacio aéreo en colaboración	
Interdependencias principales	Ninguna	
Lista de verificación del estado de preparación mundial		Situación (disponible o fecha prevista)
	Estado de preparación de las normas	2013
	Disponibilidad de la aviónica	N/A
	Disponibilidad de los sistemas terrestres	✓
	Procedimientos disponibles	2013
	Aprobaciones de operaciones	2013

1. NARRATIVA

1.1 Consideraciones generales

1.1.1 Las técnicas y procedimientos introducidos por este módulo captan la experiencia y evolución más reciente de los actuales sistemas ATFM implantados en algunas regiones, y que se han desarrollado para enfrentar el desequilibrio entre la demanda y la capacidad. Las buenas prácticas sobre este tema se han podido difundir a través de los seminarios mundiales sobre ATFM y los contactos bilaterales.

1.1.2 La experiencia demuestra claramente las ventajas de la gestión de la afluencia en forma coherente y colaborativa en zonas de magnitud geográfica suficiente para tener muy en cuenta los efectos de la red. En la medida de lo posible deben aprovecharse más los conceptos de ATFM y equilibrio entre la demanda y la capacidad (DCB). Las mejoras del sistema también suponen contar con mejores procedimientos en estos campos y la creación de instrumentos que fomenten la colaboración entre los diferentes actores.

1.1.3 En general, para cumplir con los objetivos de equilibrar la demanda con respecto a la capacidad manteniendo en un mínimo las demoras y evitando congestión, embotellamientos y sobrecarga, el ATFM lleva a cabo la gestión de la afluencia en tres grandes fases. Por lo general, cada vuelo deberá haberse sometido a estas fases, antes de pasar a ser manejado operacionalmente por el ATC.

1.1.4 Las actividades estratégicas de ATFM se llevan a cabo en un período comprendido entre varios meses antes y hasta unos pocos previos al vuelo. Durante esta fase se compara la demanda de tráfico prevista y la posible capacidad de ATC. Para cada unidad de ATC se fijan objetivos para que proporcionen la capacidad requerida. Estos objetivos se revisan mensualmente a fin de minimizar el impacto de la falta de capacidad para los usuarios del espacio aéreo. Al mismo tiempo, mediante una evaluación del número y las rutas de los vuelos que los explotadores están planificando, el ATFM prepara un plan de rutas, equilibrando las afluencias de tránsito aéreo a fin de asegurar el uso máximo del espacio aéreo y minimizar las demoras.

1.1.5 El ATMF pre-táctico se refiere a acciones realizadas unos pocos días antes de la operación. Basándose en los pronósticos de tráfico, la información recibida de cada uno de los centros ATC cubiertos por el servicio ATFM, datos históricos y estadísticos, se prepara y acuerda, mediante un proceso colaborativo, el mensaje (ANM) de notificación de ATFM. En el ANM se define el plan táctico para el día siguiente (operacional) y se informa a los explotadores de las aeronaves (AO) y a las unidades ATC acerca de las medidas ATFM que estarán en vigor al día siguiente. Estas medidas no tienen por objetivo restringir, sino gestionar la afluencia de tránsito para minimizar demoras y maximizar el uso de todo el espacio aéreo.

1.1.6 El ATFM táctico es el trabajo realizado en el día operacional actual. Los vuelos que tienen lugar ese día cuentan con la ventaja de disponer del ATFM, que incluye la asignación de horas de salida para cada aeronave, cambios de ruta para evitar embotellamientos y perfiles de vuelo alternos para maximizar la eficiencia.

1.1.7 El ATFM también se ha utilizado progresivamente para solucionar perturbaciones del sistema y evoluciona hacia la noción de gestión de la actuación de la red bajo su jurisdicción, incluida la gestión de crisis provocadas por fenómenos humanos o naturales.

1.2 **Base**

1.2.1 Es difícil describir una base exacta. La necesidad de ATFM fue surgiendo a medida que aumentaban las densidades de tráfico y se formó progresivamente. Se observa que esta necesidad va extendiéndose progresivamente en todos los continentes, y que, inclusive cuando no se tiene un problema de capacidad general, el manejo eficiente de la afluencia a través de un volumen dado de espacio aéreo merece una consideración específica a una escala más allá de un sector o un ACC, a fin de planificar mejor los recursos, adelantarse mejor a las situaciones y prevenir situaciones no deseadas.

1.3 **Cambios introducidos por el módulo**

1.3.1 ATFM ha evolucionado progresivamente en los últimos 30 años. A partir de la experiencia europea se puede observar que ha sido preciso dar ciertos pasos clave para predecir las cargas de tránsito para el día siguiente con buena exactitud, a fin de pasar de medidas definidas como índice de entrada a un espacio aéreo dado (y no como turnos de salida), a medidas implantadas antes del despegue y teniendo en cuenta la afluencia/capacidades en un área más amplia. Más recientemente se ha reconocido la importancia de proponer rutas alternas, en lugar de sólo un diagnóstico de retrasos, lo que a su vez evita reservar exceso

de capacidad. Los servicios ATFM ofrecen una gama de servicios por la web o entre empresas a los ATC, los aeropuertos y explotadores de aeronaves, de hecho, implementando una serie de aplicaciones de CDM.

1.3.2 El ATFM con el propósito de regular la afluencia, puede tomar el tipo de medidas que figuran a continuación:

- a) turnos de salida asegurando que el vuelo podrá pasar los sectores a lo largo de su trayectoria sin que se genere un exceso de tránsito;
- b) velocidad de entrada a una parte específica del espacio aéreo para el tránsito a lo largo de un determinado eje;
- c) solicitud de hora de llegada a un punto de recorrido o a un límite/sector de FIR a lo largo del vuelo
- d) millas en cola para aligerar la afluencia a lo largo de determinaos ejes de tránsito;
- e) cambio de ruta del tránsito para evadir áreas saturadas;
- f) establecimiento de secuencias de vuelos en tierra aplicando intervalos de hora de salida (MDI);
- g) establecimiento de topes de niveles; y
- h) demora de ciertos vuelos en tierra por unos cuantos minutos (“no despegar antes”).

1.3.3 Estas medidas no son mutuamente excluyentes. La primera ha servido para resolver el problema de múltiples medidas interactuantes de regulación de la afluencia aplicadas independientemente por varias unidades ATMF en Europa antes de la creación de la CFMU y demostró ser mas eficiente que la segunda que precedió a la CFMU.

2. MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS

2.1 En el *Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea* (Doc 9883) se proponen parámetros de medición para determinar el éxito del módulo.

<i>Acceso y equidad</i>	Mejorar el acceso evitando perturbaciones del tránsito aéreo en períodos de demanda superior a la capacidad. ATFM se ocupa de la distribución equitativa de las demoras.
<i>Capacidad</i>	Mejor utilización de la capacidad disponible en toda la red; en particular puesto que el ATC tendrá la seguridad de que no tendrá que enfrentarse sorpresivamente a una condición de saturación, podrá declarar/utilizar niveles de capacidad aumentada; capacidad de prever situaciones difíciles y mitigarlas anticipadamente.
<i>Eficiencia</i>	Reducción del consumo de combustible debido a una mejor previsión de los problemas de afluencia; efecto positivo que reduce el impacto de las ineficiencias del sistema ATM o del dimensionamiento a un tamaño que no siempre justifique sus costos (equilibrio entre el costo de las demoras y el costo de la capacidad no utilizada). Reducción de tiempo entre calzos, y del tiempo con motores encendidos.

<i>Medio ambiente</i>	Se reduce el consumo de combustible porque las demoras se absorben estando en tierra, con los motores apagados; no obstante, el cambio de ruta generalmente alarga la distancia del vuelo, pero esto se compensa con otros beneficios operacionales para la línea aérea.
<i>Participación por la comunidad ATM</i>	Comprensión general de las restricciones operacionales, capacidad y necesidades.
<i>Previsibilidad</i>	Más previsibilidad de los horarios puesto que los algoritmos del ATFM tienden a limitar el número de demoras de larga duración.
<i>Seguridad operacional</i>	Se reduce el número de recargas de sectores no deseadas.
<i>Análisis de costo/beneficio</i>	Justificación económica demostrada en razón de las ventajas para los vuelos en términos de reducción de las demoras.

3. PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRE Y TIERRA)

3.1 Se están elaborando textos de orientación sobre ATMF de la OACI, que deberán completarse y aprobarse. La experiencia de los Estados Unidos y Europa es suficiente para ayudar a iniciar la aplicación en otras regiones.

3.2 Se requieren nuevos procedimientos para relacionar más la ATFM y con los servicios ATS, para utilizar las millas en cola o la gestión de llegadas o de salidas (véase el módulo B0-15).

4. CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA

4.1 Aviónica

4.1.1 No se requiere de aviónica.

4.2 Sistemas terrestres

4.2.1 Cuando atienden a varias FIR, los sistemas ATFM por lo general se instalan como una unidad, sistema y programa lógico específicos conectados a las unidades ATC y los usuarios del espacio aéreo a los que prestan el servicio. Las funciones principales de los sistemas ATFM son: equilibrio entre la demanda y la capacidad, medición y seguimiento del rendimiento, gestión del plan de operaciones de red, y gestión de la demanda de tránsito.

4.2.2 Algunos proveedores proponen sistemas ATFM ligeros.

5. ACTUACIÓN HUMANA

5.1 Consideraciones de factores humanos

5.1.1 Los controladores están protegidos de las sobrecargas y predican mejor su carga de trabajo. El ATFM no interfiere en tiempo real con las tareas de ATC. De todas formas, los factores humanos se han tenido en cuenta en el desarrollo del proceso y los procedimientos asociados a este módulo. En los casos en que se debe utilizar la automatización se ha considerado la interfaz hombre-máquina desde una perspectiva funcional y ergonómica (véanse los ejemplos de la sección 6). No obstante, sigue existiendo la posibilidad de fallas latentes y se requiere de vigilancia durante todas las acciones de implantación. Además es necesario que las cuestiones de factores humanos identificadas durante la implantación se notifiquen a la comunidad internacional por conducto de la OACI como parte de toda iniciativa de notificación sobre la seguridad operacional.

5.2 Requisitos de instrucción y competencia

5.2.1 Los administradores de la unidad de gestión de afluencia y los controladores del centro de control de área (ACC) que utilizan la información o las aplicaciones de gestión remota de flujo necesitan recibir instrucción y los despachadores de las líneas aéreas, que utilizan la información de gestión o las aplicaciones de gestión remota del flujo necesitan recibir capacitación.

5.2.2 Se necesita instrucción en las normas y procedimientos operacionales para este módulo, la cual puede encontrarse en los enlaces a los documentos que figuran en la Sección 8 de este módulo. Asimismo, en los requisitos normativos que figuran en la Sección 6 se identifican los requisitos de cualificaciones, los cuales son parte integral de la implantación de éste módulo.

6. NECESIDADES DE REGLAMENTACIÓN/NORMALIZACIÓN (AIRE Y TIERRA)

- Reglamentación/normalización: para los mensajes ATMF normalizados se requieren nuevas normas y requisitos.
- Planes de aprobación: por determinarse.

7. ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)

7.1 Uso actual

- **Europa:** Ejemplo detallado – plan de operaciones en red (NOP) (CFMU)

El portal del plan de operaciones en red (NOP) se lanzó en febrero de 2009 y hoy se le reconoce como un paso importante para simplificar el acceso de los socios de ATM a la información de ATM. El portal NOP, mediante una aplicación, proporciona un solo vistazo a todos los socios de varios datos de información ATM, como: un mapa presentando la información de afluencia de tránsito aéreo, incluida la situación de las zonas congestionadas en Europa y un pronóstico correspondiente para las siguientes tres horas, - escenarios y eventos enriquecidos con información de contexto y referencias cruzadas, - ya se formalizó el proceso colaborativo para construir el plan de operaciones de temporada, - ya es posible acceder en forma inmediata a la información resumida de días previos, con acceso a informes de archivo.

- **Estados unidos:** Ejemplo detallado – Libro nacional (ATCSCC) denominado *Playbook* (de estrategia de jugadas)

El libro nacional *Playbook* es una herramienta de gestión del tránsito desarrollada para proporcionar a todas las partes interesadas un producto común para varios escenarios de rutas del sistema. El objetivo es ayudar a acelerar la coordinación de rutas durante períodos de capacidad reducida en el sistema ATM que se presentan en ruta o en los aeropuertos de destino. El libro contiene los escenarios más comunes que se presentan en cada temporada de tiempo severo (como la temporada de huracanes o de tornados). La “jugada” incluye el recurso o la afluencia que sufre un impacto, las instalaciones afectadas, y las rutas específicas para cada instalación involucrada.

7.2 Actividades planificadas o en curso

- **Europa:** En Europa se están validando o implantando los siguientes elementos de mejoras para 2013 o antes:

- a) mejoras en la facilitación de la presentación de planes de vuelo;
 - b) libertad de elección de rutas para vuelos en volúmenes especiales de espacio aéreo;
 - c) se comparten las intenciones de vuelo;
 - d) utilización de datos provenientes de la aeronave para mejorar la actuación de los sistemas ATM terrestres;
 - e) apoyo automatizado de la gestión de la carga de tránsito;
 - f) apoyo automatizado para la evaluación de la complejidad del tránsito ;
 - g) evaluación de la actuación de la red;
 - h) integrar la gestión del espacio aéreo en el día de operación;
 - i) mejorar la coordinación civil/militar en tiempo real de la utilización del espacio aéreo;
 - j) gestión flexible de la sectorización;
 - k) sectorización modular adaptada a las variaciones de la afluencia de tránsito;
 - l) proceso mejorado de coordinación ASM/ATFCM;
 - m) medidas ATFCM a corto plazo;
 - n) planificación interactiva de capacidad de red;
 - o) NOP asistido por SWIM;
 - p) gestión de eventos críticos;
 - q) gestión colaborativa de actualización de vuelos;
 - r) intercambio de turnos ATFM; y
 - s) proceso de asignación de prioridades realizado manualmente por el usuario.
- **Estados Unidos:** Actualmente se están desarrollando planes para comprobar la factibilidad operacional de la planificación estratégica utilizando pronósticos de condiciones meteorológicas y de tránsito severas en períodos de 24 a 48 horas.

8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

8.1 Normas

8.1.1 Por determinar.

8.2 Procedimientos

8.2.1 Por determinar.

8.3 **Textos de orientación**

- Manual sobre CDM y ATFM de la OACI (en progreso).

8.4 **Documentos de aprobación**

- Manual sobre CDM y ATFM de la OACI (en progreso).

— — — — —

APÉNDICE C

MÓDULO NÚM. B1-10: MEJORA DE LAS OPERACIONES MEDIANTE LA OPTIMIZACION DE LAS RUTAS ATS

Resumen	Proporcionar, mediante la navegación basada en la performance (PBN), separaciones más próximas y coherentes, aproximaciones en curva, desplazamientos paralelos y la reducción del tamaño del área de espera. Esto permitirá ajustar mucho mejor la sectorización del espacio aéreo, lo que a su vez reducirá la posibilidad de congestión en rutas troncales y puntos de cruce congestionados y reducirá la carga de trabajo para los controladores. El objetivo principal es permitir que los planes de vuelo se presenten con una parte significativa de la ruta prevista especificada de acuerdo al perfil preferido por el usuario. Se dará la máxima libertad dentro de los límites impuestos por las otras afluencias de tránsito. Con ello se consigue la ventaja general de una reducción del consumo de combustible y las emisiones.	
Impacto operacional principal según el Doc 9854	KPA-02 – Capacidad, KPA-04 – Eficiencia, KPA-05 – Medio ambiente; KPA-06 – Flexibilidad.	
Entorno operacional/ Fases de vuelo	En-ruta, incluidas áreas oceánicas y remotas, y TMA	
Consideraciones de aplicabilidad	Región o subregión: la extensión geográfica del espacio aéreo de aplicación debería ser lo suficientemente amplia; se obtienen ventajas significativas cuando se pueden aplicar las rutas dinámicas a través de los límites de las regiones de información de vuelo (FIR) en lugar de obligar a que el tránsito atravesase los límites en puntos fijos predeterminados.	
Componentes del concepto mundial según el Doc 9854	AOM – organización y gestión del espacio aéreo	
Iniciativas del Plan mundial (GPI)	GPI-1: Uso flexible del espacio aéreo GPI-8: Diseño y gestión del espacio aéreo en colaboración	
Interdependencias principales	B0-10	
Lista de verificación del estado de preparación mundial		Situación (disponible o fecha prevista)
	Estado de preparación de las normas	✓
	Disponibilidad de la aviónica	✓
	Disponibilidad de los sistemas terrestres	✓
	Procedimientos disponibles	Esta. 2018
	Aprobaciones de operaciones	Esta. 2018

1. NARRATIVA

1.1 Base

1.1.1 La base es el uso de rutas publicadas y sectores fijos; algunos de ellos posiblemente se pueden definir en forma flexible como resultado del uso flexible del espacio aéreo (FUA), o para aceptar mejor las afluencias y otras condiciones de vuelo como condiciones meteorológicas. Las rutas publicadas no se prestan para aceptar requisitos individuales de vuelo puesto que están diseñadas para

afluencia significativa y regular; normalmente, los vuelos desde aeropuertos pequeños y hacia los mismos con tránsito poco frecuente pocas veces encontrarán su ruta óptima prediseñada. Además, las rutas publicadas ofrecen poca flexibilidad una vez que han sido publicadas. Esta cuestión puede resolverse autorizando vuelos directos desde una cierta posición a otra, en un tramo más adelante de su trayectoria, lo cual por lo general resulta conveniente para los usuarios del espacio aéreo, aunque a cambio de una carga de trabajo significativa para el control de tránsito aéreo (ATC).

1.1.2 Además, cuando la afluencia de tránsito y la densidad justifican que se organice con antelación el tránsito en lugar de publicar rutas, para que ATC sistematice el tránsito aéreo y maximice la capacidad resultante, la dispersión de errores de navegación, especialmente durante virajes de aeronaves dotadas de RNAV tradicionales, lleva a aplicar separaciones basadas en dicha dispersión y evita lograr diseños eficientes de las rutas.

1.2 Cambios introducidos por el módulo

1.2.1 El módulo es la oportunidad para explotar aún más las capacidades de la PBN, además de las ventajas obtenidas con el módulo B0-10, a fin de seguir eliminando limitaciones de diseño y operar en forma más flexible.

1.2.2 El modulo está compuesto de los siguientes elementos:

- a) libre elección de rutas;
- b) reducción de la separación entre rutas; y
- c) sincronización dinámica.

1.3 Elemento 1: Rutas libres

1.3.1 La libre elección de rutas significa que los vuelos pueden presentar un plan de vuelo con al menos una parte significativa de la ruta prevista no definida de acuerdo con los segmentos de rutas publicadas, sino especificada por los usuarios del espacio aéreo. Se trata de una ruta preferida por el usuario, sin que necesariamente sea una ruta directa, aunque se supone que el vuelo debe ejecutarse a lo largo de la ruta directa entre determinados puntos de recorrido.

1.3.2 La utilización de rutas libres puede estar sujeta a condiciones, en particular dentro de un volumen de espacio aéreo definido, en horarios definidos, para afluencias definidas. Su utilización podría limitarse a tránsito de una determinada densidad para que los controladores puedan detectar y resolver conflictos con poca automatización pero con plena participación.

1.3.3 También bajo estas condiciones de densidad hay menos posibilidad de cambiar la mayor libertad de los vuelos individuales por el logro de objetivos de capacidad a nivel de la red.

1.3.4 Este módulo marcaría los avances más importantes en cuando a la definición de rutas, puesto que proporciona la máxima libertad individual. No obstante, también se reconoce en el concepto mundial, que existen condiciones en las que la libertad individual tiene que abrirle camino a una manera más colectiva de manejar las afluencias de tránsito a fin de maximizar el rendimiento total.

1.3.5 La ventaja de las rutas libres se debe principalmente a que es posible ceñirse al perfil preferido del usuario. Se deberán proporcionar a ATC las herramientas necesarias para asegurar el seguimiento del progreso del vuelo y las actividades de coordinación, y de predicción de conflicto.

1.4 **Elemento 2: Reducción de la separación entre rutas**

1.4.1 Un elemento clave del concepto de la PBN es combinar la precisión con la funcionalidad de la navegación mediante especificaciones que pueden diseñarse para las operaciones previstas.

1.4.2 Un problema grave con el uso de RVAV clásico en este último decenio no ha sido la exactitud alcanzada en segmentos rectos, sino el comportamiento de las aeronaves al transitar por las fases, especialmente los virajes, donde se observan diferencias significativas de una aeronave a otra dependiendo de condiciones tales como el viento. Esto no ha permitido explorar la exactitud intrínseca ni diseñar mejores rutas, debido a la necesidad de proteger grandes volúmenes de espacio aéreo.

1.4.3 Este elemento no sólo se ocupa de las rutas. También proporciona mejoras a otras cuestiones relacionadas con la navegación que pueden resumirse de la manera siguiente:

- a) menor separación de las rutas, particularmente en ruta;
- b) mantenimiento de la misma separación entre rutas en segmentos rectos y de viraje sin que sea necesario incrementar la separación en el viraje;
- c) disminución del tamaño de la zona de espera para acercar más las zonas de espera o ubicarlas en el lugar óptimo;
- d) capacidad de la aeronave de cumplir las instrucciones tácticas de desplazamiento paralelo como alternativa a la guía vectorial radar; y
- e) capacidad de permitir aproximaciones en curva, particularmente en zonas de muchos obstáculos del terreno.

1.4.4 La selección de especificaciones sobre PBN adecuadas eliminará los inconvenientes arriba citados, y permitirá diseñar para las fases de ruta y la TMA, rutas que requerirán menos separación entre sí, cuyo resultado directo será un aumento de la capacidad del espacio aéreo, la flexibilidad de diseño y, en forma general, eficiencia de las rutas.

1.4.5 Al introducir la separación reducida entre rutas podría ser necesario realizar una evaluación de seguridad operacional que considere los errores operacionales.

1.5 **Elemento 3: Sectorización dinámica**

1.5.1 Las mejoras del diseño de la red de rutas o la posibilidad de volar por fuera de una red de rutas fijas hace que el patrón y la concentración del tránsito no siempre sean iguales. Donde la sectorización se ha diseñado para crear capacidad para ATC, la implantación de los elementos citados requiere de un ajuste más dinámico de la sincronización, que no sólo incluya las fases ATC estratégicas.

1.5.2 Esta sincronización más dinámica puede adoptar varias formas, las más complejas y dinámicas con cálculos de diseño en tiempo real se consideran para bloques posteriores al Bloque 1. En este módulo la sincronización dinámica puede adoptar formas simples como:

- a) un volumen predeterminado de espacio aéreo que se intercambia con el de un sector adyacente.

- b) catálogos de configuraciones predefinidas de un sector con base en un mosaico definido de volúmenes elementales, lo que permite aplicar en forma más generalizada lo anterior;
- c) sectores basados en una estructura de derrotas organizada (dinámica).

1.5.3 La sectorización dinámica se aplica en tiempo real escogiendo la configuración más adecuada disponible. Contrariamente a lo que ocurre con la agrupación o desagregación de sectores, no se afecta el número de posiciones de control en uso. La sectorización dinámica debería basarse en una evaluación de la situación del tránsito esperado en el próximo minuto o en la próxima hora.

1.5.4 La sincronización dinámica también puede aplicarse a través de los límites de FIR/ANSP.

2. MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS

2.1 Los parámetros de medición para determinar el éxito del módulo se proponen en el *Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea* (Doc 9883).

<i>Capacidad</i>	La disponibilidad de una serie más vasta de posibilidades de rutas permite disminuir el potencial de congestión en las rutas troncales y en puntos de cruce congestionados. Esto a su vez permite reducir la carga de trabajo de los controladores por cada vuelo. Las rutas libres distribuyen el tránsito en el espacio aéreo y las posibles interacciones entre vuelos en forma natural aunque también reducen la “sistematización” de la afluencia y por consiguiente, si no va acompañada de la asistencia adecuada, podría tener un impacto negativo en la capacidad cuando se trata de un espacio aéreo denso. La separación reducida entre rutas significa ocupación reducida del espacio aéreo por la red de rutas y más posibilidad de adaptación a las afluencias.
<i>Eficiencia</i>	Trayectorias más parecidas al óptimo para cada vuelo posibles debido a que se reducen las limitaciones impuestas por un diseño permanente y/o por el comportamiento variado de las aeronaves; en particular, el módulo reducirá la longitud de los vuelos y el consumo de combustible y las emisiones correspondientes. Las economías potenciales corresponden a una proporción significativa de las ineficiencias relacionadas con la ATM. Cuando la capacidad no es un problema podrían requerirse menos sectores puesto que la distribución del tránsito o la mejora en las rutas deberían reducir el riesgo de conflictos. Se facilita el diseño de zonas de segregación temporal (TSA) en los niveles superiores.
<i>Medio ambiente</i>	Disminución del consumo de combustible y las emisiones, sin embargo, la zona donde se formarán las emisiones y las estelas de condensación podría ser más grande.
<i>Flexibilidad</i>	Se maximizarían las opciones de rutas para los usuarios del espacio aéreo. Los diseñadores del espacio aéreo también tendrían más flexibilidad para diseñar rutas que se ajusten a las afluencias naturales de tránsito.
<i>Análisis de costo/beneficio</i>	Las rutas libres se justifican en términos de su rentabilidad debido a las ventajas para los vuelos en cuanto al incremento de la eficiencia (mejores rutas y perfiles verticales; los conflictos se resuelven de manera más adecuada y táctica).

3. **PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRE Y TIERRA)**

3.1 Los requisitos de espacio aéreo (RNAV, RNP y el valor de la performance y la funcionalidad requeridas podrían necesitar nuevos procedimientos ATM y funciones de sistemas terrestres. Algunos de los procedimientos ATM requeridos para este módulo están ligados a los procesos de notificación, coordinación y transferencia de control. Es necesario tener cuidado para que el desarrollo de los procedimientos ATM prevea una aplicación coherente en todas las regiones.

4. **CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA**

4.1 **Aviónica**

4.1.1 Las aeronaves deberán estar adecuadamente equipadas. Se trata de una cuestión de exactitud y funcionalidad, es decir, especificaciones PBN adecuadas.

4.2 **Sistemas terrestres**

4.2.1 Se requiere una infraestructura de navegación adecuada en el espacio aéreo de aplicación que puede prevenir de las ayudas terrestres a la navegación. Para las rutas libres, las funciones de planificación de vuelo y de procesamiento de datos de vuelo deben actualizarse para apoyar al controlador de tránsito aéreo con los medios para entender y visualizar las rutas de vuelo y sus interacciones, y para comunicarse con controladores vecinos.

4.2.2 La sectorización dinámica requiere que las funciones de procesamiento de datos puedan funcionar con diferentes configuraciones de los sectores y agrupación y disgregación de sectores. Estas funciones están disponibles hoy en día en muchos sistemas.

5. **ACTUACIÓN HUMANA**

5.1 **Consideraciones de factores humanos**

5.1.1 El paso del cambio se puede realizar desde la perspectiva de los factores humanos. Las funciones y responsabilidades de los controladores y los pilotos no se ven afectadas. Las rutas libres, al comparárlas con el sistema de rutas estructuradas, pueden reducir el número de posibles interacciones entre los vuelos, lo que hace menos predecible su ocurrencia y más variable su configuración. Por ello, debe apoyarse con asistencia automatizada para entender y visualizar las trayectorias de vuelo y sus interacciones tan pronto como el tráfico sea significativo. Es más fácil implantarlo progresivamente, p. ej.: empezando con períodos o condiciones de bajo tráfico. La separación reducida de las rutas no incide directamente en la actuación humana.

5.1.2 La identificación de las consideraciones de factores humanos es un factor importante para facilitar la identificación de procesos y procedimientos para este módulo. En particular, la interfaz hombre-máquina para los aspectos de automatización de esta mejora de actuación exigirá considerar, y si es necesario incluir estrategias de mitigación de riesgo como instrucción, formación y redundancia.

5.2 **Requisitos de instrucción y competencia**

5.2.1 Se identificará la instrucción en las normas y procedimientos operacionales junto con las normas y métodos recomendados necesarios para la implantación de este módulo. Así mismo, se

identificarán los requisitos de competencia y se incluirán en el aspecto de preparación normativa de este módulo cuando estén disponibles.

6. NECESIDADES DE REGLAMENTACIÓN/NORMALIZACIÓN (AIRE Y TIERRA)

- Reglamentación/normalización: utilizar los requisitos publicados actualmente que incluyen el material proporcionado en la Sección 8.4:
 - *Manual de planificación de servicios de tránsito aéreo* (Doc 9426), de la OACI
 - *Manual sobre la metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación* (Doc 9689), de la OACI
 - *Manual de navegación basada en la performance (PBN)* (Doc 9613), de la OACI
 - *Manual sobre las medidas de seguridad relativas a las actividades militares potencialmente peligrosas para las operaciones de aeronaves civiles* (Doc 9554), de la OACI
 - Actualizaciones del Doc 4444 de la OACI para incluir nuevos procedimientos ATS en los PANS-ATM
- Se determinarán planes de aprobación con base en las aplicaciones regionales. Podrían requerirse especificaciones particulares sobre PBN

7. ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)

7.1 Uso actual

- **Estados Unidos:** Los puntos de recorrido del sistema de referencia para navegación (NRS) de los Estados Unidos están implantados en los Estados Unidos desde 2005. Son unos 1600 puntos de recorrido espaciados uniformemente para abarcar toda la zona continental de los Estados Unidos. Los vuelos pueden registrarse usando los puntos de recorrido del NRS en lugar de los VOR, para aprovechar las capacidades de RNAV.
- **Europa:** Varios Estados han declarado su espacio aéreo como de “rutas libres”: Irlanda, Portugal, Suecia o han previsto hacerlo (Albania, Benelux-Alemania en el UAC de Maastricht, Chipre, Dinamarca, Finlandia, Estonia, Lituania, Malta, Noruega, durante las 24 horas del día; Bulgaria, Grecia, Hungría, Italia, Rumania, Serbia, durante la noche).

Un análisis de costo-beneficio (CBA) realizado en 2001 para la implementación del espacio aéreo de rutas libres (FRA) planificado inicialmente para Europa en 2006 concluyó lo siguiente:

Se prevé introducir el FRA en 8 Estados europeos: Alemania, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Luxemburgo, Países Bajos, Noruega y Suecia. Dicho CBA se basó en la fecha de introducción de finales de 2006 y en el espacio aéreo por encima del nivel de vuelo 335.

El costo total de la implantación del FRA se estimó en € 53M, incurridos principalmente en 2005 y 2006. La ventaja (reducción de las distancias y tiempos de

vuelo debida a vuelos más directos) en el primer año de operación, 2007, es de € 27M, y se prevé que el beneficio aumente cada año con el crecimiento del volumen de tráfico. Se prevé que el FRA finalmente resulte “financieramente ventajoso” (es decir, las ventajas económicas superarán los costos), porque se incurre una sola vez en los costos mientras que los beneficios se acumulan año tras año. El CBA indicó que, de acuerdo con los supuestos básicos, las ventajas acumuladas superarán los costos en 2009. A lo largo de la vida del proyecto de 10 años, desde 2005 hasta 2014, el proyecto tiene un valor presente neto (NPV) de € 76M y una tasa interna de rendimiento (IRR) del 40%.

El costo del FRA no es igual para todas las partes interesadas. Los explotadores de aeronaves en el sector de la aviación general (GAT) (principalmente líneas aéreas civiles) perciben casi todas las ventajas económicas. El costo principal recae sobre los proveedores de servicios de tránsito aéreo (ATSP) civiles y militares y las unidades de defensa aérea que deben implantar cambios en sus sistemas terrestres. Sus costos varían dependiendo de la magnitud del trabajo que deben realizar para implantar los cambios necesarios para el FRA. Los costos de los ATSP oscilan entre € 1M (Dinamarca) y € 10M (Alemania).

Se ha efectuado un cálculo de los costos y beneficios para cada Estado. El análisis indica que para la mayoría de Estados los costos totales en concepto de ATC y defensa aérea del FRA son bastante inferiores a las ventajas aportadas al tránsito civil en dichos Estados. Para Alemania, por ejemplo, el FRA tiene un valor neto actual de € 53M al comparar todos los costos de ATC del servicio de navegación aérea de Alemania (DFS) y los costos de defensa aérea de Alemania comparados con las ventajas que el Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS) proporcionará al tránsito civil. No obstante, en el caso de Noruega, el FRA genera un costo neto pequeño porque Noruega tiene costos de actualización de sistemas relativamente elevados para respaldar el FRA. Bélgica y los Países Bajos constituyen un caso especial. En estos Estados el UAC de Maastricht ofrecerá un beneficio para el tránsito civil en el FRA, pero sus organizaciones de ATC civiles y militares y las organizaciones de defensa aérea de todas formas incurrirán en costos para implantar el FRA. En particular, las fuerzas aéreas de Bélgica y de los Países Bajos pagarán más de € 9M para implantar el FRA sin recibir ninguna ventaja económica significativa.

7.2

Actividades planificadas o en curso

- **SESAR:** Ensayos en rutas preferidas por los usuarios en el entorno de bloques funcionales del espacio aéreo en zonas y períodos de tiempo predeterminados en 2012.

Ensayos de operación en rutas preferidas por los usuarios desde la salida hasta la entrada de la TMA en 2014-2015.

8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

8.1 Textos de orientación

- *Manual de planificación de servicios de tránsito aéreo* (Doc 9426), de la OACI
- *Manual sobre las medidas de seguridad relativas a las actividades militares potencialmente peligrosas para las operaciones de aeronaves civiles* (Doc 9554), de la OACI
- *Manual de navegación basada en la performance (PBN)* (Doc 9613), de la OACI
- *Manual sobre la metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación* (Doc 9689), de la OACI
- *Cooperación cívico-militar para la gestión del tránsito aéreo* (Circular 330), de la OACI

8.2 Documentos de aprobación

- *Manual de planificación de servicios de tránsito aéreo* (Doc 9426), de la OACI
- *Manual sobre la metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación* (Doc 9689), de la OACI
- *Manual de navegación basada en la performance (PBN)* (Doc 9613), de la OACI
- *Manual sobre las medidas de seguridad relativas a las actividades militares potencialmente peligrosas para las operaciones de aeronaves civiles* (Doc 9554), de la OACI
- Actualizaciones del Doc 4444 de la OACI para incluir nuevos procedimientos ATS en los PANS-ATM

— — — — —

APÉNDICE D

MÓDULO NÚM. B1-35: MAYOR EFICIENCIA PARA MANEJAR LA AFLUENCIA MEDIANTE LA PLANIFICACIÓN OPERACIONAL DE LA RED

Resumen	Introducir procesos mejorados para gestionar la afluencia de tránsito o grupos de vuelos para mejorar la afluencia general. El aumento de colaboración entre las partes interesadas en tiempo real acerca de las preferencias de los usuarios y las capacidades de los sistemas mejorará la utilización del espacio aéreo con efectos positivos en los costos generales de ATM.	
Impacto operacional principal según el Doc 9854	KPA-02 – Capacidad, KPA-04 – Eficiencia, KPA-05 – Medio ambiente, KPA-09 – Previsibilidad, KPA-10 – Seguridad operacional	
Entorno operacional/ Fases de vuelo	Aplicable principalmente a las fases previas al vuelo, con determinada aplicación en vuelo.	
Consideraciones de aplicabilidad	Región o subregión para la mayoría de las aplicaciones; aeropuertos específicos en caso de procesos iniciales de determinación de prioridades en función de los usuarios (UDPP). Este módulo se necesita más particularmente en áreas con la más alta densidad de tránsito. Sin embargo, las técnicas que contiene también serán útiles para otras áreas de menor tránsito, dependiendo de su justificación económica.	
Componentes del concepto mundial según el Doc 9854	DCB – equilibrio entre la demanda y la capacidad TS – sincronización del tránsito AOM – organización y gestión del espacio aéreo	
Iniciativas del Plan mundial (GPI)	GPI-1: Uso flexible del espacio aéreo GPI-6: Gestión de la afluencia de tránsito aéreo GPI-8: Diseño y gestión del espacio aéreo en colaboración	
Interdependencias principales	Sucesor de: B0-35, B0-10 (particularmente en cuanto a los aspectos de FUA)	
Lista de verificación del estado de preparación mundial		Situación (disponible o fecha prevista)
	Estado de preparación de las normas	Est. 2018
	Disponibilidad de la aviónica	Ninguna
	Disponibilidad de los sistemas terrestres	Est. 2018
	Procedimientos disponibles	Est. 2018
	Aprobaciones de operaciones	Est. 2018

1. NARRATIVA

1.1 Consideraciones generalidades

1.1.1 Este módulo introduce procesos mejorados para gestionar las afluencias o los grupos de vuelos a fin de mejorar la circulación general. También incrementa la colaboración entre las partes interesadas en tiempo real a fin de conocer mejor las preferencias de los usuarios, informar sobre las capacidades del sistema, y seguir aplicando la CDM en un determinado conjunto de problemas/circunstancias, en particular para tener en cuenta prioridades de las líneas aéreas con respecto a determinados vuelos de su horario.

1.2 **Base**

1.2.1 El módulo anterior B0-35, proporciona una base sólida para regular la afluencia de tránsito, y el B0-10 introduce el uso flexible del espacio aéreo (FUA). La experiencia demuestra que pueden introducirse más mejoras: la gestión del espacio aéreo y de la afluencia de tránsito debe integrarse mejor a la noción de operaciones en red, las técnicas y algoritmos de ATFM pueden mejorarse y, en particular, pueden tener más en cuenta las preferencias de los usuarios.

1.3 **Cambios introducidos por el módulo**

1.3.1 Este módulo introduce procesos mejorados para gestionar la afluencia o los grupos de vuelos a fin de mejorar la circulación general. Este módulo refina las técnicas de ATFM, integra la gestión del espacio aéreo y la afluencia de tránsito a fin de alcanzar mayor eficiencia de gestión. También incrementa la colaboración entre las partes interesadas en tiempo real a fin de conocer mejor las preferencias de los usuarios, informar acerca de las capacidades del sistema y seguir aplicando la CDM en una serie determinada de problemas y circunstancias, en particular, para tener en cuenta las prioridades de las líneas aéreas con respecto a determinados vuelos de su horario.

1.4 **Elemento 1: Integración mejorada de la ATFM y de la ATMF-AOM**

1.4.1 Los estudios han demostrado que hay cabida para mejorar los algoritmos y técnicas de ATFM. El módulo implantará aquellos que hayan sido validados en el período de referencia.

1.4.2 Se necesita un desarrollo particular para incorporar el uso de las rutas libres implantadas en B1-10.

1.4.3 Además, dado que la ATFM introdujo la noción de cambio de rutas, ya sea por las limitaciones de capacidad de ATC o para evadir otros fenómenos como condiciones meteorológicas peligrosas, parece que la mayor integración entre la ATFM y la organización y gestión del espacio aéreo aportaría ventajas significativa para el tránsito, no solo el tránsito civil, sino también por la definición más dinámica de las áreas que podrían utilizarse para la aviación militar.

1.5 **Elemento 2: Sincronización**

1.5.1 Al ir aproximándose más a los límites de capacidad, las pequeñas variaciones de hora de despegue permitidas por los turnos ATFM, pueden generar en ciertos momentos pequeñas concentraciones de tránsito local, que son sumamente delicadas en ciertos puntos de congestión de la red. Por lo tanto, sería útil poder predecir estas situaciones una vez que la aeronave se encuentre en vuelo y se hayan reducido las incertidumbres sobre su trayectoria en comparación con la situación anterior al despegue, utilizando predicciones de trayectoria, y reduciendo más la congestión, no sólo a lo largo de una corriente de flujo (millas en cola), sino para varias afluencias convergentes en ciertos puntos críticos de congestión en un espacio aéreo dado.

1.6 **Elemento 3: Proceso inicial de establecimiento de prioridades por el usuario (UDPP)**

1.6.1 El proceso de establecimiento de prioridades por el usuario (UDPP) está diseñado para permitir a los usuarios del espacio aéreo intervenir más directamente en la implantación de la regulación de la afluencia, especialmente en los casos en que una degradación no prevista de la capacidad afecte significativamente el cumplimiento de su horario. El módulo propone un mecanismo sencillo mediante el cual las líneas aéreas afectadas pueden colaborar entre sí y con ATFM para encontrar una solución que

tenga en cuenta sus prioridades comerciales/operacionales de los usuarios, que no son conocidas por ATM. Debido a la posible complejidad de varios procesos intrincados del proceso de determinación y asignación de prioridades, este módulo implantará el UDPP sólo en situaciones específicas, p.ej.: cuando la perturbación afecte a un aeropuerto.

1.7 **Elemento 4: Uso flexible del espacio aéreo (FUA) total**

1.7.1 Elaboración por la OACI de documentación sobre la cooperación civil-militar para el uso flexible del espacio aéreo (FUA): El FUA total introduce mecanismos, conjuntamente con la rutas ATS más dinámicas (Módulo B1-10) para que el espacio aéreo y el uso del mismo tengan la mayor flexibilidad posible y constituyan un entorno continuo que los usuarios civiles y militares puedan utilizar de manera óptima.

1.8 **Elemento 5: Gestión de la complejidad**

1.8.1 Mediante la introducción de mejores herramientas y medios de evaluación de la complejidad y la carga de trabajo se mejora la exactitud y fiabilidad de la identificación y mitigación de las limitaciones de capacidad, tanto en la fase táctica de ATFM así como durante el vuelo. Este elemento utiliza la información del tráfico de llegada previsto.

2. **MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS**

2.1 En el *Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea* (Doc 9883) se proponen parámetros de medición para determinar el éxito del módulo.

<i>Capacidad</i>	Mejor utilización del espacio aéreo y de la red ATM con efectos positivos en cuanto a la eficiencia en términos de costos de la ATM. Optimización de las medidas de DCB utilizando la evaluación de carga de trabajo y complejidad como complemento de la capacidad.
<i>Eficiencia</i>	Reducción de los inconvenientes relacionados con los vuelos para los usuarios del espacio aéreo.
<i>Medio ambiente</i>	Se prevén mejoras menores en comparación con la base del módulo.
<i>Previsibilidad</i>	Los usuarios del espacio aéreo tienen más visibilidad y capacidad de pronunciarse sobre la posibilidad de respetar su horario y pueden tomar mejores decisiones acordes con sus prioridades.
<i>Seguridad operacional</i>	Se prevé que el modulo reducirá aún más el número de situaciones en las que se sobrepase la capacidad o la carga de trabajo aceptables.
<i>Análisis de costo-beneficio</i>	La justificación en términos de su rentabilidad se establecerá con un trabajo de validación.

3. **PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRE Y TIERRA)**

3.1 Es necesario desarrollar:

- a) nuevos procedimientos para explotar nuevas técnicas: para que ATC comunique a las tripulaciones las medidas tomadas en vuelo; para informar a los explotadores antes de la salida;
- b) reglas para el intercambio de información y toma de decisiones entre todos los actores; y

c) es necesario definir las reglas y requisitos de aplicación de UDPP.

4. **CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA**

4.1 **Aviónica**

4.1.1 La aviónica no se ve afectada.

4.2 **Sistemas terrestres**

4.2.1 Para aprovechar los sistemas establecidos para el módulo B0-35, se requieren funciones terrestres adicionales en forma de algoritmos mejorados, servicios interactivos con los ANSP y los explotadores de aeronaves mediante aplicaciones de empresa a empresa y conexiones con sistemas de gestión del espacio aéreo, ya sea para integrarlos o para recibir en tiempo real la información conjuntamente con el módulo B1-10.

5. **ACTUACIÓN HUMANA**

5.1 **Consideraciones de factores humanos**

5.1.1 No se prevé que las funciones y responsabilidades de los controladores y los pilotos se verán muy afectadas en las operaciones tácticas (salvo por los cambios de rutas o el establecimiento de secuencias más tácticas), pero será necesario entender que las decisiones efectuadas acerca de los vuelos son para el bien común.

5.1.2 La identificación de consideraciones de factores humanos es un elemento importante que permite determinar procesos y procedimientos para este módulo. En particular, será necesario considerar la interfaz hombre-máquina para los aspectos de automatización de esta mejora de actuación y en la medida en que sea necesario, deberá estar acompañada de estrategias de mitigación del riesgo, como instrucción, formación y redundancia.

5.2 **Requisitos de instrucción y competencia**

5.2.1 Los nuevos procedimientos requerirán instrucción adaptada a la naturaleza de colaboración de las interacciones, en particular entre las unidades ATFM y el personal de los explotadores de líneas aéreas.

5.2.2 Se identificará la instrucción en normas y procedimientos operacionales junto con las normas y métodos recomendados necesarios para la implantación de este módulo. Así mismo, se identificarán los requisitos de cualificación y se incluirán en los aspectos relativos al estado de preparación de las normas correspondientes a este módulo.

6. **NECESIDADES DE REGLAMENTACIÓN/NORMALIZACIÓN (AIRE Y TIERRA)**

- Reglamentación/normalización: se requiere actualizar las operaciones mejoradas de los *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo* Doc 4444 de la OACI.
- Planes de aprobación: Por determinar.

7. **ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)**

7.1 **Uso actual**

Europa: Algunos ACC europeos ya utilizan herramientas de gestión de la complejidad para predecir mejor las cargas de trabajo del sector y tomar medidas como disgregar para absorber los efectos de la aglomeración de tránsito.

7.2 **Actividades planificadas o en curso**

Europa: El SESAR validará los requisitos y procedimientos iniciales del UDPP así como las operaciones de gestión del espacio aéreo y de red relacionadas con el módulo.

8. **DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

8.1 **Textos de orientación**

Concepto de uso flexible del espacio aéreo avanzado (AUFA) de EUROCONTROL.

8.2 **Documentos de aprobación**

Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo, (Doc 4444) de la OACI.

— — — — —

APÉNDICE E

MODULO NÚM. B2-35: MAYOR PARTICIPACIÓN DEL USUARIO EN LA UTILIZACIÓN DINÁMICA DE LA RED

Resumen	Aplicaciones CDM apoyadas por SWIM que permiten a los usuarios del espacio aéreo administrar la competencia y la determinación de prioridades de soluciones ATFM complejas cuando la red o sus nodos (aeropuertos/sectores) ya no ofrecen suficiente capacidad para satisfacer las demandas de los usuarios. Este elemento elabora más las aplicaciones de CDM mediante las cuales ATM podrá ofrecer o delegar a los usuarios la optimización de soluciones para los problemas de afluencia. Los beneficios incluyen una mejora en el uso de la capacidad disponible y optimización de las operaciones de las líneas aéreas en situaciones deterioradas.	
Impacto operacional principal según el Doc 9854	KPA-02 – Capacidad, KPA-09 – Previsibilidad.	
Entorno operacional/ Fases de vuelo	Fases previas al vuelo	
Consideraciones de aplicabilidad	Región o subregión	
Componentes del concepto mundial según el Doc 9854	DCB – equilibrio entre la demanda y la capacidad TS – sincronización del tránsito AOM – organización y gestión del espacio aéreo AUO – operaciones de los usuarios del espacio aéreo	
Iniciativas del Plan mundial (GPI)	GPI-6: Gestión de la afluencia de tránsito aéreo GPI-8: Diseño y gestión del espacio aéreo en colaboración	
Interdependencias principales	B1-35, B1-30 y probablemente B2-25	
Lista de verificación del estado de preparación mundial		Situación (disponible o fecha prevista)
	Estado de preparación de las normas	Est. 2023
	Disponibilidad de la aviónica	Est. 2023
	Disponibilidad de sistemas terrestres	Est. 2023
	Procedimientos disponibles	Est. 2023
	Aprobaciones de operaciones	Est. 2023

1. NARRATIVA

1.1 Base

1.1.1 El modulo anterior B1-35 introdujo una versión inicial UDPP, centrada en los problemas en los aeropuertos.

1.2 Cambios introducidos por el módulo

1.2.1 Este módulo desarrolla más las aplicaciones CDM mediante las cuales ATM estará en condiciones de ofrecer/delegar a los usuarios la optimización de soluciones a los problemas de afluencia, a fin de permitir a la comunidad de usuarios ocuparse de la competencia y de sus propias prioridades en situaciones en que la red o sus nodos, (aeropuertos, sectores) ya no ofrezcan una capacidad adecuada para cumplir con los horarios. Este módulo también se basa en la SWIM para situaciones más complejas.

2. MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS

2.1 En el *Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea* (Doc 9883) se proponen parámetros de medición para determinar el éxito del módulo.

<i>Capacidad</i>	Uso mejorado de la capacidad disponible en situaciones en las que está limitada.
<i>Previsibilidad</i>	El modulo ofrece a las líneas aéreas la posibilidad de que se tengan en cuenta sus prioridades y de optimizar sus operaciones en situaciones deterioradas.
<i>Análisis de costo-beneficio</i>	Se establecerá cuando la investigación sobre el modulo haya progresado significativamente.

3. PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRE Y TIERRA)

3.1 Se requieren procedimientos para especificar las condiciones (en particular, las reglas de participación, derechos y obligaciones, principios de equidad, etc.) y la notificación para aplicar UDPP. Será necesario realizar el proceso de modo que no entre en conflicto ni deteriore la optimización de la red lograda con el ATMF.

4. CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA

4.1 Aviónica

4.1.1 Ninguna, excepto la requerida para participar en el SWIM, de ser el caso.

4.2 Sistemas terrestres

4.2.1 Estarán respaldados por la tecnología del entorno de gestión de información a escala del sistema (SWIM) y la integración tierra-tierra con todos los participantes, especialmente ATS y las líneas aéreas. Funciones automatizadas que permiten negociaciones entre usuarios y conexión con los sistemas ATFM.

5. ACTUACIÓN HUMANA

5.1 Consideraciones de factores humanos

5.1.1 No se han identificado problemas significativos. Sin embargo, el módulo introducirá otros factores en la toma de decisiones relativos a la preparación y planificación de los vuelos que deberán ser comprendidos por el personal de las líneas aéreas.

5.1.2 Este módulo todavía se encuentra en la etapa de investigación y desarrollo, razón por la cual las consideraciones de factores humanos aún se están determinando mediante modelación y ensayos beta.

Las futuras versiones de este documento serán más específicas en cuanto a los procesos y procedimientos necesarios para tener en cuenta las consideraciones de factores humanos. Se hará énfasis especial en identificar problemas de interfaz hombre-máquina, de haberlos, y proporcionar las estrategias de mitigación de alto riesgo para solucionarlos.

5.2 **Requisitos de instrucción y competencia**

5.2.1 Los nuevos procedimientos requerirán de instrucción adaptada a la nueva naturaleza colaborativa de las interacciones, en particular entre las unidades ATFM y el personal de operaciones de las líneas aéreas.

5.2.2 Este módulo eventualmente contendrá una serie de requisitos de instrucción para el personal. A medida que se vayan elaborando, se incluirán en la documentación que respalda este módulo y se señalará su importancia. Así mismo, todos los requisitos de cualificaciones que se recomienden se convertirán en parte de las necesidades normativas anteriores a la implementación de esta mejora de actuación.

6. **NECESIDADES DE REGLAMENTACIÓN/NORMALIZACIÓN (AIRE Y TIERRA)**

- Se requieren nuevas normas y orientación para permitir a los usuarios optimizar las soluciones de CDM.
- Planes de aprobación: Por determinar.

7. **ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)**

7.1 **Uso actual**

7.1.1 Ninguno por el momento.

7.2 **Actividades planificadas o en curso**

Europa: El programa de trabajo del SESAR apenas ha empezado a formular el concepto UDPP, y este módulo tendrá que elaborarse más antes de que se describan las pruebas para el mismo.

— — — — —

APÉNDICE F

MÓDULO NÚM. B3-10: GESTIÓN DE LA COMPLEJIDAD DEL TRÁNSITO

Resumen	Introducción de la gestión de la complejidad para tratar eventos y fenómenos que afectan la afluencia de tránsito debido a limitaciones físicas, razones económicas o eventos y condiciones particulares al explotar la información más precisa y enriquecida. Entorno de ATM basado en SWIM. Las ventajas incluirán, uso optimizado y eficiencia de la capacidad del sistema.	
Impacto operacional principal según el Doc 9854	KPA-02 – Capacidad, KPA-04 – Eficiencia, KPA-06 – Flexibilidad, KPA-09 – Previsibilidad.	
Entorno operacional/ Fases de vuelo	Previo al vuelo y durante el vuelo.	
Consideraciones de aplicabilidad	Las ventajas son significativas sólo después de determinada dimensión geográfica y suponen que es posible conocer y controlar/optimizar parámetros relevantes. Las ventajas son útiles principalmente en el espacio aéreo de más alta densidad.	
Componentes del concepto mundial según el Doc 9854	AOM – organización y gestión del espacio aéreo TS – sincronización del tránsito DCB – equilibrio entre la demanda y la capacidad	
Iniciativas del Plan mundial (GPI)	GPI-6: Gestión de la afluencia de tránsito aéreo GPI-8: Diseño y gestión del espacio aéreo en colaboración	
Interdependencias principales	Sucesor de: B1-10, B2-35 Progreso paralelo con: B3-05, B3-15, B3-25, B3-85	
Lista de verificación del estado de preparación mundial		Situación (disponible o fecha prevista)
	Estado de preparación de las normas	Est. 2028
	Disponibilidad de la aviónica	Est. 2028
	Disponibilidad de sistemas terrestres	Est. 2028
	Procedimientos disponibles	Est. 2028
	Aprobaciones de operaciones	Est. 2028

1. NARRATIVA

1.1 Consideraciones generales

1.1.1 Con operaciones basadas en la trayectoria, en el Bloque 3 se dispondrá de capacidades para optimizar cada una de las trayectorias, las afluencias de tránsito y el uso de recursos escasos como pistas y superficies. Este módulo se concentra en las capacidades necesarias para resolver cuestiones relacionadas con el incremento de la complejidad de ciertas situaciones de tránsito.

1.1.2 Si bien las operaciones basadas en la trayectoria resultan de la evolución a largo plazo de la gestión de trayectorias individuales, una serie de eventos y fenómenos afectan las afluencias de tránsito debido a limitaciones físicas, razones de índole económica, o eventos y condiciones particulares. En este módulo se trata la evolución a largo plazo de su gestión en relación con densidades de tráfico superiores a las actuales, y/o con el objetivo de mejorar las soluciones aplicadas hasta el momento y proporcionar servicios optimizados trabajando más cerca de los límites del sistema. Esto se denomina “gestión de la complejidad”.

1.1.3 El modulo integra varios componentes ATM para generar sus beneficios adicionales de actuación e introducirá otras mejoras en los procesos DCB, TS y AOM (y posiblemente SDM, AUO, y AO) con el propósito de aprovechar el entorno de información más exacto y completo esperado de las operaciones basadas en la trayectoria (TBO), de la gestión de la información a escala del sistema (SWIM) y de otras evoluciones a largo plazo.

1.1.4 Este es un campo de investigación dinámico, en el que las soluciones innovadoras probablemente son tan importantes como entender las incertidumbres inherentes a la ATM y los mecanismos y comportamientos de transporte aéreo a los que responde la actuación de la ATM.

1.2 Base

1.2.1 Antes de este módulo se habrán establecido progresivamente la mayoría de los ingredientes del concepto operacional de ATM Mundial, aunque no totalmente, a la espera de la difusión de ciertas capacidades y elementos facilitadores, y tampoco se habrán integrado totalmente. Sigue existiendo la posibilidad de obtener ganancias en la actuación si se tratan las cuestiones que suscitaron a falta de integración óptima.

1.3 Cambios introducidos por el módulo

1.3.1 El modulo prevé la optimización de las afluencias de tránsito y el uso de los recursos de navegación aérea. Se refiere a la complejidad de la ATM debido a la combinación de densidades de tránsito más elevadas, información más exacta sobre las trayectorias y su entorno, procesos y sistemas que interactúan más de cerca y la búsqueda de niveles de actuación más elevados.

2. MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS

2.1 En el *Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea* (Doc 9883) se proponen parámetros de medición para determinar el éxito del módulo.

<i>Capacidad</i>	Incremento y optimización de la utilización de la capacidad del sistema.
<i>Eficiencia</i>	Optimización de la eficiencia total de la red.
<i>Flexibilidad</i>	Incorporación de las solicitudes de cambio.
<i>Previsibilidad</i>	Minimizar el impacto de las incertidumbres y los eventos no planificados sobre el adecuado funcionamiento del sistema ATM.
<i>Análisis de costo-beneficio</i>	Se determinará como parte de la investigación relativa al módulo.

3. PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRE Y TIERRA)

3.1 Por definir.

4. CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA

4.1 El modulo explotará la tecnología disponible en ese momento, en particular SWIM y TBO que proporcionarán la información adecuada sobre los vuelos y su entorno. También es probable que dependa de herramientas de automatización.

4.2 Aviónica

4.2.1 Ninguna, además de la requerida para la participación en operaciones SWIM y/o TBO.

4.3 **Sistemas terrestres**

4.3.1 Uso intensivo de funciones automatizadas y algoritmos sofisticados para explotar la información.

5. **ACTUACIÓN HUMANA**

5.1 **Consideraciones de factores humanos**

5.1.1 El alto grado de integración de la información de tránsito y la optimización de los procesos probablemente requerirá de altos niveles de automatización y del desarrollo de interfaces científicas para los operadores humanos.

5.1.2 Este módulo todavía se encuentra en la etapa de investigación y desarrollo, razón por la cual las consideraciones de factores humanos aún se están determinando mediante modelación y ensayos beta. Las futuras versiones de este documento serán más específicas en cuanto a los procesos y procedimientos necesarios para tener en cuenta las consideraciones de factores humanos. Se hará énfasis especial en identificar problemas de interfaz hombre-máquina, de haberlos, y proporcionar las estrategias de mitigación de alto riesgo para solucionarlos.

5.2 **Requisitos de instrucción y competencia**

5.2.1 Los requisitos de instrucción serán elevados, no sólo antes de la puesta en servicio sino también para el mantenimiento regular de las capacidades.

5.2.2 Este módulo eventualmente contendrá una serie de requisitos de instrucción para el personal. A medida que se vayan elaborando, se incluirán en la documentación que respalda este módulo y se señalará su importancia. Así mismo, todos los requisitos de cualificaciones que se recomienden se convertirán en parte de las necesidades normativas anteriores a la implementación de esta mejora de actuación.

6. **NECESIDADES DE REGLAMENTACIÓN/NORMALIZACIÓN (AIRE Y TIERRA)**

- Reglamentación/normalización: por determinar.
- Planes de aprobación: por determinar.

7. **ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)**

7.1 **Uso actual**

7.1.1 Ninguno por el momento.

7.2

Actividades planificadas o en curso

- Europa: El programa SESAR ha establecido una red de investigación sobre “complejidad”, junto con proyectos de investigación que tratan algunas de las cuestiones pertinentes.
- **Estados Unidos:** Actualmente se llevan a cabo investigaciones en la NASA y las universidades.
- No se efectuarán pruebas en vivo en un futuro próximo.

— FIN —