

UNDÉCIMA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA

Montreal, 22 de septiembre - 3 de octubre de 2003

**INFORME DEL COMITÉ B A LA CONFERENCIA
SOBRE LA CUESTIÓN 6 DEL ORDEN DEL DÍA**

El Comité B aprobó el informe adjunto para someterlo a la Plenaria.

Peter Charles Marais
Presidente del Comité B

Nota.— Después de quitar esta página, esta nota debería insertarse en el lugar correspondiente de la carpeta para el informe.

**Cuestión 6 del
orden del día: Cuestiones relativas a la navegación aeronáutica**

**6.1 ESTADO DE DESARROLLO DEL SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR
SATÉLITE (GNSS), BASÁNDOSE EN LOS INFORMES DE LOS ESTADOS,
PROVEEDORES DE SERVICIOS Y ORGANIZACIONES DE LA INDUSTRIA**

6.1.1 Introducción

6.1.1.1 Al invitar a los Estados y las organizaciones internacionales a la 11ª Conferencia de navegación aérea (véase la comunicación ST 12/1-02/58), la OACI señaló a la atención de los Estados, los proveedores de servicios y las organizaciones que participan en el desarrollo del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) y sus elementos, la necesidad de proporcionar, en el marco de la cuestión 6 del orden del día, información pertinente sobre dichas actividades.

6.1.1.2 En respuesta a la solicitud de la OACI, varios Estados y proveedores de servicios presentaron a la reunión información relativa a la modernización del sistema mundial de determinación de la posición (GPS) y el sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS) y el desarrollo de la nueva constelación principal de satélites GALILEO. Se informó también a la Conferencia acerca de la situación del sistema de aumentación basado en satélites (SBAS) en los Estados Unidos, Europa, el Japón y la India, así como acerca del sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) y el sistema de aumentación regional basado en tierra (GRAS).

6.1.1.3 La Conferencia examinó la información en el orden siguiente: constelaciones principales de satélites, sistemas de aumentación basados en satélites y sistemas de aumentación basados en tierra.

6.1.2 Constelaciones principales

GPS

6.1.2.1 La Conferencia tomó nota de que el segmento espacial del sistema mundial de determinación de la posición (GPS) consistía en 24 satélites en estado operacional. Se informó a la Conferencia que los Estados Unidos habían elaborado un plan de modernización del GPS, uno de cuyos principales objetivos consistía en proporcionar un mayor número de señales civiles codificadas. Una segunda señal civil, conocida como L2C, se transmitirá por la frecuencia de 1 227,6 MHz, y una tercera señal civil, conocida como L5, por 1 176,45 MHz. El nuevo código de aplicación civil, más robusto, para L2 comenzará en 2004. A partir de 2006 se contará con una tercera señal civil (L5) diseñada para aplicaciones aeronáuticas y otras relativas a la seguridad de las vidas humanas. Basándose en el actual calendario presupuestario de 2004, en 2010 (año civil) se alcanzará la capacidad operacional inicial para la navegación mediante dobles frecuencias, basada en una constelación de 18 satélites con radiodifusión del nuevo código de señales civiles en L2. Asimismo, a finales de 2013 debería contarse con la señal L5 en 18 satélites GPS.

GLONASS

6.1.2.2 La Conferencia tomó nota de que, en el momento en que esta se celebraba, el segmento espacial del sistema GLONASS consistía en 11 satélites, ocho de los cuales funcionaban sin restricciones. Se informó que, en agosto de 2001, el Gobierno de la Federación de Rusia había adoptado un programa especial federal de 10 años para mantener y ampliar el sistema GLONASS. El programa incluye el desarrollo

de satélites GLONASS-M de nueva generación, de los cuales el primero se lanzará junto con dos satélites GLONASS en el cuarto trimestre de 2003. La evolución abarcará también el desarrollo de un satélite GLONASS-K avanzado con una vida útil de 10 a 12 años, mejor performance de precisión y una señal de navegación adicional en la banda 1 164-1 215 MHz. El satélite GLONASS-K será considerablemente más ligero que las versiones existentes, con lo que será posible reducir a una fracción los actuales costos de lanzamiento y mantenimiento del segmento orbital del sistema.

6.1.2.3 El establecimiento del segmento orbital se hará de la manera siguiente:

Fase 1: En 2006 el segmento orbital se aumentará hasta alcanzar 18 satélites, algunos de los cuales serán satélites GLONASS-M con una vida útil más larga y un rendimiento mejorado.

Fase 2: Después de 2006, el segmento orbital se establecerá y mantendrá al nivel de 24 satélites mediante el lanzamiento de satélites GLONASS-K.

6.1.2.4 También se informó que la transferencia progresiva de la operación del sistema a porciones inferiores de las bandas actualmente ocupadas continuaría de conformidad con los acuerdos vigentes para garantizar la compatibilidad electromagnética con el servicio móvil por satélite y de radioastronomía.

GALILEO

6.1.2.5 Se informó a la Conferencia que, reconociendo la importancia estratégica de la navegación por satélite, sus posibles aplicaciones y las deficiencias actuales del GNSS, los Estados europeos han decidido elaborar una capacidad GNSS europea en dos etapas mediante la implantación de un SBAS, conocido como Servicio europeo de complemento geoestacionario de navegación (EGNOS), para satisfacer las necesidades a corto y medio plazo, y de una constelación de navegación por satélite (GALILEO) para satisfacer las necesidades de los usuarios en materia de aplicaciones multimodales a largo plazo. El programa GALILEO establecerá una plena constelación de satélites europeos, bajo control civil, que intensificará la fiabilidad de la navegación por satélite, aliviará varias inquietudes institucionales y debería facilitar una plena transición a la navegación por satélite. Los participantes en GALILEO ya han establecido y apoyan una más amplia cooperación internacional y bilateral para la elaboración del sistema. El uso de los servicios ofrecidos por GALILEO dependerá de la disponibilidad de normas de la OACI.

6.1.2.6 Paralelamente a un servicio abierto semejante al servicio de determinación de la posición normalizado del GPS, GALILEO ofrecería nuevas características para mejorar y garantizar los servicios para la aplicación crítica, de seguridad de las vidas humanas, o aplicaciones comerciales. Los servicios GALILEO deberían ser plenamente compatibles y permitir el interfuncionamiento a nivel de los usuarios con otros servicios GNSS, sin un modo de falla común entre los sistemas. El uso combinado de GALILEO y otros elementos GNSS permitiría mejores resultados para todos los usuarios a nivel mundial.

6.1.2.7 Los servicios GALILEO por satélite se ofrecerán a nivel mundial e independientemente de otros sistemas combinando las señales de radiodifusión mediante los satélites GALILEO. Existía una amplia gama de posibles aplicaciones con diferentes requisitos operacionales, que se habían reunido en cinco servicios de referencia: servicio abierto (OS) GALILEO, seguridad de las vidas humanas (SoL), servicio comercial (CS), servicio público reglamentado (PRS) y apoyo a la búsqueda y salvamento (SAR).

6.1.2.8 La reunión tomó nota de que había concluido la fase de diseño preliminar del sistema GALILEO y que la Agencia Espacial Europea (AEE) estaba preparando contratos de desarrollo para la instalación de la infraestructura, incluyendo el lanzamiento de los primeros satélites de ensayo.

6.1.2.9 La infraestructura GALILEO se implantaría en tres fases:

- a) fase de desarrollo y validación (2002-2005);
- b) fase de despliegue (2002-2007); y
- c) fase operacional (a partir de 2008).

6.1.3 Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS)

WAAS

6.1.3.1 La Conferencia tomó nota con beneplácito de que el 10 de julio de 2003 el sistema de aumentación de área amplia (WAAS) entró en servicio para uso en todas las fases de navegación aérea en el sistema del espacio aéreo nacional (NAS) de los Estados Unidos, incluyendo una clase de aproximación por instrumentos con guía lateral y vertical [navegación lateral (LNAV)/navegación vertical (VNAV)]. La performance del WAAS ha demostrado de manera constante una precisión horizontal de 1 m y vertical de 1,5 m. La capacidad operacional inicial (IOC) del WAAS proporcionó a los usuarios la capacidad de realizar aproximaciones con guía vertical en todo el NAS de los Estados Unidos. Esa capacidad inicial del WAAS también proporcionó una guía mejorada para los usuarios en las etapas en ruta y de salida. El LNAV/VNAV constituye un procedimiento de aproximación con guía vertical con mínimas nominales de una altura de decisión de 105 m (350 ft) y una visibilidad de 1,25 millas. Se han publicado más de 700 procedimientos LNAV/VNAV para operaciones WAAS. El área de servicio del WAAS cubre los Estados Unidos continentales y partes de Alaska.

6.1.3.2 La Administración Federal de Aviación (FAA) había aumentado la capacidad de aproximación del WAAS mejorando los procedimientos por instrumentos en el área terminal mediante un nuevo procedimiento de aproximación, llamado precisión lateral con guía vertical (LPV), que satisface los requisitos de performance del Anexo 10 relativos a APV I¹. La LPV permitía una performance de guía de aproximación lateral equivalente a la del localizador del sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS). Esto constituía una mejora importante respecto a la LNAV/VNAV, permitiendo reducir las mínimas de aproximación para la mayoría de las pistas. Los procedimientos LPV tienen mínimas nominales de una altura de decisión de 75 m (250 ft) y una visibilidad de 0,5 millas, con una iluminación adecuada. La LPV podría poner las ventajas de la seguridad operacional de la guía vertical al alcance de la comunidad de aviación general, contribuyendo así directamente a intensificar la seguridad operacional de vuelo para las aeronaves de aviación general y otros usuarios del WAAS.

6.1.3.3 Se prevé alcanzar en diciembre de 2007 la capacidad operacional final (FOC) del WAAS, con capacidad LPV, en un área de servicio ampliada. La capacidad del WAAS para la aproximación de precisión de Categoría I no será efectiva hasta que se cuente con una segunda frecuencia aeronáutica GPS, L5 (1 176,45 MHz). De acuerdo con el plan actual, se contará en 2013 con un número suficiente de satélites GPS en órbita con capacidad L5 para que la aviación pueda utilizarlos para fines operacionales. La FAA tiene la intención de actualizar y mejorar el WAAS para que pueda usar L5 antes de la mencionada fecha.

Servicio europeo de complemento geostacionario de navegación (EGNOS)

¹ Anexo 10, Volumen I, Capítulo 3, 3.7.2.4.

6.1.3.4 Se informó a la reunión que el proyecto EGNOS, implantado por el grupo tripartito europeo (ETG), formado por la AEE, la Comisión Europea y Eurocontrol, constituía la primera contribución europea al GNSS. EGNOS proporcionaría y garantizaría señales de navegación para aplicaciones aeronáuticas, marítimas y de la red terrestre móvil transeuropea. En nombre del grupo tripartito, la Agencia Espacial Europea tenía la responsabilidad respecto al diseño de sistema, desarrollo y validación técnica de una capacidad operacional avanzada (AOC) del sistema EGNOS. La validación técnica debía finalizarse en 2004 a fin de permitir el uso operacional de la señal EGNOS para aplicaciones de seguridad de las vidas humanas en 2005. Se están evaluando las posibilidades de evolución de EGNOS más allá de 2004.

6.1.3.5 EGNOS proporcionaría servicios mejorados respecto al GPS, en lo que atañe a la precisión (de 20 m a 1-2 m), garantía de servicio (por medio de la señal de integridad) y disponibilidad (mediante señales adicionales de telemetría). Funcionaría en la frecuencia GPS L1. La cobertura inicial abarcaría la zona de la Conferencia Europea de Aviación Civil (CEAC) y podría ampliarse para abarcar otras regiones. EGNOS podría satisfacer, mediante mejoras del GPS y GLONASS, muchos de los actuales requisitos de determinación de la posición, velocidad y cronometría de los modos terrestre, marítimo y aeronáutico de transporte en la Región Europa.

6.1.3.6 Para la aviación civil, EGNOS cumpliría con los requisitos de RTCA DO 229C y los SARPS de la OACI relativos al SBAS y proporcionaría dentro de la CEAC un servicio aeronáutico desde en ruta hasta APV-2 (VAL=20m; HAL=40m).

6.1.3.7 Se estaba realizando con éxito una evaluación del servicio EGNOS fuera de la zona núcleo de la CEAC a la Región AFI, inicialmente mediante el establecimiento de un banco de pruebas del sistema EGNOS (ESTB), de estaciones de vigilancia de la distancia y la integridad (RIMS) en áreas de África occidental y central, por ASECNA (Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar) en cooperación con los Estados interesados. La fase de seguimiento del plan de trabajo para la Región AFI incluía el establecimiento de una red de RIMS en otras zonas de la Región AFI y la preparación para la implantación operacional de EGNOS.

6.1.3.8 En las Regiones CAR/SAM, se habían efectuado ensayos EGNOS en el marco de un proyecto de cooperación técnica de la OACI. Para llevar a cabo los ensayos basados en la señal ESTB, se habían establecido en la región tres estaciones de referencia que se conectaron al ESTB. Los ensayos de tipo EGNOS proporcionaron información útil para apoyar las actividades del Grupo regional CAR/SAM de planificación y ejecución (GREPECAS) a fin de establecer una estrategia GNSS para la región. Se habían determinado campos de cooperación con los ensayos WAAS.

MSAS

6.1.3.9 La reunión recordó que, de conformidad con el concepto de los sistemas de navegación aérea del futuro (FANS), que había apoyado la 10ª Conferencia de navegación aérea en 1991, la Dirección de aviación civil del Japón (JCAB) había estado elaborando un satélite de transporte multifuncional (MTSAT) y un sistema de aumento basado en satélites MTSAT (MSAS). Se había diseñado el MTSAT como satélite geoestacionario con aplicaciones tanto meteorológicas como aeronáuticas.

6.1.3.10 La aplicación aeronáutica consistía en dos funciones: servicio móvil aeronáutico por satélite (SMAS) y sistema de aumentación basado en satélite (SBAS) del GNSS para proporcionar a las aeronaves información sobre aumentación GPS por enlace ascendiente a partir de las instalaciones terrestres. La función MSAS del MTSAT cumpliría plenamente con los SARPS de la OACI. Los detalles técnicos no especificados en los SARPS se coordinaron mediante las actividades del Grupo técnico de trabajo sobre

interfuncionamiento (IWG) SBAS. Así, el MSAS permitía el pleno interfuncionamiento con otros servicios SBAS.

6.1.3.11 Después de haber fallado el lanzamiento del MTSAT-1 (el primer MTSAT), la JCAB adquirió otro satélite, MTSAT-1R, que se lanzaría a principios de 2004. El segundo MTSAT, MTSAT-2, se lanzaría en 2005. Una vez finalizada la certificación, el MSAS entraría en servicio y sería operacional utilizando únicamente el MTSAT-1R a partir de 2005. El doble funcionamiento del MTSAT-1R y el MSAT-2 entraría en servicio en 2006.

6.1.3.12 Dos centros de satélites aeronáuticos se encargarán del control de los MTSAT. Las estaciones de control principales (MCS) del MSAS se han instalado en dos centros de satélites aeronáuticos. Con objeto de proporcionar servicio MSAS en la FIR del Japón, se habían instalado estaciones de vigilancia de tierra (GMS) en cuatro centros de control de tránsito en rutas aéreas. Para garantizar una referencia amplia para una determinación exacta de la órbita de los MTSAT, se instalaron dos estaciones de vigilancia y cronometría (MRS) en Hawai (Estados Unidos) y Canberra (Australia). Se cuenta también con una MRS en cada centro de satélites aeronáuticos.

6.1.3.13 En operaciones normales, los usuarios podrían recibir dos señales SBAS con diferentes códigos PRN. Cada señal se enviaría por enlace ascendente de una MCS diferente y por medio de un satélite diferente. Si falla uno de los satélites, la MCS que esté comunicando por enlace de datos por medio del satélite que haya fallado se conmutaría al otro satélite. Así, aun en estas condiciones anormales, la aviónica del usuario podría recibir las dos señales SBAS. La Conferencia tomó nota de que esta arquitectura garantizaba un servicio SBAS sumamente redundante y fiable.

6.1.3.14 Dado que la señal MSAS sería objeto de radiodifusión por el MTSAT en la mayor parte de la Región Asia/Pacífico, el servicio MSAS podría ampliarse fácilmente si se instalaran GMS en la zona de cobertura del MTSAT y se conectaran líneas terrestres especializadas a las MCS. La Conferencia tomó nota con beneplácito de que la JCAB había ofrecido servicio MSAS gratuito a los Estados de la Región Asia/Pacífico a fin de establecer en dicha región un sistema de navegación aérea fluido y más seguro y fiable.

GAGAN

6.1.3.15 La India informó a la Conferencia que la Autoridad aeroportuaria de la India (AAI) y la Organización de investigación espacial de la India (ISRO) habían emprendido juntas un programa para desarrollar e implantar el sistema de navegación aumentada con GPS y GEO (GAGAN) a fin de satisfacer los requisitos de aumentación de navegación por satélite de los explotadores de aeronaves y los proveedores de servicios de tránsito aéreo (ATS) en el espacio aéreo de la India, incluyendo el espacio del océano Indico, así como amplias partes de la Región Asia/Pacífico.

6.1.3.16 El programa GAGAN se implantaría en tres fases:

- a) Primera fase: **Sistema de demostración de tecnología (TDS)**: Un sistema de configuración mínima que demostraría la capacidad del sistema para aproximaciones de precisión (Categoría I) en una región limitada del espacio aéreo de la India y constituiría una prueba del concepto. La fase TDS concluiría hacia 2005.
- b) Segunda fase: **Fase experimental inicial (IEP)**: En esta fase se ampliaría el TDS para abarcar todo el espacio aéreo de la India y se añadirían al sistema las redundancias necesarias. La IEP finalizaría un año después de desarrollarse el TDS.

- c) Tercera fase: **Fase operacional final (FOP)**: Se prevé que, durante esta fase, el programa GAGAN alcance su pleno desarrollo. El sistema sería objeto de amplios ensayos y se evaluaría respecto a los SARPS de la OACI antes de declarar que se ha alcanzado el nivel operacional. Se prevé que esta fase se termine un año después de la fase IEP.

6.1.3.17 Actualmente, habiendo llevado a cabo un examen detallado del diseño de la carga útil, la ISRO estaba en la etapa de adquisición de los componentes críticos para fabricar la carga útil de navegación que se instalará en el satélite GSAT-4, que se lanzará en 2005 en una órbita situada en 82° Este.

6.1.3.18 Dado que la India está situada cerca de la línea del ecuador, las actividades ionosféricas tendrían un efecto importante en las señales GPS recibidas encima del espacio aéreo de la India. Con objeto de evaluar adecuadamente el efecto de la ionosfera en las señales GPS y reducir su efecto, se ha iniciado la elaboración de un modelo ionosférico basado en los datos ionosféricos compilados en gran número de localidades durante un amplio período de tiempo. Teniendo presente lo expuesto, se preveía establecer 20 estaciones para compilar datos ionosféricos cubriendo la totalidad del país.

6.1.3.19 La Conferencia tomó nota de que GAGAN se había diseñado para satisfacer los SARPS de la OACI y para que permitiera el interfuncionamiento con WAAS, EGNOS y MSAS.

6.1.4 Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS)

Sistema de aumentación de área local (LAAS)

6.1.4.1 La Conferencia recordó que el sistema de aumentación de área local (LAAS) era el sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) elaborado por los Estados Unidos para proporcionar capacidad para aproximaciones de precisión y datos de posición, velocidad y cronometría (PVT) precisos en el área terminal (servicio de determinación de la posición GBAS). El objetivo del LAAS consistía en proporcionar apoyo a todas las categorías de aproximaciones de precisión (PA) y operaciones de aterrizaje y en la superficie para las aeronaves dotadas del equipo apropiado.

6.1.4.2 La implantación inicial de las instalaciones LAAS terrestres permitiría aproximaciones por instrumentos de Categoría I y el servicio de determinación de la posición GBAS en determinados aeropuertos. La FAA ha concedido un contrato en abril de 2003 para el diseño, desarrollo y producción de la instalación LAAS terrestre.

6.1.4.3 Después de haber validado el diseño del sistema, la FAA tenía la intención de instalar un número limitado de sistemas terrestres en todo el espacio aéreo nacional de los Estados Unidos. Se preveía el IOC del LAAS para septiembre de 2006. La FAA trabajaba en coordinación con los explotadores de aeronaves para determinar los procedimientos que permitirían explotar plenamente las capacidades del LAAS para mejorar la utilización del espacio aéreo y proporcionar las mínimas de visibilidad de aproximación más bajas posible.

6.1.4.4 La etapa final para el LAAS consiste en proporcionar servicio de aproximación y aterrizaje de Categorías II y III; la mayoría de los esfuerzos de desarrollo a largo plazo estaban encaminados a alcanzar este objetivo. Las medidas a corto plazo estaban encaminadas a alcanzar la Categoría III sin usar una segunda frecuencia en el receptor de a bordo. A esto seguiría la incorporación de las ventajas de la modernización del GPS, en particular la frecuencia L5 adicional.

6.1.4.5 Además, se prevé que el examen de la manera en que el LAAS haría posible llevar a cabo operaciones de área terminal más eficientes daría lugar a futuras aplicaciones LAAS tales como las salidas con guía, las trayectorias de aproximación complejas, las aproximaciones frustradas con guía y la guía y control del movimiento en la superficie.

Sistema de aumentación regional basado en tierra (GRAS)

6.1.4.6 La Conferencia recordó que el sistema de aumentación regional basado en tierra (GRAS) se había presentado en 1999 al Grupo de expertos GNSS (GNSSP) de la OACI como método distinto además de SBAS y GBAS y que se había solicitado al GNSSP que elaborara SARPS relativos al GRAS. Se informó a la Conferencia que la validación del correspondiente proyecto de SARPS se estaba progresando con miras a presentar al Grupo de expertos sobre sistemas de navegación (Grupo de trabajo plenario) la validación completa en mayo de 2004.

6.1.4.7 Australia había construido un banco de pruebas GRAS para facilitar la validación de los SARPS relativos al GRAS. Se estaban compilando datos diferenciales y sobre la integridad del GRAS utilizando metodología SBAS, pero que se transmitía a las aeronaves en formato de mensajes GBAS por intermedio de una red de estaciones de enlace ascendente que utilizaban la radiodifusión VHF. El banco de pruebas indicaba que el GPS aumentado mediante el GRAS podría proporcionar navegación en ruta, en área terminal y de aproximación con guía vertical.

6.2 CUESTIONES DE CRITERIOS DE NAVEGACIÓN TENIENDO EN CUENTA LOS SERVICIOS Y LA ARQUITECTURA GNSS ACTUALES Y PREVISTOS, LAS OPCIONES DE INTEGRACIÓN Y DE RESERVA

6.2.1 Introducción

6.2.1.1 En la estrategia que aplica actualmente la OACI para introducir sistemas avanzados de comunicación, navegación, vigilancia/gestión del tránsito aéreo (CNS/ATM) se prevé una transición gradual desde la actual infraestructura terrestre de navegación hacia un uso creciente de las infraestructuras de navegación por satélite. El paso inicial de dicha transición se ha visto favorecido por el desarrollo de las normas y métodos recomendados de la OACI (SARPS) para el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) y publicación de procedimientos y criterios para operaciones en que se utilice el receptor GNSS básico².

6.2.1.2 El GPS ya se estaba utilizando mucho en todo el mundo para la aeronavegación. Este uso incluía tanto medios primarios oceánicos como nacionales en ruta, aproximaciones GPS que no son de precisión, normas de separación basadas en el GPS y operaciones de navegación de área (RNAV) y de performance de navegación requerida (RNP). En Europa, se usaba en cumplimiento de los requisitos de la RNAV básica (B-RNAV). El SBAS se estaba implantando en línea con el desarrollo del sistema de aumentación de área amplia (WAAS) de los Estados Unidos y la introducción operacional de otros SBAS en Europa, el Japón y la India en el período 2004-2006. Está progresando la elaboración del GBAS, inicialmente para permitir aproximaciones de precisión de Categoría I.

6.2.2 La función del GNSS en el suministro de servicios de navegación aérea y consideraciones relativas a la estrategia de transición

² La expresión “receptor GNSS básico” se refiere a la aviónica GNSS que satisface, por lo menos, los requisitos relativos al receptor GPS del Anexo 10, Volumen I, y las especificaciones de RTCA DO-208 o EUROCAE ED-72A, enmendadas por FAA TSO-C129A o JAA TSO C129 (o equivalente).

6.2.2.1 Se informó a la reunión sobre las actividades de los Estados, que indican que la navegación por satélite está desempeñando una función más importante en el suministro de servicios de navegación aérea. Un Estado presentó sus planes para la eliminación gradual de algunas de las actuales instalaciones terrestres, empezando por el retiro de servicio de radiofaros no direccionales (NDB) a medida que progresa el equipo de las flotas comerciales y de la aviación general. Varios otros Estados indicaron también su planificación para retirar gradualmente de servicio las ayudas terrestres para la navegación a medida que aumenta la dependencia de la navegación por satélite.

6.2.2.2 Se informó también a la reunión acerca de una postura aeronáutica común en la Región Europa, que se está elaborando con la participación de usuarios del espacio aéreo y proveedores de servicios de navegación aérea. El objetivo final previsto consiste en un servicio único de navegación que se logrará con el GNSS a condición de que se demuestre que dicho servicio es seguro y fiable y que constituye la solución más económica.

6.2.2.3 Se proporcionó información complementaria acerca de la postura de las líneas aéreas respecto a las necesidades en materia de navegación aérea que apoyaba el GNSS como sistema primario de radionavegación en un futuro cercano para la determinación de la posición y de la hora. Los usuarios del espacio aéreo instaron a los Estados a que, en estrecha colaboración con los mismos, pasaran rápidamente del actual sistema terrestre a un sistema de radionavegación espacial que sea económico, armonizado e interfuncional y que pueda utilizarse en todo el espacio aéreo durante todas las fases de vuelo. En dicha postura de las líneas aéreas se instaba también la aplicación de procedimientos GNSS de forma coordinada con miras a lograr lo antes posible una capacidad de navegación en todo el mundo desde las operaciones en ruta hasta, por lo menos, las mínimas de Categoría I.

6.2.2.4 Basándose en el consenso general de acelerar la transición a la navegación por satélite, la reunión analizó la propuesta de que se elaborara una estrategia que sentara las bases para la transición a un futuro servicio de navegación mundial basado particularmente en el uso del GNSS. No obstante, se reconoció que el *Plan mundial de navegación aérea para los sistemas CNS/ATM* (Doc 9750) y los planes regionales de navegación aérea representaban documentos estratégicos que corresponden al objetivo de dicha propuesta. La reunión convino en confirmar de nuevo los objetivos de la transición y estableció una serie de condiciones que deben satisfacerse durante dicha etapa.

6.2.2.5 La reunión examinó luego los objetivos a corto plazo del procedimiento de transición. Basándose en información presentada sobre la situación del desarrollo del GNSS, se tomó nota de que el sistema de aumentación basado en satélites, en particular el WAAS de los Estados Unidos, entró en servicio a mediados de 2003 y que se prevé que otros SBAS pasen a ser operacionales en el período 2004-2006. Se estaban introduciendo operaciones basadas en el WAAS, y los Estados planeaban introducir estas operaciones cuando entraran en servicio otros SBAS.

6.2.2.6 La reunión examinó información presentada sobre la implantación prevista de aproximaciones con guía vertical (APV) en algunos Estados. En el programa de un Estado se prevé la introducción de dichas aproximaciones por fases. La labor que se está realizando con miras a complementar la aproximación y las ayudas para el aterrizaje convencionales, especialmente el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS), abarcaría lo siguiente:

- a) aprobación de las aproximaciones que no son de precisión basadas en el uso del ABAS;
- b) evaluación de la aplicación de procedimientos APV con guía vertical barométrica; y

- c) por último, los beneficios operacionales que se logran mediante la aplicación de procedimientos de aproximación y aterrizaje APV con guía vertical SBAS para todos los usuarios del espacio aéreo.

6.2.2.7 Además, varios Estados y algunas organizaciones internacionales informaron sobre importantes actividades en las Regiones del Caribe, Sudamérica y África para evaluar la performance del SBAS empleando el banco de pruebas WAAS y EGNOS. Se agradecieron el apoyo a estos ensayos prestado por los proveedores de servicios y los resultados preliminares, y la reunión acordó que debían fomentarse estas actividades.

6.2.2.8 Basándose en lo anterior, se formuló una propuesta para que se alentara a los usuarios del espacio aéreo a dotarse de receptores SBAS³ para aprovecharse de su performance superior respecto a los receptores GNSS básicos y una mayor disponibilidad de servicio. Se presentó también otra recomendación para adoptar operaciones APV-1 basadas en el SBAS como requisito mundial. Se apoyaron dichas propuestas y la reunión convino en alentar a los Estados, proveedores de servicios, usuarios del espacio aéreo y fabricantes a unir sus esfuerzos para lograr los mencionados objetivos. Por consiguiente, la reunión formuló la recomendación siguiente:

Recomendación 6/1 — Transición a la navegación aérea basada en satélites

Que:

- a) la OACI siga elaborando cuando sea necesario disposiciones en apoyo de una guía GNSS fluida para todas las fases de vuelo y facilite la transición a un servicio único de navegación basado en satélites, teniendo debidamente en cuenta la seguridad de vuelo, así como los factores técnicos, operacionales y económicos;
- b) los proveedores de servicios de navegación aérea, de común acuerdo con los usuarios del espacio aéreo, adopten rápidamente medidas para alcanzar, lo antes posible, una capacidad mundial de navegación hasta, por lo menos, la performance APV; y
- c) los Estados y los usuarios del espacio aéreo tomen nota de los servicios de navegación SBAS actuales y futuros que permitan efectuar operaciones APV y tomen las medidas necesarias para instalar y certificar aviónica con capacidad para operaciones SBAS.

6.2.3 Vulnerabilidades del GNSS y su uso como servicio único de navegación

6.2.3.1 Se presentó a la reunión una estrategia de navegación para la zona de los Estados miembros de la Conferencia europea de aviación civil (CEAC) en la que se describía la transición a un entorno de navegación de área (RNAV) basado en el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS). Si se consideran los costos de la transición a dicho entorno y la necesidad de garantizar la supervivencia a las fallas, seguirían siendo necesarias, en el futuro previsible, las ayudas terrestres para la navegación y el consiguiente requisito de garantizar la protección continua del espectro para dichas ayudas.

³ La expresión “receptor SBAS” se refiere a aviónica GNSS que satisface, por lo menos, los requisitos relativos al receptor SBAS en el Anexo 10, Volumen I, y las especificaciones de RTCA DO-229C, enmendadas por FAA TSO-C145A/146A (o equivalente).

6.2.3.2 Habiendo convenido en que debían examinarse, según correspondiera, los aspectos de la estrategia relativos a la disponibilidad de espectro, la reunión analizó, en el marco de su cuestión 5 del orden del día, la capacidad del GNSS para convertirse en el servicio único de navegación. El debate giró en torno a algunas incertidumbres que persistían al respecto debido a sus posibles modos de falla, su incidencia en las operaciones ATM de los Estados miembros de la CEAC y las posibilidades de reducirlas.

6.2.3.3 Se señaló a la atención de la reunión que ya se había aceptado el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) sin aumentación externa alguna como medio de ofrecer una capacidad RNAV básica en ruta en toda la zona de la CEAC. Esto había sido posible debido al mantenimiento de la posibilidad de volver a la navegación convencional utilizando ayudas terrestres para la navegación, tales como VOR y NDB. Se preveía que la disponibilidad de GALILEO como sistema de satélite secundario, en complemento del GPS, teniendo ambas señales adicionales de navegación, permitiera aumentar la confianza en el GNSS, haciendo posible el retiro del VOR y NDB del servicio y la aplicación de la RNAV basada en el GNSS y DME.

6.2.3.4 Si bien el GPS, junto con GALILEO, podría constituir la base para un entorno RNAV integral, quedaba todavía por demostrar que dicha solución resultaría económica, dada la posible necesidad de mantener sistemas RNAV dobles para satisfacer los requisitos de continuidad y disponibilidad. Dado que numerosas aeronaves están dotadas únicamente de equipo RNAV o del sistema de gestión de vuelo (FMS), podría entonces ampliarse considerablemente el plazo para una transición económica a un entorno RNAV integral.

6.2.3.5 Los estudios realizados en la región de la CEAC han indicado que, como opción de revisión en el período 2010-2015, podría resultar más económico garantizar el nivel necesario de continuidad del servicio manteniendo el entorno VOR actual para apoyar la navegación alternativa utilizando instalaciones de aviónica VOR dobles en las aeronaves que con equipo RNAV/FMS doble y una doble entrada de sensores. Si estos resultados iniciales se confirmaran, podría no ser posible el retiro previsto de servicio del VOR en dicho período.

6.2.3.6 Habiendo examinado dicha información, la reunión reconoció que se esperaba que los avances futuros redujeran considerablemente los riesgos asociados a un servicio GNSS único. Si bien se prevé usar el GNSS en todas las fases de vuelo, persistirían algunos modos de falla que podrían impedir confiar plenamente en el GNSS. Se tomó nota de que en el contexto de las operaciones en la zona de la CEAC, se estaba trabajando para determinar los medios y una estrategia paliativa conexas por medio de los cuales sea posible la transición gradual hacia un servicio único. No obstante, aún son inciertos la capacidad de alcanzar dicho objetivo final y el plazo, y deben tratarse con urgencia.

6.2.3.7 La reunión examinó luego los resultados del estudio sobre la vulnerabilidad del GNSS, llevado a cabo por el Grupo de expertos sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSSP) a solicitud de la Comisión de Aeronavegación. Se señaló que en años recientes varias instituciones altamente calificadas habían llevado a cabo estudios relativos a la vulnerabilidad del GPS, mientras que en el informe presentado a la reunión se trataba de considerar las mismas cuestiones en el contexto del GNSS, dado que el GPS constituye uno de los elementos centrales de este último. Se presentaron y se apreciaron varios aspectos vulnerables del GNSS, la evaluación de los riesgos operacionales, los medios de prevención de interrupciones del sistema y orientación sobre la solución de estas últimas.

6.2.3.8 La reunión tomó nota de la conclusión del estudio en el sentido de que, hasta la fecha, no se habían determinado vulnerabilidades que comprometieran el objetivo final de la transición al GNSS como sistema global para todas las fases de vuelo, en la inteligencia de que debería continuar la evaluación de la vulnerabilidad del GNSS y las posibilidades de corregirla. Se convino en que compete a

los Estados elaborar técnicas de mitigación apropiadas para interrupciones del servicio GNSS y en que los resultados del estudio presentados a la reunión podrían servir como orientación útil para los Estados al evaluar la vulnerabilidad del GNSS y adoptar soluciones apropiadas. Por consiguiente, la reunión formuló la recomendación siguiente:

Recomendación 6/2 — Directrices sobre mitigación de la vulnerabilidad del GNSS

Que los Estados al planificar e introducir servicios GNSS:

- a) evalúen la probabilidad y efectos de la vulnerabilidad del GNSS en su espacio aéreo y utilicen, según sea necesario, los métodos de mitigación descritos en las directrices que figuran en el Apéndice A del informe sobre la Cuestión 6;
- b) administren y protejan efectivamente el espectro de frecuencias del GNSS para reducir la posibilidad de interferencia involuntaria;
- c) aprovechen al máximo las técnicas de mitigación de a bordo, particularmente la navegación por inercia;
- d) donde se determine que sea necesario conservar ayudas terrestres a la navegación como parte de una transición evolutiva al GNSS, den prioridad a retener el DME para INS/DME o RNAV DME/DME para operaciones en ruta y terminales, y del ILS o MLS para operaciones de aproximación de precisión en pistas seleccionadas; y
- e) aprovechen plenamente la contribución futura de las nuevas señales y constelaciones GNSS a la reducción de la vulnerabilidad y de las fallas del GNSS.

6.2.3.9 Se propuso que las directrices recomendadas se introdujeran en el Manual GNSS, cuyo proyecto se había presentado a la reunión, a título informativo. La Secretaría tomó nota de dicha propuesta.

6.2.3.10 Al examinar la vulnerabilidad del GNSS, se suscitaron varias inquietudes respecto a los efectos ionosféricos en las regiones ecuatoriales. Varios Estados informaron que habían establecido programas de compilación de datos y propusieron que la OACI evaluara los correspondientes resultados y proporcionara orientación apropiada a los Estados. La reunión recomendó que se continuaran dichas labores y el intercambio de datos entre Estados y regiones y tomó nota de que dicho intercambio ya se realizaba entre algunos grupos de expertos internacionales, p. ej., el Grupo de trabajo sobre interfuncionamiento SBAS (IWG). Por consiguiente, la reunión formuló la recomendación siguiente:

Recomendación 6/3 — Evaluación de los efectos atmosféricos en el rendimiento del SBAS en regiones ecuatoriales

Que la OACI, a fin de asistir la labor sobre reducción de los efectos ionosféricos en el rendimiento del SBAS en las regiones ecuatoriales, evalúe los resultados de la compilación de datos que están realizando los Estados y elabore textos de orientación apropiados.

6.2.3.11 La reunión examinó también una propuesta para considerar la necesidad de normalizar un medio automatizado de notificación de interrupciones del GNSS y determinar los efectos de una interrupción en las operaciones de dicho sistema. Al respecto, la reunión tomó nota de la información sobre el modelo de soporte lógico que aparece en el sitio Web de la OACI para demostrar las funciones de un instrumento de pronóstico que puede facilitar la planificación de vuelos y la producción de NOTAM. Habiendo expresado su aprecio respecto a dicha iniciativa, la reunión consideraba que era esencial que dichos instrumentos se aplicaran de manera uniforme y formuló, por consiguiente, la recomendación siguiente:

Recomendación 6/4 — Medios automatizados para notificar y evaluar los efectos de las interrupciones en las operaciones GNSS

Que la OACI considere la posibilidad de normalizar un medio automático de vigilancia y notificación de interrupciones del GNSS previstas e imprevistas y evaluar sus efectos en las operaciones GNSS y elabore, según corresponda, las disposiciones necesarias.

6.2.4 Cuestiones relativas a la RNP y la RNAV

6.2.4.1 Se informó a la reunión acerca de varias cuestiones pendientes relativas a diferentes definiciones y conceptos relacionados con la performance de navegación requerida (RNP) y la navegación de área (RNAV). Se expresaron otras inquietudes de que, pese a los esfuerzos por elaborar e implantar una definición mundial económica de la RNP, era poco probable que la armonización del concepto y los correspondientes requisitos pudiesen lograrse en el futuro cercano. Entre las causas de dichas inquietudes cabía mencionar la dependencia de la mayoría de los sistemas RNAV de la infraestructura terrestre, que dependía del emplazamiento, la posibilidad de una variedad de funciones RNAV requeridas relacionadas con los mismos tipos RNP en diversos entornos ATC y la flexibilidad de la aviónica determinada por consideraciones de orden económico o la evolución de los sistemas RNAV/FMS. La reunión reconoció la complejidad de los problemas en cuestión y compartía dichas inquietudes.

6.2.4.2 A este respecto, un Estado informó a la reunión que estaba poniendo en práctica procedimientos RNAV basados en la performance y estructurando el espacio aéreo para aprovechar la capacidad de navegación de las aeronaves de efectuar trayectorias de vuelo más precisas y previsibles en su espacio aéreo. La RNAV basada en la performance contribuiría a aumentar los niveles de precisión de la navegación y de predicción de las trayectorias de vuelo, produciendo mayor eficacia y capacidad. Dicho Estado estaba implantando también procedimientos de aproximación con performance de navegación requerida (RNP) y elaborando una estrategia para introducir la RNP en otras esferas de vuelo. Respecto a lo expuesto, se expresó también inquietud acerca de una situación relacionada con los conceptos RNP y RNAV.

6.2.4.3 Se informó a la reunión que el 10 de junio de 2003, al examinar el informe de la cuarta reunión del Grupo de expertos sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSSP/4), la Comisión de Aeronavegación había convenido en que, según lo propuesto en la Recomendación 1/1 de la mencionada reunión, se tomaran medidas para establecer un punto de coordinación para resolver los problemas expuestos. Se había tomado nota, al examinar este asunto, de que era urgente resolver estos problemas a fin de garantizar un método armonizado para el futuro desarrollo de la RNP y la RNAV. Por consiguiente, se había establecido un nuevo grupo de estudio de navegación aérea, llamado Grupo de estudio sobre la performance de la navegación requerida (RNPSG). Varios de los Estados y organizaciones internacionales que asistían a la reunión prometieron que apoyarían la labor del RNPSG.

6.2.4.4 Para apoyar la medida propuesta, la reunión también tomó nota de que los proveedores de servicios de navegación aérea estaban efectuando inversiones en su infraestructura de navegación a medida

que implantaban nuevos procedimientos RNAV y RNP. Al elaborar y aplicar dichos procedimientos, los Estados estaban enmendando las normas de separación para tener en cuenta la mayor capacidad de navegación de las aeronaves y modificando el espacio aéreo para lograr la mejor aplicación de dichos nuevos procedimientos. El calendario de implantación de nuevos requisitos debería ser objeto de coordinación para que coincidiera con las inversiones en infraestructura y concediera a los explotadores un plazo suficiente para dotarse de equipo con las capacidades necesarias. A este respecto, la reunión destacó la urgente necesidad de armonizar a escala mundial los conceptos y requisitos de la navegación basada en la performance y la función de orientación de la OACI en estas actividades de armonización. Se recomendó que para finales de 2004 se elaborara un marco para la solución de los problemas señalados por la reunión GNSSP/4, particularmente definiciones y terminología de la RNP, y otros problemas relativos a la implantación de las operaciones de navegación basadas en la performance. Para finales de 2005, deberían determinarse o actualizarse, según corresponda, los criterios de aprobación de operaciones, franqueamiento de obstáculos y separación para las operaciones de navegación basada en la performance. Por consiguiente, la reunión formuló la recomendación siguiente:

Recomendación 6/5 — Rápida solución de los problemas relacionados con la implantación de RNAV y RNP

Que la OACI considere con carácter urgente y tome medidas para que avancen las cuestiones relacionadas con la introducción de RNP y RNAV.

6.2.5 Capacidades GNSS avanzadas y métodos basados en la nueva tecnología

6.2.5.1 Se presentó a la reunión información sobre la situación de la implantación inicial del GNSS en un Estado. Se destacó el hecho de que la motivación principal para introducir servicios de navegación por satélite consistía en la capacidad de los nuevos servicios para resolver problemas de espacio aéreo y aumentar la disponibilidad de procedimientos de vuelo por instrumentos. Se elaboraron diversas características distintivas del GNSS para facilitar la mejora del acceso, la flexibilidad de las operaciones en el área terminal y la cobertura RNAV, particularmente en lugares montañosos (con numerosos obstáculos) o con otras limitaciones (p. ej., requisitos de atenuación del ruido). Por consiguiente, se presentó a la reunión una propuesta de que la OACI se concentrara en actualizar y elaborar normas y procedimientos que permitieran lograr los beneficios del GNSS en materia de operaciones y seguridad, incluyendo los correspondientes a las capacidades avanzadas del sistema.

6.2.5.2 Se señaló a la atención de la reunión que la situación actual de elaboración de normas técnicas de la OACI no estaba suficientemente avanzada para permitir dichas capacidades a corto plazo. Concretamente, se le informó que se preveía que finalizaría en 2007 la elaboración en curso de los requisitos de performance del GNSS para dichas capacidades en el Grupo de expertos sobre sistemas de navegación (NSP). Así, la elaboración de los correspondientes SARPS relativos al GNSS sólo podrían finalizarse después de 2007, y más tarde los procedimientos y criterios correspondientes. Se expresaron también inquietudes en el sentido de que algunos de los desarrollos adicionales que se proponían podrían ocasionar considerables gastos indirectos para la comunidad de usuarios. No obstante, la reunión tomó nota de que no todos los desarrollos propuestos tenían necesariamente carácter técnico complejo y que algunos Estados ya habían iniciado estudios de las capacidades propuestas. Por consiguiente, la reunión elaboró las recomendaciones siguientes:

Recomendación 6/6 — Diseño de procedimientos GNSS avanzados

Que la OACI elabore procedimientos RNAV con apoyo GNSS para aeronaves de ala fija y ala giratoria, a fin de permitir mínimas de operación reducidas en entornos con numerosos obstáculos o con otras limitaciones.

Recomendación 6/7 — Procedimientos RNAV con viraje

Que la OACI elabore procedimientos RNAV con apoyo GNSS para aeronaves de ala fija, proporcionando gran precisión en el mantenimiento de la trayectoria y la velocidad para mantener la separación en virajes y permitir alineaciones de aproximación flexibles.

6.2.5.3 A raíz de dicho análisis, se señaló a la atención de la reunión la capacidad inercial importante que existe en la actualidad en las aeronaves del mundo y las ventajas que pueden obtenerse de las aplicaciones GNSS/INS integradas. Se recordó que se habían reconocido dichas aplicaciones como soluciones valiosas en las deliberaciones de la reunión sobre los aspectos vulnerables del GNSS. Se tomó nota también de que en muchas aeronaves se utilizaban los datos inerciales como complemento de performance de las operaciones de aproximación de precisión y aterrizaje ILS y, asimismo, que la integración del GNSS con el INS podría mejorar la performance de navegación en lo que atañe a la precisión, integridad, disponibilidad y continuidad.

6.2.5.4 No obstante, la reunión tomó nota de que la realización de las plenas ventajas de la integración GNSS/INS estaba limitada por la falta de normalización de las capacidades y características del sistema, particularmente los tiempos de extrapolación por inercia que constituyen un factor fundamental de la evaluación de riesgos y las estrategias para mitigarlos. Por consiguiente, la reunión formuló la recomendación siguiente:

Recomendación 6/8 — Integración GNSS/INS

Que la OACI elabore disposiciones para la integración GNSS/INS a fin de reducir la vulnerabilidad del GNSS a la interferencia RF y facilitar la elaboración de capacidades GBAS avanzadas.

6.2.5.5 La reunión examinó la evaluación de la viabilidad de aproximaciones y aterrizajes de Categoría II y III y de operaciones en la superficie de los aeródromos basadas en el GNSS. Se recordó que las normas y métodos recomendados (SARPS) actuales para el GBAS prevén aumentación para las constelaciones básicas de satélites del GLONASS y el GPS y dan apoyo a las aproximaciones de precisión de la Categoría I. Se agregaría Galileo a las constelaciones básicas de satélites y su componente local se normalizaría como una enmienda a los SARPS del GBAS en una fecha posterior. Se tomó nota también de que un objetivo del desarrollo del GBAS en apoyo de las operaciones de Categoría II y III era permitir la evolución de la arquitectura básica de la Categoría I a la Categoría III minimizando los cambios en el sistema básico y asegurando la retrocompatibilidad con la aviónica de Categoría I existente.

6.2.5.6 Los resultados de las evaluaciones habían indicado que la capacidad para las Categorías II y III podría lograrse en el período 2010-2015, dependiendo de la arquitectura del GBAS y de los requisitos de performance. El resultado final de la elaboración actual de los requisitos y las normas de performance influiría también en la complejidad de la futura arquitectura del GBAS en apoyo de las operaciones de aproximación y aterrizaje de Categoría II y III y cuando estuviera disponible en general. Aunque expresando preocupación acerca de la posible complejidad de la futura arquitectura del GBAS, la reunión apoyó la conclusión de que los beneficios de tener un sistema único que pueda proporcionar guía en toda la fase de vuelo justificaba continuar la labor relativa a la solución de las cuestiones técnicas y operacionales conexas.

6.2.5.7 También se informó a la reunión de los estudios en curso realizados en los Estados en apoyo del sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie (A-SMGCS) y la labor del Grupo de expertos sobre sistemas de navegación, que se estaba concentrando en la aplicación del GNSS como sensor de posición para el A-SMGCS.

6.2.6 Experiencias preoperacionales

6.2.6.1 La reunión recibió información de varios Estados y organizaciones regionales respecto a ensayos que se estaban realizando en las Regiones del Caribe, Sudamérica y África a nivel regional y nacional a fin de recoger datos para la definición de las arquitecturas GNSS en estas regiones. También se informó de una estrategia de implantación en tres etapas para el GNSS en la Región AFI y de los resultados iniciales de los ensayos del banco de pruebas EGNOS realizados en la región. También se presentó a la reunión información sobre los ensayos con los bancos de pruebas WAAS y EGNOS en los Estados de las Regiones CAR/SAM.

6.2.6.2 La experiencia adquirida y las propuestas originadas en la experiencia fueron objeto de examen por la reunión. Esas experiencias y propuestas abarcaban una amplia gama de cuestiones que incluían recursos humanos, capacidad regional para la instrucción, necesidad de integración de proyectos de cooperación técnica y aspectos financieros. Se puso a la reunión en conocimiento de las actividades de la OACI y los grupos que trataban estas cuestiones. La reunión también tomó nota con satisfacción del apoyo proporcionado por los Estados que participaban en el desarrollo del WAAS y el EGNOS en el marco de los ensayos del banco de pruebas SBAS. A fin de alentar la continuación de estas actividades, la reunión formuló la recomendación siguiente:

Recomendación 6/9 — Apoyo y participación en las actividades de implantación preoperacional del SBAS

Que:

- a) los Estados que desarrollan e introducen sistemas de aumentación basados en satélites y otros proveedores de servicios SBAS comiencen o continúen proporcionando su apoyo técnico y financiero y participando en las actividades que conducen a la extensión de sus áreas de servicio SBAS a las regiones y Estados vecinos; y
- b) los Estados que participan en las actividades de implantación del SBAS coordinen con otros Estados participantes sus esfuerzos a fin de optimizarlos, minimizar la duplicación de servicios y facilitar la participación de los proveedores de servicios.

6.2.7 Otras cuestiones conexas

6.2.7.1 Con respecto a la cuestión de los aspectos jurídicos e institucionales del GNSS a que se referían las notas de estudio ANConf/11-WP/143, 153 y 160, la reunión acordó que ni la materia ni el orden del día ofrecían una oportunidad apropiada para debatir esos temas. Por lo tanto, la reunión, con ayuda del Presidente del Consejo, Dr. A. Kotaite, y del Director de Asuntos jurídicos, acordó tomar nota de la información y las opiniones que contenían las notas de estudio mencionadas y convino en que las mismas deberían remitirse al Consejo para que dicho órgano las examinara con urgencia y decidiera según considerara pertinente.

6.2.7.2 Con respecto a la cuestión de los aspectos económicos del GNSS mencionados en la nota AN-Conf/11-WP/107, la reunión convino en que ni la materia ni el orden del día ofrecían una oportunidad apropiada para debatir este tema. Después de recibir un informe actualizado sobre la labor del Grupo de expertos sobre aspectos económicos de los servicios de navegación aérea (ANSEP) presentado por el secretario del grupo de expertos, la reunión tomó nota de algunos principios e hipótesis respaldados por el ANSEP que debía aplicarse para la asignación de costos entre la aviación civil y otros usuarios, en particular que los servicios GNSS básicos deberían proporcionarse gratuitamente y que toda asignación de costos de servicios GNSS debería realizarse a nivel regional. La reunión concluyó que la información y las opiniones que contenía dicha nota de estudio debería someterse a la atención del ANSEP.

6.3 ENMIENDAS SOBRE ASUNTOS DE NAVEGACIÓN AERONÁUTICA EN LOS DOCUMENTOS DE LA OACI PERTINENTES, INCLUYENDO EL *PLAN MUNDIAL DE NAVEGACIÓN AÉREA PARA LOS SISTEMAS CNS/ATM (DOC 9750)*, EL ANEXO 10 — *TELECOMUNICACIONES AERONÁUTICAS* Y OTROS DOCUMENTOS SEGÚN SEA NECESARIO

6.3.1 Propuesta de actualización de la estrategia de la OACI para la introducción y aplicación de ayudas no visuales para la aproximación y el aterrizaje en el Anexo 10, Volumen I

6.3.1.1 Se presentaron a la reunión actualizaciones a la estrategia de la OACI para la introducción y aplicación de ayudas no visuales para la aproximación y el aterrizaje en el Anexo 10, Volumen I, Adjunto B, elaboradas por el Grupo de expertos sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) a solicitud de la Comisión de Aeronavegación (ANC). Se informó a la reunión que las enmiendas propuestas a

la estrategia tenían en cuenta los adelantos en la navegación aeronáutica desde que la Reunión departamental COM/OPS aprobó la estrategia en 1995. En particular, se preveían progresos en la preparación del GNSS y en la introducción de operaciones basadas en el GNSS.

6.3.1.2 Al tratar las propuestas de enmienda, la reunión convino en que los objetivos generales de la estrategia seguían siendo válidos y no habían sido afectados por iniciativa alguna desde 1995. En consecuencia, la reunión prorrogó la aplicabilidad para la estrategia actualizada hasta 2020.

6.3.1.3 Se recordó a la reunión que la estrategia actual había introducido una noción de criterios generales para las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida que estaba destinada a facilitar la aplicación de nuevas tecnologías para las operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión. La elaboración de normas y métodos recomendados (SARPS) para las operaciones de aproximación de precisión basadas en el GNSS había demostrado que el concepto de performance de navegación requerida (RNP) no había eliminado la necesidad de contar con SARPS específicos detallados sobre el sistema. Esos SARPS para el GNSS en apoyo de la aproximación de precisión de Categoría I habían sido preparados después de introducir el concepto y se estaban elaborando otras normas para las Categorías II/III. Habiendo observado que, con la adopción de SARPS sobre el GNSS se habían establecido tres ayudas normales que proporcionaban toda la variedad de operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión, la reunión convino en que no era necesario normalizar ningún sistema nuevo de aproximación y de aterrizaje de precisión. Las referencias a los criterios generales de RNP para la aproximación y el aterrizaje de precisión ya no se consideraban necesarias y por lo tanto se suprimieron en la propuesta de enmienda de la estrategia.

6.3.1.4 La reunión examinó la estrategia basándose en la información más reciente disponible y en sus deliberaciones previas. Los cambios más importantes se referían a los siguientes aspectos:

- a) se habían registrado algunos avances significativos en la implantación de MLS de Categoría III;
- b) la aproximación con guía vertical (APV) con aumentación basada en satélite alcanzaba la capacidad operacional;
- c) el GNSS con aumentación basada en tierra, que puede apoyar operaciones de Categoría I, no había progresado todo lo que se esperaba y estaba previsto que entrara en servicio antes de 2006. Se encontraba en curso la elaboración de requisitos de performance y SARPS para el sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) del GNSS, en apoyo de las operaciones de Categorías II y III. Sin embargo, no era posible en la actualidad formular un pronóstico exacto sobre la fecha en que estaría disponible la capacidad operacional. Por lo tanto, se cambiaron los marcos temporales de 2005-2015 a 2010-2015;
- d) se habían registrado algunas iniciativas importantes en relación con el receptor multimodal (MMR). Se habían elaborado normas de la industria sobre el receptor multimodal y los MMR se habían instalado con ILS y funciones básicas del GNSS. Otras funciones del MMR, como el MLS y el GBAS, estaban en elaboración y se preveía que estarían disponibles en un futuro próximo;
- e) como el MMR era sólo una aplicación concreta de la capacidad de aterrizaje de a bordo, se introdujo una noción más genérica de capacidad multimodal;

- f) se reconoció que la transición al GNSS como sistema mundial para todas las fases de vuelo era un objetivo a largo plazo. Por eso, era necesario proteger indefinidamente las bandas de frecuencia atribuidas al ILS, el MLS y el GNSS. En la estrategia se incluyó una declaración en este sentido; y
- g) se disponía de normas y criterios para la aproximación y el aterrizaje con guía vertical (APV) o se estaban elaborando. Los procedimientos APV basados en diversas tecnologías ofrecían ventajas operacionales y una mayor seguridad en comparación con las aproximaciones que no son de precisión, sobre todo con respecto a la prevención de incidentes/accidentes CFIT. Por lo tanto, se amplió la estrategia para incluir información general en este sentido.

6.3.1.5 Al examinar las propuestas de enmienda a la estrategia, se presentó a la reunión la postura de la IATA sobre ayudas no visuales para aproximación y aterrizaje de Categorías II/III y la reunión tomó nota de la misma. Teniendo en cuenta los puntos de vista de la IATA, la reunión convino en actualizar la estrategia, como se indica en el Apéndice B del informe sobre esta cuestión del orden del día. Por lo tanto, la reunión formuló la siguiente recomendación:

RSPP	Recomendación 6/10 — Enmienda del Anexo 10, Volumen I, Adjunto B — Estrategia para la introducción y aplicación de ayudas no visuales para la aproximación y el aterrizaje Que se enmiende el Adjunto B del Anexo 10, Volumen I, en la forma indicada en el Apéndice B del informe sobre la cuestión 6 del orden del día.
------	--

6.3.2 Enmiendas al Plan mundial

6.3.2.1 La reunión examinó una propuesta preparada por el GNSSP para enmendar las partes de navegación del *Plan mundial de navegación aérea para los sistemas CNS/ATM* (Doc 9750), incluyendo, entre otras cosas, actualizaciones al documento para reflejar innovaciones recientes en el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS).

6.3.2.2 Las enmiendas propuestas se basaban en las siguientes consideraciones principales:

- a) la visión del GNSS se está apartando de los conceptos de medio de navegación suplementario, primario o único (utilizando un solo sistema) y orientándose al concepto de sensores múltiples que se utilizarán para la navegación de área y las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida, en el cual los elementos GNSS se consideran como sensores individuales;
- b) el objetivo de la transición al GNSS, que elimina el requisito de contar con ayudas convencionales para la navegación basadas en tierra, se mantiene para la navegación basada en el GNSS y los entornos ATM futuros, en los cuales puede lograrse este objetivo en forma segura y eficaz en función de los costos;

- c) se mantiene la necesidad de contar con algunas o con todas las ayudas convencionales para la navegación basadas en tierra durante la transición, hasta el momento en que se cumplan los requisitos para operaciones seguras y eficaces en función de los costos utilizando el GNSS; y
- d) la necesidad de conservar ayudas convencionales para la navegación basadas en tierra durante la transición no implica la necesidad de agregar NAVAID basadas en tierra en regiones menos desarrolladas cuando se introduzcan operaciones basadas en el GNSS, a menos que se demuestre que la implantación segura de determinadas operaciones exige esas NAVAID adicionales.

6.3.2.3 Se incluyeron en la propuesta otras enmiendas para tener en cuenta innovaciones recientes, relativas a:

- a) la vulnerabilidad del GNSS a la interferencia y la necesidad de medios de mitigación;
- b) la función reforzada del DME y el INS/IRS en el suministro de servicios de navegación aérea; y
- c) la importancia de la RNAV y el RNP en la realización de los beneficios del GNSS.

6.3.2.4 La reunión examinó asimismo una propuesta de enmienda del calendario de implantación de los sistemas CNS/ATM para la Región AFI, que figuraban en la Parte II del Plan mundial. Se señaló que no se había alcanzado el ritmo de implantación originalmente previsto, en particular en la Región AFI, debido a varios factores, tales como demoras en la disponibilidad e instalación de la aviónica apropiada y la falta de financiación.

6.3.2.5 Como resultado de lo expuesto, los Estados AFI habían prorrogado su calendario de implantación de los sistemas CNS/ATM hasta 2015. Sin embargo, el objetivo final de la Región era un sistema de navegación basado en la navegación con ayuda de satélites para todas las fases del vuelo. En lo que se refiere a la aumentación, todo despliegue debía estar acorde con la política regional definida y aprobada por el Grupo regional AFI de planificación y ejecución (APIRG). Se tomó nota de que la estrategia detallaba un camino evolutivo desde las constelaciones existentes, pasando por un SBAS mínimo que aportase a toda la Región AFI una capacidad de aproximación que no sea de precisión con guía vertical de precisión de 20 m y un límite de alerta vertical de 50 m (APV-I).

6.3.2.6 La reunión tomó nota de la información suministrada sobre los objetivos y planes de implantación de diversos elementos de los sistemas CNS/ATM en la Región AFI. Con respecto a las propuestas de enmienda de los calendarios de implantación, se tomó nota de que quizás otras regiones de la OACI podrían proponer cambios semejantes y de que todos esos cambios debían refundirse y reflejarse en la próxima edición del documento.

6.3.2.7 Al concluir su examen del asunto, la reunión actualizó el Plan mundial como se muestra en el Apéndice C de esta cuestión del orden del día y formuló la siguiente recomendación:

Recomendación 6/11 — Enmienda del Plan mundial — Navegación

Que:

- a) se enmiende el *Plan mundial de navegación aérea para los sistemas CNS/ATM* (Doc 9750) como se indica en el Apéndice C del informe sobre la cuestión 6 del orden del día; y
- b) el Grupo regional de ejecución actualice los calendarios de implantación de los sistemas CNS/ATM que figuran en la Parte II del Plan mundial y los consolide para su incorporación en la próxima edición del Plan mundial.

6.4 PAUTAS PARA EL FUTURO DESARROLLO DE LOS SERVICIOS DE NAVEGACIÓN AERONÁUTICA**6.4.1 Concepto de utilización de combinaciones de sistemas independientes de navegación por satélite y sus aumentaciones**

6.4.1.1 Se presentaron a la reunión los resultados del estudio realizado por el Grupo de expertos sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) a solicitud de la Comisión de Aeronavegación de la OACI. En el estudio se indicaba que el número creciente de señales y constelaciones GNSS ofrece beneficios considerables para la aviación civil en términos de una mayor solidez, una mejor performance, la simplificación de la arquitectura de tierra y la disminución de las preocupaciones institucionales. En el estudio se advertía también que la introducción de estos nuevos elementos plantearía algunas cuestiones técnicas, económicas e institucionales.

6.4.1.2 La reunión recordó que la información presentada sobre el desarrollo del GNSS (véase sección 6.1 de este informe) indicaba que el GPS se ampliaría, proporcionando señales adicionales y satélites más modernos. También se informó que se agregarían a la constelación satélites GLONASS más modernos con características superiores. Además, se está construyendo en Europa una nueva constelación denominada Galileo que proporcionará tres señales y una función de integridad de escala mundial. Quedó entendido que para cada nueva señal y constelación probablemente se necesitaría un período adicional de uno o dos años a fin de obtener la validación y certificación de las autoridades de aviación civil antes de que pudieran usarse nuevos elementos GNSS para aplicaciones relacionadas con la seguridad de la vida humana. Esto significa que el uso operacional de las nuevas señales y el servicio de constelaciones combinadas podría comenzar en el período 2010-2015.

6.4.1.3 La reunión reconoció que la multiplicidad de diferentes combinaciones de elementos posibles conduciría a una complejidad generalizada del sistema y a efectos económicos negativos, especialmente por lo que respecta a los usuarios, y llegó a la conclusión de que esto podía evitarse mediante la evaluación y selección minuciosas de las combinaciones más promisorias para la implantación general. Por consiguiente, la reunión formuló la siguiente recomendación:

Recomendación 6/12 — Elaboración de textos de orientación sobre las aplicaciones de los nuevos elementos GNSS y sus combinaciones

Que la OACI, al elaborar normas para nuevos elementos y señales GNSS, trate las cuestiones asociadas con la utilización de señales múltiples y sus combinaciones, y formule directrices sobre las combinaciones más promisorias de elementos GNSS.

6.4.1.4 Se informó a la reunión que la aviónica GNSS actual selecciona automáticamente los satélites y elementos de aumentación que deben utilizarse. A este respecto, se tomó nota de que las normas de los Estados podrían requerir o prohibir la utilización de determinados elementos GNSS futuros o sus combinaciones en algunos espacios aéreos. La reunión convino en que una situación de este tipo podría imponer costos considerables a los usuarios en términos de controles y procedimientos adicionales en el puesto de pilotaje, instrucción a las tripulaciones de vuelo y apoyo de mantenimiento, o llegar a ser un elemento que afecta a la seguridad operacional debido a los factores humanos. También convino en que estas posibles repercusiones exigen que la OACI recomiende a los Estados que, al planificar la implantación de los servicios GNSS, eviten las limitaciones relativas al uso de elementos específicos del GNSS por razones institucionales. Por consiguiente, la reunión formuló la siguiente recomendación:

Recomendación 6/13 — Posibles limitaciones relativas a la utilización de múltiples señales GNSS

Que los Estados, al planificar la implantación de los servicios GNSS, aprovechen plenamente los beneficios derivados de la utilización de constelaciones básicas de satélites independientes, otros elementos GNSS y sus combinaciones y eviten las limitaciones relativas a la utilización de elementos específicos del sistema.

6.4.1.5 Una vez completado el examen de las conclusiones del estudio documentadas para su examen por la reunión, esta llegó a la conclusión de que el documento constituía una reseña útil de los beneficios de la introducción de nuevos elementos del GNSS y de las cuestiones conexas. Por consiguiente, la reunión convino en que esta reseña se incluyera en el Apéndice D del informe sobre esta cuestión del orden del día.

6.4.2 Servicios GNSS en la banda de 960-1 215 MHz

6.4.2.1 La reunión recordó que en sus debates sobre la mitigación de los aspectos vulnerables del GNSS y los beneficios que ofrecía el futuro desarrollo del GNSS, en varias ocasiones se había destacado la introducción y el uso de segundas frecuencias civiles adicionales. A este respecto, se tomó nota de que los Estados Unidos habían decidido implantar una segunda frecuencia civil para el GPS, denominada L5, en la banda de 1 164,45-1 188,45 MHz. Paralelamente a esta decisión, las señales Galileo también utilizarían el espectro en la gama de frecuencias 1 164-1 215 MHz. La Federación de Rusia había informado también acerca de planes para implantar señales adicionales en esta gama de frecuencias, como parte del programa de modernización del GLONASS. Estas señales se introducirían de conformidad con la atribución de la banda de 960-1 215 MHz por la UIT al servicio de radionavegación por satélite en las condiciones especificadas en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, nota de pie de página 5.328A (MOD-03) y la Resolución 609 (CMR-2003).

6.4.2.2 Se recordó a la reunión que la banda de 960-1 215 MHz, que se sigue atribuyendo al servicio de radionavegación aeronáutica, era objeto de un uso intenso por el equipo radiotelemétrico (DME) normalizado de la OACI.

6.4.2.3 Se informó a la reunión de una posibilidad de interferencia en los receptores GNSS en la banda de 1 164,45-1 188,45 MHz y, en menor medida (debido a que las frecuencias se usan para atribuciones nacionales especiales) en la banda 1 197,14-1 215 MHz. El nivel y, por ende, las repercusiones de la interferencia están relacionados con la cantidad de impulsos transmitidos por transpondedores DME de tierra en esta parte de la banda que pueden causar interferencia en la antena GNSS de la aeronave (los interrogadores de a bordo no operan en estas frecuencias).

6.4.2.4 La reunión acordó que cuando el uso compartido de DME y GNSS en la misma banda de frecuencias pueda conducir a una interferencia inaceptable, debían considerarse algunas formas de mitigar la interferencia, manteniendo al mismo tiempo los servicios de radionavegación aeronáutica. Esto podría lograrse al:

- a) modificar las futuras instalaciones DME para reducir la velocidad de las señales espontáneas sin modulación en la medida posible (véase el Anexo 10, Volumen I, Capítulo 3, párrafo 3.5.4.1.5.6);
- b) hacer mayor uso de los DME en el canal Y; y
- c) atribuir nuevamente las frecuencias actuales, cuando sea posible.

6.4.2.5 Por lo tanto, la reunión formuló la siguiente recomendación:

Recomendación 6/14 — Servicios GNSS en la banda de 960-1 215 MHz

Que,

- a) se aliente a los Estados a tener en cuenta la necesidad de minimizar la posible interferencia en los servicios GNSS al planificar la distribución de DME; y
- b) se encomiende a un órgano apropiado de la OACI la tarea de examinar las cuestiones mencionadas en el párrafo 6.4.2.4 del informe sobre la cuestión 6 del orden del día.

6.4.3 Examen de los SARPS del Anexo 10 sobre las radioayudas terrestres para la navegación en relación con los servicios GNSS actuales y previstos

6.4.3.1 Se presentaron a la reunión los resultados del examen preliminar de las normas y métodos recomendados (SARPS) del Anexo 10, Volumen I, realizado por el Grupo de expertos GNSS a solicitud de la Comisión de Aeronavegación (ANC), a fin de evaluar la necesidad de actualizar el documento teniendo en cuenta los servicios GNSS actuales y previstos. El objetivo del examen era identificar los campos en los cuales debía iniciarse una labor adicional para investigar el efecto de posibles cambios a las normas y elaborar proyectos de enmienda del Anexo, si fuera necesario.

6.4.3.2 La reunión tomó nota de que la implantación futura del GNSS capaz de proporcionar una cobertura mundial para la navegación y funciones de navegación de área (RNAV) en apoyo de todas las fases

de vuelo superpondrá varias capacidades y funciones suministradas por las actuales radioayudas para la navegación definidas en el Anexo 10. Las partes que podrían necesitar modificaciones eran generalmente aquellas en que los SARPS podrían llegar a ser redundantes a raíz de la introducción del GNSS o, de no ser así, en que las normas en su forma actual puedan demostrar ser problemáticas en la transición a la navegación por satélite.

6.4.3.3 La reunión tomó nota de que, si bien estas partes se señalaron teniendo en cuenta los aspectos relacionados con el GNSS, varias actualizaciones posibles eran el resultado de una mayor aplicación de ayudas terrestres para la navegación en apoyo de las operaciones RNAV.

6.4.3.4 La reunión acordó que se necesitaba realizar una labor adicional para investigar si era factible enmendar los SARPS y los textos de orientación del Anexo 10, Volumen I, teniendo en cuenta las posibilidades de reducir la gama de funciones de navegación y las consideraciones sobre protección redundantes, así como para formular proyectos de enmienda al Anexo, si fuera necesario. Entre los asuntos que deben tratarse, cabe señalar:

- a) un examen general de las fechas de protección;
- b) los cambios a las especificaciones DME, teniendo presente el empleo creciente de este sistema en apoyo de las operaciones RNAV terminales y la utilización de RNAV DME/DME como una opción de reserva para el GNSS;
- c) los requisitos para DME/P;
- d) los requisitos para MLS/RNAV y las actualizaciones de las especificaciones MLS; y
- e) las actualizaciones de los textos de orientación sobre los volúmenes de servicio y la planificación de frecuencias DME, ILS y VOR.

6.4.3.5 Basándose en lo expuesto, la Conferencia formuló la siguiente recomendación:

Recomendación 6/15 — Actualización de los SARPS sobre radioayudas para la navegación del Anexo 10, Volumen I

Que la OACI lleve a cabo un examen de los SARPS y los textos de orientación del Anexo 10, Volumen I, en los campos indicados en el párrafo 6.4.3.4 del informe sobre la cuestión 6 del orden del día.

6.4.3.6 La reunión, tomando nota del alcance del Volumen I del Anexo 10, reconoció la estrecha correlación y conexión entre las recomendaciones 6/14 y 6/15.

6.4.4 Mayor integridad de datos para operaciones RNAV y basadas en el GNSS

6.4.4.1 Se informó a la reunión de que, durante los primeros ensayos de implantación de los procedimientos GNSS y las operaciones RNAV, se había demostrado que existían deficiencias en la calidad de los datos aeronáuticos compilados en los sistemas de a bordo y que estas deficiencias incluían datos incorrectos o discrepancias entre los datos codificados en el sistema de navegación por computadora y los datos publicados en la publicación de información aeronáutica (AIP). Se tomó nota de que las principales fuentes de errores eran resultado del incumplimiento de las disposiciones de calidad de datos incluidas en el

Anexo 15 durante la fase de origen y la alteración de los datos en los diversos procedimientos de la cadena de datos aeronáuticos.

6.4.4.2 Se tomó nota además de que, si bien la OACI había elaborado SARPS que rigen varios aspectos del procesamiento electrónico de la información aeronáutica, no podía impedir que se procesen manualmente los datos críticos de vuelo. Aunque se ha dado curso a varias iniciativas para hacer frente al problema de la integridad de datos, especialmente en el contexto de la implantación RNAV, no existe un sistema coordinado o normas aplicables para garantizar que los niveles requeridos de integridad de datos se satisfagan en toda la cadena de datos aeronáuticos, desde el origen hasta la utilización final. Se informó también a la reunión de que existen discrepancias entre los requisitos de la industria y los de la OACI respecto a la calidad de los datos en cuanto a precisión, integridad y resolución.

6.4.4.3 En el debate de los aspectos señalados, muchos Estados y organizaciones internacionales destacaron los aspectos de seguridad de la calidad de los datos aeronáuticos, particularmente la integridad de datos para las operaciones RNAV y las basadas en el GNSS. A este respecto, la reunión subrayó la urgente necesidad de que la OACI elaborara textos de orientación que traten de la adquisición de datos de diversas fuentes, el procesamiento y la evaluación de la calidad general. Se sugirió que estos textos deberían estar destinados a detectar los eventos de corrupción de datos (alteración de datos por una organización sin el conocimiento de las otras organizaciones participantes) en la cadena de datos aeronáuticos. También se sugirió que se llevara a cabo cuanto antes la tarea de armonizar los requisitos del Anexo 15 en cuanto a calidad de datos y las correspondientes normas de la industria.

6.4.4.4 A raíz de las medidas propuestas, se informó a la reunión sobre la labor de la OACI en curso para subsanar las deficiencias expuestas a la reunión. En particular, la reunión tomó nota del progreso de una labor (AIS-9401) del *Programa técnico (TWP) de la Organización en la esfera de la navegación aérea* que incluía, entre otras cosas, la elaboración de textos de orientación para que los servicios de información aeronáutica apliquen las series de normas ISO 9000 para la garantía de calidad de la información aeronáutica. Se comunicó a la reunión que esta labor estaba próxima a la etapa final y que el Manual del sistema de gestión de la calidad para los servicios AIS/MAP habría de completarse para fines de 2003. La reunión tomó nota también de que, de conformidad con la recomendación del Grupo sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSSP/4 Recomendación 3/4), se había pedido al Grupo de expertos sobre sistemas de navegación (NSP) que elaborara propuestas específicas para la armonización de las normas de la OACI y de la industria relativas a los datos aeronáuticos empleados en apoyo de las operaciones basadas en el GNSS.

6.4.4.5 Habiendo tomado nota de lo expuesto antes, la reunión formuló la siguiente recomendación:

Recomendación 6/16 — Terminación de los textos de orientación relativos a la aplicación de los SARPS del Anexo 15 sobre calidad de datos

Que la OACI dé alta prioridad a la terminación de los textos de orientación sobre la garantía de la calidad de datos, incluyendo el procesamiento de datos desde el origen hasta la utilización final.

6.4.5 **Propuestas para el futuro desarrollo de los servicios de navegación GNSS en las regiones**

6.4.5.1 Al concluir sus deliberaciones sobre las cuestiones de navegación aeronáutica, la reunión examinó la información sobre las estrategias de la Región Asia/Pacífico para los servicios de navegación aérea y las propuestas para el futuro desarrollo regional de los servicios de navegación GNSS.

6.4.5.2 La reunión tomó nota de la estrategia para la provisión de sistemas de guía para la proximación y el aterrizaje de precisión y la estrategia para la implantación de la función de navegación GNSS en la Región Asia/Pacífico que había adoptado la 14ª reunión del Grupo regional Asia/Pacífico de planificación y ejecución de la navegación aérea (APANPIRG/14).

6.4.5.3 Con respecto a la información y las propuestas elaboradas y presentadas de conformidad con la conclusión 11/54 de la 11ª reunión del Grupo regional CAR/SAM de planificación y ejecución (GREPECAS/11), la reunión vio con satisfacción el progreso en los ensayos y la planificación para los servicios de navegación GNSS. La reunión convino en que las experiencias y los desafíos resultantes podrían ser de interés general para otras regiones. Esto incluía actividades para el desarrollo del servicio regional de navegación por satélite que puede adelantarse con pequeñas inversiones debido a los esfuerzos coordinados regionalmente y a la participación y compromiso de los Estados. Se tomó nota de que la capacitación de los recursos humanos y la financiación constituían retos importantes en la implantación de sistemas de tecnologías complejas tales como el GNSS.

6.4.5.4 Se informó a la reunión que la OACI empleaba tres mecanismos diferentes a fin de proporcionar asistencia a los Estados para la implantación continua de los sistemas CNS/ATM. Entre estos, cabe señalar los proyectos especiales de ejecución, los proyectos de cooperación técnica y el Ente de financiación internacional para la seguridad aeronáutica. Además, la OACI llevaba a cabo visitas técnicas periódicas a los Estados, elaboraba textos de orientación para las regiones y seminarios prácticos regionales.

6.4.5.5 Al concluir su debate sobre cuestiones de navegación aérea, la reunión destacó una vez más, en armonía con su Recomendación 6/1, la necesidad de que la OACI, los Estados, los usuarios del espacio aéreo y las otras partes interesadas continuaran trabajando en la consecución de un sistema mundial de navegación seguro y eficiente para todas las fases de vuelo.

— — — — —

APÉNDICE A

DIRECTRICES RELATIVAS A LA VULNERABILIDAD DEL GNSS Y MÉTODOS PARA MITIGARLA, INCLUYENDO SOLUCIONES TERRESTRES, DE A BORDO Y DE PROCEDIMIENTOS

1. INTRODUCCIÓN

1.1 El GNSS se está introduciendo progresivamente en todo el mundo y tiene el potencial de satisfacer los requisitos de rendimiento de todas las fases de vuelo, para obtener ventajas de seguridad operacional y eficiencia en todo el campo de la navegación. Conforme haya más operaciones GNSS, es indispensable que los proveedores de servicios identifiquen los aspectos vulnerables del sistema y diseñen los medios necesarios para mitigarlos. En esta nota se identifican las vulnerabilidades del GNSS y los medios correspondientes para mitigarlas que puedan usarse cuando sea apropiado. Al preparar el documento, se consideraron varios otros estudios de vulnerabilidad y se abarcaron sus inquietudes y recomendaciones. La mayor parte de las vulnerabilidades que se tratan son comunes a otros sistemas de navegación que prestan servicio de navegación aeronáutica, pero esos sistemas quedan fuera del ámbito de este documento.

2. VULNERABILIDAD DE LA SEÑAL GNSS

2.1 Interferencia

2.1.1 Las señales de las constelaciones principales de satélites GNSS y del sistema de aumento por satélite (SBAS) son vulnerables debido a la potencia relativamente baja de la señal recibida pues provienen de satélites y cada señal cubre una fracción grande de la superficie de la tierra. Aunque es más difícil interferir en la radiodifusión de datos de muy alta frecuencia (VHF) del sistema de aumento basado en tierra (GBAS) (la potencia de su señal es similar a la de las radioayudas a la navegación terrestres), este servicio depende de las señales de los satélites principales. Las señales que interfieren se limitan a la propagación en línea visual. Por ejemplo, para un interferente en tierra, la región de interferencia a 600 m (2 000 pies) sobre el suelo se limita inherentemente a unos 110 km (60 NM).

2.1.2 Las normas y métodos recomendados (SARPS) del GNSS exigen un nivel de rendimiento específico en presencia de niveles de interferencia definidos por la máscara de interferencia del receptor. Estos niveles de interferencia son generalmente acordes al reglamento de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). La interferencia de niveles superiores a la máscara puede causar pérdida de servicio pero no se permite que tal interferencia resulte en información peligrosa o que induzca a error.

2.1.3 *Interferencia involuntaria.* Se ha determinado que la mayor parte de los casos de interferencia de GNSS notificados proviene de los sistemas de a bordo y la experiencia con la instalación del GNSS ha permitido identificar varias fuentes de interferencia involuntaria (p.ej., emisiones no deseadas o armónicas del equipo de comunicaciones VHF y emisiones fuera de la banda y no deseadas del equipo de comunicaciones por satélite). Los dispositivos electrónicos portátiles también pueden causar interferencia al GNSS y a otros sistemas de navegación.

2.1.3.1 Las fuentes terrestres de interferencia incluyen actualmente las comunicaciones VHF móviles y fijas, enlaces de radio punto a punto en la banda de frecuencias GNSS, armónicas de estaciones de televisión, ciertos sistemas de radar, sistemas de comunicaciones móviles por satélite y sistemas

militares. La probabilidad de esa interferencia depende de la reglamentación estatal del espectro, de la administración de frecuencias y de su cumplimiento en cada Estado o región.

2.1.4 *Interferencia intencional.* Debido a su poca potencia, las señales del GNSS pueden bloquearse con transmisores de baja potencia. Aunque no se han registrado casos de bloqueo intencional dirigido a aeronaves civiles, la posibilidad de interferencia intencional debe considerarse y evaluarse como una amenaza.

2.2 Interferencia por simulación de señales (Spoofing)

2.2.1 La interferencia por simulación de señales es la corrupción intencional de señales de navegación para que la aeronave se desvíe y siga una trayectoria de vuelo falsa. La simulación de señales de GNSS por satélite es tecnológicamente mucho más compleja que la simulación de radioayudas a la navegación convencionales basadas en tierra. La simulación de radiodifusión de datos GBAS es tan difícil como la simulación de radioayudas de aterrizaje convencionales.

2.2.2 Aunque la interferencia por simulación de señales teóricamente puede inducir a una aeronave determinada a errores de navegación, es muy probable que se detecte con procedimientos normales (p.ej., vigilando la trayectoria de vuelo y la distancia a los puntos de recorrido, y por vigilancia radar). Los sistemas de advertencia de proximidad del terreno (GPWS) y anticolidión de a bordo (ACAS) dan protección adicional contra colisiones con el terreno y con otras aeronaves. En vista de la dificultad de interferir por simulación con el GNSS y de que no se consideran necesarias medidas operacionales singulares para mitigarla, en esta nota de estudio no se vuelve a tratar la interferencia por simulación de señales.

2.3 Efectos ionosféricos y otros efectos atmosféricos

2.3.1 La precipitación fuerte sólo atenúa las señales de satélite GNSS una pequeña fracción de dB y no afecta las operaciones. Los efectos troposféricos se tratan mediante el diseño del sistema y no representan un aspecto de vulnerabilidad. Pero hay dos fenómenos ionosféricos que sí deben considerarse: los cambios ionosféricos rápidos y grandes y el centelleo. Los cambios ionosféricos causan errores de telemetría que deben tenerse en cuenta en el diseño del sistema. El centelleo puede dar lugar a pérdida temporal de las señales GNSS de uno o más satélites.

2.4 Otras vulnerabilidades

2.4.1 También es necesario considerar las vulnerabilidades de los segmentos terrestre y espacial del GNSS. Existe el riesgo de número insuficiente de satélites en una constelación dada debido a la falta de recursos para mantener la constelación, fallas de lanzamiento(s) o de satélite. Una falla del segmento de control de la constelación o un error humano pueden llegar a causar la falla de múltiples satélites de una constelación.

2.4.2 Otro riesgo es la interrupción del servicio o su degradación durante una situación de emergencia nacional, en la que cada Estado tiene la libertad de acción que autoriza el Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Artículo 89). Si la denegación de señal es regional, se bloquearían todas las señales civiles de GNSS pero, de todas maneras, el espacio aéreo afectado estaría cerrado al tránsito aéreo civil. Otra situación menos probable sería la degradación o denegación de las señales de los satélites principales o de los satélites de aumento en toda el área de cobertura.

3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE INTERRUPCIÓN DEL GNSS

3.1 En la evaluación de los riesgos operacionales relacionados con las vulnerabilidades del GNSS hay que considerar dos aspectos principales:

- a) la probabilidad de interrupción del GNSS; y
- b) el efecto de la interrupción.

3.2 Al considerar estos aspectos en función del espacio aéreo, los proveedores de servicios de navegación aérea pueden determinar si se necesita mitigarlos y, de ser así, a qué nivel. Se requiere mitigación para las interrupciones que tengan efectos importantes y probabilidades de ocurrir de moderadas a altas.

3.3 Evaluación de la probabilidad de interrupción del GNSS

Interferencia

3.3.1 *Interferencia involuntaria.* La experiencia operacional es la mejor manera de evaluar este riesgo. La probabilidad de interferencia involuntaria suele ser en función de la geografía. Las ciudades grandes con fuentes considerables de interferencia de radiofrecuencias (RF), los sitios industriales, etc., son más propensos a la interferencia involuntaria que las regiones remotas, donde esta interferencia es muy poco probable.

3.3.2 *Interferencia intencional.* Cada Estado debe considerar los motivos para interferir en el GNSS al determinar la probabilidad de interferencia intencional. Los motivos pueden ser causar daño a una región y afectar operacionalmente a la aviación y a otras aplicaciones. Si el impacto es mínimo, la amenaza potencial es baja pues no hay motivación para interferir. La magnitud del impacto potencial puede aumentar conforme el GNSS tenga más aplicaciones y se dependa más de este sistema.

Efectos ionosféricos

3.3.3 Cerca del ecuador geomagnético se observan frecuentemente cambios rápidos y grandes en la ionosfera, pero su efecto no es lo suficientemente grande como para afectar las operaciones en ruta ni las de aproximaciones que no son de precisión. Para las operaciones de aproximación con guía vertical (APV) y de precisión (PA), los efectos de estos cambios pueden evaluarse y mitigarse al diseñar los sistemas de aumento. En las regiones ecuatoriales, la disponibilidad de operaciones APV y PA puede verse limitada al usar una sola frecuencia GNSS.

3.3.4 El centelleo ionosférico es insignificante en las latitudes medias. En las regiones ecuatoriales, y en menor grado en las altas latitudes, el centelleo puede causar la pérdida temporal de las señales de uno o más satélites. La experiencia operacional en las regiones ecuatoriales ha demostrado que la probabilidad de pérdida del servicio GNSS actual es poca debido al número relativamente grande de satélites a la vista. El centelleo puede interrumpir la recepción de las radiodifusiones de los satélites de órbita geoestacionaria (GEO) del SBAS.

3.4 **Evaluación del impacto de una interrupción del GNSS**

3.4.1 El impacto de una interrupción del GNSS en los servicios de navegación depende de los factores siguientes:

- a) tipo de espacio aéreo: el tiempo es un factor más crítico para las medidas paliativas que se tomen en áreas terminales que para las que se tomen en espacio aéreo de gran altitud en ruta y, para el espacio aéreo en ruta, es más crítico para el espacio aéreo donde se establecen mínimas de separación más exigentes;
- b) densidad del tránsito: en regiones con alta densidad de tránsito, puede ser impráctico depender de vectores radar o procedimientos del piloto debido a la carga de trabajo;
- c) nivel de servicio: para operaciones menos exigentes la navegación por estima puede ser lo único que se necesite para proceder a un área en que se disponga de servicio GNSS;
- d) disponibilidad y equipo de otros sistemas de navegación: las aeronaves que puedan navegar con otros medios no se verán afectadas;
- e) vigilancia radar: si se dispone de radar primario o secundario, el ATC podrá proporcionar más asistencia para asegurar la separación y desviar a aeropuertos alternos;
- f) magnitud de la interrupción: la extensión geográfica y la duración de la interrupción del servicio;
- g) evaluación de la interrupción: la capacidad del proveedor de servicio de navegación aérea para evaluar rápidamente la magnitud de la interrupción del servicio; y
- h) condiciones meteorológicas: aunque al evaluar el impacto de una interrupción es prudente suponer condiciones meteorológicas por instrumentos (IMC), la extensión geográfica de las IMC y los parámetros meteorológicos que se supongan en cualquier análisis deberían ser realistas.

3.4.2 También debería considerarse el impacto de una interrupción del GNSS en otros servicios. El GNSS se usa frecuentemente como fuente cronométrica de precisión para los sistemas de comunicaciones y de radar, y puede usarse para servicios de vigilancia dependiente automática (ADS). La vulnerabilidad de cronometraje puede tratarse mediante el diseño del sistema y las aplicaciones ADS quedan fuera del ámbito de este documento.

4. **REDUCCIÓN DE LA PROBABILIDAD DE INTERRUPCIONES DEL GNSS**

4.1 **Instalación y operación**

4.1.1 La interferencia de a bordo puede evitarse instalando debidamente el equipo GNSS, integrándolo a otros sistemas de la aeronave (p.ej., blindaje, separación de antenas, filtros fuera de banda) y restringiendo el uso de dispositivos electrónicos portátiles a bordo de la aeronave.

4.2 **Administración del espectro**

4.2.1 *Administración del espectro.* La administración del espectro efectiva es el medio principal para mitigar la interferencia involuntaria de los transmisores fabricados por el ser humano. La experiencia operacional indica que la amenaza de interferencia involuntaria llegara ser un evento raro si se aplica una administración de espectro efectiva. Hay tres aspectos en la administración del espectro efectiva:

- a) creación de reglamentos/leyes que controlen el uso del espectro;
- b) cumplimiento de esos reglamentos/leyes; y
- c) cuidado al evaluar nuevas fuentes de RF (nuevos sistemas) para asegurar que no interfieran con el GNSS.

4.2.2 *Localización y eliminación de la interferencia.* La capacidad de localizar al interferente y eliminar la interferencia al GNSS prontamente es un aspecto crítico. El principal método para detectar interferencia es mediante notificación del piloto. Como muchas aeronaves pueden sufrir una interrupción simultáneamente cuando aparece la interferencia por primera vez, un método automatizado de notificación de interrupciones (p. ej., un mensaje automático por enlace de datos) reduciría la carga de trabajo y facilitaría la determinación del área de la interrupción y la localización del interferente. Los sistemas de detección de interferencia pueden instalarse a bordo o en tierra.

4.3 **Nuevas señales y constelaciones**

4.3.1 Las nuevas señales y constelaciones principales de satélites reducirán considerablemente la vulnerabilidad del GNSS. La utilización de señales más fuertes y las frecuencias diversas planeadas para el GPS, el GLONASS y el Galileo eliminarán efectivamente el riesgo de interferencia involuntaria, pues es muy poco probable que una fuente de tal interferencia afecte simultáneamente a más de una frecuencia. Más satélites (incluso constelaciones múltiples) eliminarán el riesgo de interrupciones completas del GNSS debidas al centelleo y la multiplicidad de frecuencias mitigará el efecto de los cambios ionosféricos. Los futuros satélites GEO mitigarán el efecto de la ionosfera en el SBAS usando satélites cuyas líneas visuales estén separadas cuando menos a 45°. Las señales más robustas y las nuevas frecuencias del GNSS hacen más difícil interferir intencionalmente con todos los servicios GNSS. Más constelaciones principales de satélites reducen el riesgo de falla del sistema, de errores operacionales o de interrupciones de servicio. También pueden seguir proporcionando servicio mundial en el caso poco probable de que el proveedor de un elemento de GNSS modifique o deniegue el servicio debido a una situación de emergencia nacional.

4.3.2 La administración y el financiamiento sólidos del sistema son esenciales para la operación continua de los servicios GNSS y para mitigar las vulnerabilidades del sistema mencionadas en el párrafo 2.4, excepto la posible interrupción global del servicio debida a una emergencia nacional. Un medio efectivo de mitigar la vulnerabilidad de interrupción global es que los proveedores de servicios adopten una política de denegación regional en caso de emergencia nacional.

5. **MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DE INTERRUPCIONES DEL GNSS**

5.1 **Introducción**

5.1.1 Actualmente, hay tres métodos principales para mitigar los efectos de interrupciones del GNSS en las operaciones de aeronaves:

- a) aprovechar los sistemas de navegación por inercia y las tecnologías de receptor GNSS;

- b) usar métodos por procedimientos (piloto o ATC); y
- c) aprovechar las radioayudas a la navegación terrestres usadas como repuesto del GNSS o integradas a él.

5.1.2 Al adoptar una estrategia efectiva en que se use uno o más de los métodos mencionados en esta sección, el proveedor de servicios no sólo garantizará las operaciones seguras de las aeronaves en caso de interrupciones del GNSS sino que también desalentará los intentos de interferencia intencional al reducir los posibles efectos de esos intentos.

5.2 **Sistemas de navegación por inercia y tecnologías de receptor**

5.2.1 El sistema de navegación por inercia (INS) proporciona capacidad de navegación de área a corto plazo después de la pérdida del GNSS o de otra información de posición. Muchas aeronaves de transporte ya están equipadas con INS y estos sistemas son cada vez más asequibles y accesibles para los operadores de aeronaves regionales más pequeñas. Por lo tanto, debería considerarse esta capacidad al evaluar la necesidad de ayudas terrestres para mitigar las interrupciones del GNSS.

5.2.2 Hay también tecnologías que dan robustez a los receptores GNSS para mitigar la interferencia. Entre las tecnologías antibloqueo están las antenas avanzadas (p.ej., de anulación espacial) y técnicas de procesamiento de señal en el receptor. Conforme el costo de estas tecnologías disminuya podrán convertirse en opciones menos costosas que los sistemas de navegación por inercia para aeronaves pequeñas.

5.3 **Métodos por procedimientos**

5.3.1 Si no se dispone de otro sistema de navegación en caso de interrupción del GNSS en un espacio aéreo no radar, la aeronave puede volver a usar la navegación por estima, pues la mayor parte de los sistemas de navegación de las aeronaves nuevas incluyen una función automática de navegación por estima. Cuando sea posible, los pilotos pueden volver a la navegación visual, salir del área afectada o aterrizar en un aeropuerto adecuado. El ATC puede evaluar la pérdida posible de separación lateral y, cuando sea posible, usar en su lugar separación vertical.

5.3.2 Los mismos procedimientos pueden usarse en espacio aéreo radar, con la posibilidad adicional de que el ATC proporcione guía vectorial a la aeronave a través del área afectada, dependiendo de la carga de trabajo del ATC y del número de aeronaves afectadas. En muchas operaciones terminales actuales ya se da guía vectorial a las aeronaves para interceptar una trayectoria de aproximación de precisión.

5.3.3 En espacio aéreo no radar sin control de tránsito, los pilotos pueden comunicarse entre ellos por el canal aire-aire para mantener la separación y tratar de determinar la extensión geográfica de la interrupción.

5.3.4 El éxito del uso de los medios por procedimientos para asegurar la separación y la desviación depende de todos los factores mencionados en el párrafo 3.4. La consideración más importante es el grado en que las aeronaves estén equipadas con otros medios de navegación, tales como la navegación por inercia.

5.3.5 En los procedimientos y la capacitación de pilotos y controladores de tránsito aéreo debería tratarse la vulnerabilidad del GNSS e indicar cómo responder efectivamente a la interferencia y aplicar procedimientos alternativos, así como notificar los casos de interferencia y su ubicación.

5.4 **Radioayudas terrestres a la navegación**

5.4.1 Actualmente, uno de los medios más efectivos de mitigar las interrupciones del GNSS es que la aeronave vuelva al uso de sistemas de navegación terrestres. Conforme se efectúe la transición al GNSS y se reduzca la infraestructura terrestre, se dependerá más de otras técnicas de mitigación. La capacidad operacional necesaria de la infraestructura terrestre evolucionará a medida que las operaciones GNSS se hagan dominantes y el espacio aéreo y los procedimientos dependan cada vez más de las operaciones de navegación de área (RNAV). La infraestructura de DME puede usarse para proporcionar servicio de navegación de área para operaciones en ruta y terminales de aeronaves equipadas con sistemas de gestión de vuelo que usen múltiples DME. Esa misma capacidad puede usarse para operaciones de aproximación RNAV si la cobertura DME es suficiente.

5.4.2 En los casos en que la navegación alternativa no incluya capacidad RNAV, debe considerarse la carga de trabajo que implica la transición a rutas y procedimientos alternativos. Sin embargo, una vez que las operaciones en esas rutas alternativas se normalicen después de la transición, podrán continuar todo el tiempo que se requiera en caso de interferencia prolongada.

5.4.3 Si se determina que se necesita otro servicio de aproximación de precisión, pueden usarse el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) o el sistema de aterrizaje por microondas (MLS). Esto implicaría probablemente conservar un número mínimo de tales sistemas en el aeropuerto o dentro del área en consideración.

6. **CONCLUSIONES**

6.1 *Interferencia involuntaria.* La probabilidad y efecto operacional de la interferencia varía según el entorno. La interferencia involuntaria no se considera una amenaza importante siempre que los Estados ejerzan el control adecuado y protejan el espectro electromagnético tanto en las atribuciones de frecuencias actuales como en las nuevas. Además, la introducción de señales GNSS en frecuencias nuevas asegurará que la interferencia involuntaria no cause la pérdida total del servicio GNSS.

6.2 *Interferencia intencional.* El riesgo de interferencia intencional depende de cuestiones que los Estados deben tratar. En los Estados en que se determine que el riesgo es inaceptable en áreas específicas, la seguridad operacional y la eficiencia pueden mantenerse adoptando una estrategia de mitigación efectiva mediante una combinación de técnicas de a bordo (p.ej., el uso de INS), métodos por procedimientos y ayudas terrestres a la navegación.

6.3 *Ionosfera.* El centelleo puede causar la pérdida de las señales de satélites GNSS en las regiones ecuatoriales y polares, pero es poco probable que cause la pérdida total del servicio GNSS y esto se mitigará con la adición de nuevas señales y satélites GNSS. Los cambios ionosféricos pueden limitar los servicios SBAS y GBAS que puedan prestarse en la región ecuatorial con una sola frecuencia GNSS y deben considerarse al diseñar los sistemas de aumento.

6.4 *Otras vulnerabilidades.* Con constelaciones administradas independientemente, financiamiento y un diseño robusto del sistema se mitigarán considerablemente sus fallas, errores operacionales e interrupciones de servicio.

6.5 Los Estados deberían evaluar la vulnerabilidad del GNSS en su espacio aéreo y seleccionar las medidas de mitigación según el espacio aéreo en cuestión y las operaciones que deban realizarse en él. Estas medidas de mitigación pueden garantizar la operación segura en la transición al GNSS y permitir a los Estados evitar la instalación de nuevas ayudas terrestres, reducir las ayudas terrestres a la navegación y retirarlas en determinadas áreas.

ADJUNTO**EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD DEL GNSS
PARA LAS OPERACIONES ACTUALES**

En la sección 3 de este documento se proporcionan directrices para evaluar el impacto y la probabilidad de una interrupción del GNSS. El Apéndice contiene dos ejemplos de cómo puede aplicarse esta metodología a las operaciones GNSS actuales. En estos ejemplos no se tienen en cuenta las futuras señales y constelaciones GNSS.

1. **Espacio aéreo congestionado — Latitudes medias.** El ejemplo siguiente se refiere a las operaciones GNSS actuales en espacio aéreo de alta densidad de tránsito en una región de latitud media con administración de espectro efectiva.

1.1 *Interferencia involuntaria.* Se ha encontrado interferencia involuntaria en Norteamérica y Europa. En Norteamérica, ha habido siete casos confirmados de interferencia en el GPS en los últimos [seis - por confirmar] años. Según la experiencia operacional, la interferencia involuntaria es poco probable pero no puede descuidarse.

1.2 *Interferencia intencional.* Con las operaciones actuales no hay una motivación importante para interferir deliberadamente en el GNSS. Hasta el momento no se ha notificado ningún caso de interferencia intencional en el entorno civil. La probabilidad de esta interferencia es insignificante para las operaciones actuales, pero puede cambiar con el tiempo a medida que se dependa más del GNSS.

1.3 El efecto de la interferencia es causar una interrupción del GNSS en la línea visual del interferente. La mayor parte de los explotadores de transporte aéreo en esas regiones están equipados con navegación por inercia y/o un FMS con capacidad de RNAV DME/DME. Se dispone de instalaciones DME en la mayor parte del espacio aéreo. Aunque algunas aeronaves no están equipadas con capacidad RNAV independiente, la seguridad operacional de esas aeronaves puede mantenerse y las operaciones pueden continuar, tal vez con menor eficiencia. Por lo tanto, la interferencia involuntaria y la intencional tienen un efecto moderado.

1.4 *Interferencia por simulación de señales (spoofing).* No hay una amenaza significativa debida a la interferencia por simulación de señales y su impacto sería moderado.

1.5 *Efectos ionosféricos.* En las latitudes medias nunca se ha experimentado centelleo ionosférico que cause pérdida de posición de GNSS, así que la probabilidad de que ocurra es insignificante. No tendría efecto operacional debido a la corta duración del fenómeno y a que se dispone de ayudas terrestres a la navegación y del equipo avanzado necesario para usarlas.

1.6 *Resumen.* En la Tabla 1 se resumen la probabilidad y el impacto operacional de las vulnerabilidades que se han identificado. En esa tabla se describe la probabilidad de que ocurran comparada con el efecto operacional. El Estado debería mitigar cualquier vulnerabilidad que sea poco probable y tenga un efecto grave, o probable y tenga algún efecto. Además, deberían considerarse las vulnerabilidades que sean poco probables y tengan efectos moderados.

2. **Zonas remotas — Ecuatoriales.** El siguiente ejemplo se refiere a las operaciones GNSS actuales en espacio aéreo remoto con baja densidad de tránsito en una región ecuatorial con administración de espectro efectiva.

2.1 *Interferencia involuntaria.* La mayor parte de las fuentes de interferencia involuntaria son menos probables en las regiones remotas. Con administración de espectro efectiva, la probabilidad de interferencia en esas zonas puede ser insignificante. El impacto de una interrupción puede ser de moderado a severo debido a la falta de servicios radar.

2.2 *Interferencia intencional.* No se ha encontrado interferencia intencional y hay poca motivación importante para interferir deliberadamente en el GNSS dada la baja densidad de operaciones y la lejanía de las zonas. Se considera que la probabilidad de este tipo de interferencia es insignificante para las operaciones actuales. La amenaza de interferencia intencional puede cambiar con el tiempo a medida que se dependa más del GNSS. El impacto de la interferencia intencional es igual al de la interferencia involuntaria.

2.3 *Interferencia por simulación de señales (spoofing).* No existe una amenaza significativa debida a la interferencia por simulación de señales y su impacto sería moderado.

2.4 *Efectos ionosféricos.* En regiones ecuatoriales es probable que ocurra el centelleo ionosférico que afecta el rendimiento del GNSS. El efecto operacional es moderado, pues se trata típicamente de una degradación del rendimiento y no de la pérdida total de la capacidad de navegación. En caso de pérdida total de la capacidad de determinar la posición, no dura mucho tiempo y gracias a la baja densidad de operaciones se mantiene la seguridad operacional.

2.5 *Resumen.* En la Tabla 2 se resumen la probabilidad y el impacto operacional de las vulnerabilidades que se han identificado. La cuestión más importante es la probabilidad de centelleo ionosférico. Los Estados deberían tomar medidas para reducir el efecto de este fenómeno. Esto puede lograrse mediante:

- a) procedimientos operacionales que aseguren la continuación de las operaciones durante interrupciones breves del GNSS; y
- b) investigación continua de la duración y probabilidad de centelleo severo.

Tabla 1. Espacio aéreo congestionado — Latitudes medias

		Impacto operacional		
		Ningún impacto	Impacto moderado	Impacto severo
Probabilidad	Insignificante	Efectos ionosféricos	Interferencia intencional; Spoofing;	
	Poco probable		Interferencia involuntaria	
	Probable			

Tabla 2. Zonas remotas — Ecuatoriales

		Impacto operacional		
		Ningún impacto	Impacto moderado	Impacto severo
Probabilidad	Insignificante		Interferencia involuntaria e intencional; Spoofing;	
	Poco probable			
	Probable		Efectos ionosféricos	

3. Cuando el análisis indique que no hay vulnerabilidades críticas, la aplicación de medidas de gestión del espectro sigue siendo fundamental para reducir, en la mayor medida posible, las interrupciones del servicio.

APÉNDICE B**PROYECTO DE ENMIENDA
DEL ANEXO 10, VOLUMEN I****NOTA SOBRE LA PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE ENMIENDA**

El texto de la enmienda se indica de modo que el texto que ha de suprimirse aparece tachado y el texto nuevo se destaca con sombreado de color gris. A continuación se ilustra la forma de indicar las enmiendas:

1. ~~el texto que ha de suprimirse aparece tachado~~ texto que ha de suprimirse
2. **el nuevo texto que ha de insertarse se destaca
con sombreado** nuevo texto que ha de insertarse
3. ~~el texto que ha de suprimirse aparece tachado~~ **y** nuevo texto que ha de sustituir al actual
**a continuación aparece el nuevo texto que se
destaca con sombreado**

**NORMAS Y MÉTODOS
RECOMENDADOS INTERNACIONALES**

TELECOMUNICACIONES AERONÁUTICAS

**ANEXO 10
AL CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL**

VOLUMEN I — RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

...

**ADJUNTO B. ESTRATEGIA PARA LA INTRODUCCIÓN Y APLICACIÓN
DE AYUDAS NO VISUALES EN LA APROXIMACIÓN Y EL ATERRIZAJE**
(véase Capítulo 2, 2.1)

1. Introducción

1.1 Diversos elementos influyen en las operaciones todo tiempo en términos de seguridad, eficacia y flexibilidad. La evolución de técnicas nuevas exige adoptar un enfoque flexible respecto al concepto de las operaciones todo tiempo a fin de obtener la totalidad de los beneficios del desarrollo técnico. Para permitir contar con esta flexibilidad, la estrategia deberá facilitar la incorporación de iniciativas o ideas técnicas innovadoras en dicha estrategia, por medio de la identificación de sus objetivos y de los conceptos que la fundamentan. **La estrategia no supone una rápida transición a un solo sistema o a una selección de sistemas mundialmente establecidos en apoyo de las operaciones de aproximación y aterrizaje.**

~~1.2 Esta estrategia no presupone la transición a un sistema único establecido a escala mundial; ni atañe a la selección de sistemas para apoyar las operaciones de aproximación y aterrizaje. Tiene por objeto permitir que se vayan introduciendo, a medida que se normalicen y homologuen para uso internacional, los futuros sistemas o arquitecturas de sistemas adicionales a las ayudas no visuales normalizadas existentes.~~

1.2 La estrategia se refiere a la aplicación de ayudas no visuales para la aproximación y el aterrizaje con guía vertical (APV) y a las operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión.

2. Objetivos de la estrategia

2.1 La estrategia debe:

- a) mantener por lo menos el nivel de seguridad actual de las operaciones todo tiempo;
- b) conservar al menos el nivel existente de servicio, o el nivel superior planificado;
- c) mantener el interfuncionamiento a escala mundial;

- d) permitir flexibilidad regional en base a una planificación regional coordinada;
- e) ser aplicable al menos hasta el año ~~2015~~2020; y
- f) tener en cuenta los aspectos económicos, operacionales y técnicos.

3. Consideraciones

3.1 Generalidades

3.1.1 Las siguientes consideraciones (~~conformes a lo convenido en la Reunión SP-COM/OPS/95~~) se basan en la hipótesis de disponibilidad del requisito operacional y el compromiso necesarios, y que se realizarán las gestiones oportunas.

~~3.2 Consideraciones relativas a la normalización~~

- ~~a) se está elaborando el concepto que describe en términos genéricos los criterios de performance para las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida;~~
- ~~b) la aceptación e introducción de los criterios de performance genéricos facilitará según se prevé la aplicación de las nuevas tecnologías a las fases de aproximación, aterrizaje y salida de los vuelos; y~~
- ~~c) la introducción de criterios de performance genéricos para las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida no excluirá la necesidad de contar con SARPS atinentes a la seguridad y al interfuncionamiento, y tales SARPS deberán elaborarse en apoyo de los criterios de performance genéricos.~~

3.32 Consideraciones relativas al ILS

- a) existe el riesgo de que las operaciones ILS de Categorías II o III no puedan mantenerse en forma segura en determinados lugares;
- b) los explotadores ~~deberán equipar~~, según se requiera, deben equipar a sus aeronaves con receptores ILS que satisfagan las normas sobre las características de inmunidad a la interferencia ~~antes del 1 de enero de 1998~~ (Anexo 10, Volumen I, Capítulo 3, 3.1.4);
- c) la expansión de los servicios ILS se ve limitada por la disponibilidad de canales (40 canales);
- d) muchas instalaciones terrestres ILS con muchos años de servicio deberán ser remplazadas; y
- e) en la mayor parte del mundo puede mantenerse el ILS durante el futuro previsible.

3.43 Consideraciones relativas al MLS

- a) el MLS de Categoría I ~~es operacional~~ **se encuentra en servicio**;
- b) ~~el equipo terrestre capaz de operaciones de Categoría II está ya certificado~~ **la certificación en tierra y a bordo de la Categoría IIIB está en curso y se prevé que se completará a comienzos de 2004**; y
- c) ~~se dispone de equipo terrestre capaz de operaciones de Categoría III~~ **se prevé realizar la implantación de MLS en localidades específicas para mejorar la utilización de las pistas en condiciones de escasa visibilidad.**

3.54 Consideraciones relativas al GNSS

- a) **Existen normas y métodos recomendados (SARPS) para el GNSS con aumentación para permitir APV y aproximaciones de precisión de la Categoría I;**
- b) **se preparan SARPS para el sistema con aumentación regional basada en tierra (GRAS) para operaciones APV;**
- c) **el GNSS con sistema de aumentación basada en satélite (SBAS) para operaciones APV es operacional;**
- ~~ad)~~ **se prevé** ~~ha demostrado~~ **que el GNSS con el sistema de aumentación basado en tierra (GBAS), al menos con respecto a dos Estados, cumple con los requisitos en materia de exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad para operaciones de la aproximación de precisión de Categoría I entrará en servicio antes de 2006;**
- ~~b)~~ ~~se ha demostrado que el GNSS con aumentación diferencial, al menos con respecto a dos Estados, cumple con los requisitos en materia de exactitud para las operaciones de aproximación y aterrizaje de Categorías II y III; los requisitos de integridad, continuidad y disponibilidad se están evaluando respecto a esas operaciones;~~
- ~~ef)~~ **los problemas técnicos y operacionales relacionados con las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida mediante GNSS, deben resolverse oportunamente;**
y
- ~~dg)~~ **los problemas institucionales relacionados con las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida mediante GNSS, deben resolverse oportunamente;**
- ~~e)~~ ~~se prevé que un GNSS aceptado internacionalmente con aumentación, según sea necesario, podría estar ya disponible para las operaciones de Categoría I entre 2000 y 2005; y~~
- ~~fe)~~ **no se prevé que un GNSS aceptado internacionalmente con aumentación, según sea necesario, pueda estar disponible para las operaciones de Categorías II y III antes de 2005** **2010-2015;**

~~3.6~~ Consideraciones relativas a las nuevas tecnologías

~~Se prevé que los sistemas de nueva tecnología contribuyan a mejorar el rendimiento de los servicios. Sin embargo, se estima que solamente los sistemas básicos (ILS, MLS y GNSS, con la aumentación necesaria) desempeñarán una función importante de apoyo a las operaciones todo tiempo.~~

3.75 Consideraciones relativas a los receptores multimodales (MMR) sobre la capacidad multimodal de a bordo para la aproximación y el aterrizaje

- ~~a) el MMR [también conocido como sistema de aterrizaje de aviónica multimodal (MMALS)] puede proporcionar el medio para efectuar una transición flexible. A fin de contar con una flexibilidad máxima, se espera que este receptor incluya las funciones críticas de aterrizaje en una caja única. También podría utilizarse una~~**Una capacidad multimodal de a bordo para la aproximación y el aterrizaje es necesaria para permitir adoptar esta estrategia y se prevé que estará disponible;**
- ~~b) el receptor multimodal se está elaborando y se prevé que estará ya disponible para su implantación progresiva entre 1997-2002; y~~
- ~~c) el MMR, con un enlace de datos de alta integridad, puede apoyar operaciones GNSS. El enlace de datos del GNSS diferencial podría integrarse en el MMR.~~

3.86 Otras consideraciones

- ~~a) existe una demanda creciente para operaciones de Categorías II y III; y~~
- b) el GNSS con aumentación puede ofrecer beneficios operacionales únicos para operaciones con escasa visibilidad, incluyendo nuevos procedimientos, requisitos flexibles en materia de emplazamiento y suministro de guía en la superficie de los aeropuertos;**
- c) se considera que solamente tres sistemas normalizados (ILS, MLS y GNSS con aumentación cuando corresponda) desempeñarán una función importante en apoyo de las operaciones todo tiempo. La utilización de colimadores de pilotaje conjuntamente con sistemas de visión ampliada o sintética puede proporcionar beneficios operacionales;**
- d) una consecuencia de la estrategia global reside en que no existirá una transición rápida desde el ILS a los nuevos sistemas, tales como GNSS o MLS. En consecuencia, resulta esencial para la implantación de la estrategia que se proteja en forma adecuada el espectro de radiofrecuencias utilizado por todos estos sistemas;**
- ~~b) aunque es preferible efectuar, en la medida de lo posible una transición en una etapa única,~~**directamente de ILS a GNSS** en algunos Estados, acaso no sea posible realizar esta transición ~~hacia los sistemas de nueva tecnología (p. ej., GNSS de Categoría II/III) sin perder el nivel actual de operaciones de Categorías II o III;~~

- f) en la medida en que algunos usuarios de una pista determinada continúen dependiendo del ILS, los posibles beneficios operacionales derivados de la introducción de nuevos sistemas de aterrizaje podrían verse limitados por las restricciones de las operaciones con sistemas mixtos.
- g) algunas operaciones APV se pueden realizar utilizando GNSS con aumentación si es necesario o guía vertical barométrica y GNSS con ABAS o guía lateral DME/DME RNAV; y
- h) las operaciones de aproximación y aterrizaje con orientación vertical proporcionan seguridad mejorada y generalmente mínimos operacionales inferiores en comparación con aproximaciones que no son de precisión.

4. Estrategia

4.1 Basándose en las consideraciones anteriores, ~~y teniendo en cuenta la necesidad de consultar a los explotadores de aeronaves y a las organizaciones internacionales cuando corresponda~~ **y para garantizar la seguridad, la eficiencia y la rentabilidad de las soluciones propuestas**, la estrategia mundial es la siguiente:

- a) continuar las operaciones ILS con el máximo nivel de servicio mientras sean aceptables desde el punto de vista operacional y económicamente ventajosas;
- b) implantar el MLS cuando se requiera desde el punto de vista operacional y sea económicamente ventajoso, **haciendo todo lo posible para que no se niegue el acceso a los aeropuertos a las aeronaves equipadas con ILS;**
- c) implantar GNSS con aumentación para las operaciones APV y de Categoría I cuando se requiera desde el punto de vista operacional y sea económicamente ventajoso;
- ~~ed) promover la utilización del MMR o una capacidad de a bordo equivalente, para mantener el interfuncionamiento de sistemas y aeronaves~~ **el desarrollo y la utilización de una capacidad multimodal de a bordo para el aterrizaje;**
- ~~d) validar el uso del GNSS, con las aumentaciones necesarias correspondientes, para apoyar las operaciones de aproximación y salida, incluyendo operaciones de Categoría I, e implantar el GNSS para las operaciones que se estime apropiado;~~
- e) promover el reemplazo de aproximaciones que no son de precisión con APV para fortalecer la seguridad y el acceso;
- ~~ef) completar los estudios de viabilidad para identificar y resolver los problemas de la viabilidad operacional y técnica para el GNSS con sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) y apoyar las operaciones de Categorías II y III, basándose en la tecnología GNSS que dispondrá de las aumentaciones necesarias correspondientes. Si resulta factible, i~~ **Implantar el GNSS para las operaciones de Categorías II y III en los casos en que sea aceptable se lo requiera desde el punto de vista operacional y sea económicamente ventajoso; y**

f) permitir que cada región desarrolle una estrategia de implantación de los futuros ~~de los futuros~~ para ~~estos~~ sistemas, que esté acorde con la estrategia mundial.

— — — — —

APÉNDICE C**PROYECTO DE ENMIENDA DEL *PLAN MUNDIAL DE NAVEGACIÓN AÉREA*
PARA LOS SISTEMAS CNS/ATM (DOC 9750)****NOTA SOBRE LA PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE ENMIENDA**

El texto de la enmienda se indica de modo que el texto que ha de suprimirse aparece tachado y el texto nuevo se destaca con sombreado de color gris. A continuación se ilustra la forma de indicar las enmiendas:

- | | | |
|----|---|---|
| 1. | el texto que ha de suprimirse aparece tachado | texto que ha de suprimirse |
| 2. | el nuevo texto que ha de insertarse se destaca con sombreado | nuevo texto que ha de insertarse |
| 3. | el texto que ha de suprimirse aparece tachado y a continuación aparece el nuevo texto que se destaca con sombreado | nuevo texto que ha de sustituir al actual |

PLAN MUNDIAL DE NAVEGACIÓN AÉREA PARA LOS SISTEMAS CNS/ATM

...

Nota editorial.— El índice se reproduce parcialmente y se amplía para subrayar, en negrita, las partes del documento afectadas por esta enmienda.

ÍNDICE

Página

...

PARTE I. CONCEPTO OPERACIONAL Y PRINCIPIOS GENERALES DE PLANIFICACIÓN

Capítulo 1. Introducción al CNS/ATM

...

Una ojeada a los sistemas CNS/ATM	I-1-3
Comunicaciones	
Navegación	
Vigilancia	
Gestión del tránsito aéreo	

...

Capítulo 2. Estructura de la planificación para los CNS/ATM elaborada por la OACI

...

APÉNDICE A. Declaración sobre la política general de la OACI para la implantación y explotación de los sistemas CNS/ATM	I-2-7
1. Accesibilidad universal	
2. Soberanía, autoridad y responsabilidad de los Estados contratantes	
3. Responsabilidad y función de la OACI	
4. Cooperación técnica	
5. Arreglos institucionales e implantación	
6. Sistema mundial de navegación por satélite	

...

Capítulo 4. Gestión del tránsito aéreo

...

Capítulo 6. Sistemas de navegación

Objetivos	I-6-1
Performance de navegación requerida (RNP)	I-6-1
Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)	I-6-1
Aumentaciones del GNSS	I-6-2
Aviónica	I-6-3
Sistema de coordenadas WGS-84 y bases de datos aeronáuticos	I-6-3
Introducción evolutiva	I-6-3
Sistema en apoyo de las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida	I-6-3
Cuestiones generales de la transición	I-6-4

...

Capítulo 12. Aspectos de organización y cooperación internacional

Introducción	I-12-1
Formas organizativas a nivel nacional	I-12-1
Aspectos concretos operacionales y de organización técnica	I-12-2
Generalidades	
Servicios móviles aeronáuticos por satélite (SMAS) — Implantación y selección de opciones	
Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)	
Gestión del tránsito aéreo (ATM)	

...

PARTE I

Concepto operacional y principios generales de planificación

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN AL CNS/ATM

...

UNA OJEADA A LOS SISTEMAS CNS/ATM

...

Navegación

1.20 Las mejoras en materia de navegación incluyen la introducción gradual de ~~capacidad de~~ navegación de área (RNAV), ~~junto con el~~ **apoyada por una combinación apropiada del** sistema mundial de navegación por satélite (GNSS). ~~Estos sistemas suministran cobertura mundial para la navegación y se están usando para la navegación mundial en ruta y para las aproximaciones que no sean de precisión. Con sistemas apropiados de aumentación y procedimientos conexos, se prevé que dichos sistemas también permitirán las aproximaciones de precisión.~~ **sistemas de navegación independientes (IRU/IRS) y ayudas para la navegación convencionales basadas en tierra. El objetivo final es una transición al GNSS que eliminaría la necesidad de ayudas basadas en tierra, aunque la vulnerabilidad del GNSS frente a interferencias pudiera exigir que se mantuvieran algunas ayudas terrestres en zonas determinadas.**

1.21 El GNSS proporciona ~~cobertura mundial para la navegación y se utiliza para navegación oceánica, en ruta y terminal y para aproximaciones que no son de precisión. Con sistemas de aumentación apropiados y procedimientos conexos, el GNSS apoya aproximaciones con guía vertical y aproximaciones de precisión.~~ Como se indica en el Anexo 10, ~~el GNSS ofrecerá las constelaciones principales de satélites con aumentación propia ofrecen~~ un servicio de navegación mundial de alta integridad, ~~alta precisión gran exactitud~~ y utilizable en todo tiempo. La implantación ~~exitosa completa~~ del GNSS ~~permitirá~~ **permitirá** que las aeronaves vuelen en todo tipo de espacio aéreo en cualquier parte del mundo, **utilizando aviónica de a bordo para recibir e interpretar señales de satélite.**

1.22 ~~lo cual ofrecerá~~ **La introducción del GNSS ofrece** a muchos Estados la posibilidad de dismantelar parte de su infraestructura terrestre existente para la navegación aérea, o quizás toda ella. Sin embargo debería procederse con precaución en cuanto a retirar las radioayudas para la navegación tradicionales y esto después de que una evaluación de la seguridad haya demostrado que puede lograrse un nivel aceptable de seguridad y después de consultar a los usuarios por conducto del proceso de planificación regional de la navegación aérea.

1.23 Los beneficios principales provenientes de la introducción de estos elementos de navegación se resumen en la Figura I-1-2.

Nota editorial.— Numérense de nuevo los párrafos subsiguientes.

...

Enmiéndese la sección Navegación de la Figura I-1-2, como sigue:

Navegación
● Servicios de navegación mundiales de gran integridad y precisión fiabilidad en todo tiempo ● Mejor precisión Mayor exactitud de la determinación de la posición para navegación en cuatro dimensiones ● Ahorros de costos posibles al reducir o no implantar ayudas para la navegación basadas en tierra ● Mejor Más eficiente utilización de del espacio aéreo y los aeropuertos y las pistas ● Suministro de capacidad de aproximaciones de precisión/que no sean de precisión en aeropuertos actualmente no equipados mejoradas ● Carga de trabajo reducida Posibilidad de reducir la carga de trabajo para el piloto ● Capacidad de reducir el impacto ambiental mediante la introducción de rutas flexibles

...

Capítulo 2
ESTRUCTURA DE LA PLANIFICACIÓN PARA
LOS CNS/ATM ELABORADA POR LA OACI

...

APÉNDICE A DEL CAPÍTULO 2

DECLARACIÓN SOBRE LA POLÍTICA GENERAL DE LA OACI
PARA LA IMPLANTACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LOS SISTEMAS CNS/ATM

Aprobada por el Consejo (C 141/13) el 9 de marzo de 1994

...

6. SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN
POR SATÉLITE

El sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) ~~debería implantarse~~ **se está implantando** como una progresión evolutiva desde los sistemas mundiales de navegación por satélite actuales, incluyendo el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) de los Estados Unidos y el sistema orbital mundial de navegación por satélite (GLONASS) de la Federación de Rusia, ~~hasta un GNSS integrado respecto al cual los Estados contratantes ejerzan un nivel de control suficiente en los aspectos relacionados con su uso en.~~ **Los Estados pueden obtener mejor control sobre el uso del GNSS mediante la introducción de sistemas independientes e interoperables o la implantación de sistemas de aumentación, por ejemplo, sistemas de aumentación basados en satélites o sistemas de aumentación basados en tierra.**

El GNSS futuro está integrado por constelaciones múltiples y señales de frecuencia múltiples de las constelaciones centrales GPS, GLONASS y GALILEO, que está siendo desarrollada por los Estados miembros de la Unión Europea. El GPS se mejorará mediante la adición de una segunda señal civil en L2 y, más importante para la aviación, una tercera señal civil en L5, que está en una banda de frecuencias protegida del servicio de radionavegación aeronáutica (ARNS). El GLONASS también evoluciona para agregar múltiples frecuencias disponibles a los usuarios civiles con el advenimiento de satélites GLONASS-M y GLONASS-K con una segunda señal civil en L3 en la banda ARNS. El sistema GALILEO ofrecerá otra constelación de satélites para la navegación con señales de frecuencia múltiple disponible para la aviación civil. La OACI ~~continuará~~ **continúa examinando, de común acuerdo con los Estados contratantes, los usuarios del espacio aéreo y los proveedores de servicios, la factibilidad de ~~lograr un GNSS civil controlado internacionalmente~~ **usar elementos GNSS múltiples e interoperables.****

...

Capítulo 4 GESTIÓN DEL TRÁNSITO AÉREO

...

Nota.— El Capítulo 4 está siendo revisado sobre la base de textos elaborados por el Grupo de expertos sobre el concepto operacional de gestión del tránsito aéreo (ATMCP). Las propuestas de enmienda de este capítulo se presentarán por separado. Las tablas I-4 se suprimirán en el Capítulo 4 revisado.

...

Capítulo 6 SISTEMAS DE NAVEGACIÓN

REFERENCIAS

Anexo 10 — *Telecomunicaciones aeronáuticas*
~~*Directrices para la introducción y uso operacional del*~~ *Manual*
sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)
~~(Circular 267 Doc ...)~~
Manual sobre la performance de navegación requerida (RNP)
 (Doc 9613)
 Anexo 11 — *Servicios de tránsito aéreo*
Procedimientos para los servicios de navegación aérea —
Operación de aeronaves (Doc 8168, PANS-OPS)

OBJETIVOS

6.1 El elemento de navegación de los sistemas CNS/ATM está ~~destinado~~ **dirigido** a suministrar una función de **navegación mundial** (determinación de la posición) **precisa** ~~exacta~~, fiable y continua ~~en todo el mundo, mediante la introducción de navegación aeronáutica basada en satélites~~. **La posición se establece utilizando una combinación apropiada de capacidades proporcionadas por sistemas de navegación independientes basados en satélites o instalaciones de navegación terrestres o ambos.**

PERFORMANCE DE NAVEGACIÓN REQUERIDA (RNP) **Y NAVEGACIÓN DE ÁREA (RNAV)**

6.2 Las aeronaves modernas están cada vez más equipadas con **sistemas RNAV**, cuyo uso facilita un sistema de rutas flexibles. ~~Asimismo, utilizando el concepto de RNP puede evitarse la necesidad de seleccionar entre sistemas competitivos. Sin embargo, todavía se requiere una normalización internacional de las técnicas de navegación, que se utilizan ampliamente a nivel internacional.~~ **La aplicación de RNAV en diversas partes del mundo ya ha demostrado proporcionar varias ventajas con respecto a la navegación convencional con referencia de estaciones y beneficios tales como rutas más directas.**

6.3 El concepto RNP se aplica a la performance de navegación dentro de un espacio aéreo y, por consiguiente, afecta tanto al espacio aéreo como a la aeronave. La RNP está dirigida a caracterizar un espacio aéreo mediante una declaración de la performance de navegación (tipo de RNP) que ha de lograr una aeronave dentro de este espacio aéreo. El concepto de RNP para operaciones en ruta ha sido aprobado por la OACI (Anexo 11, Capítulo 2) y se ha extendido para cubrir las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida. Los tipos de RNP se describen en el *Manual sobre la performance de navegación requerida (RNP)* (Doc 9613).

6.4 La RNP es una declaración de la precisión de performance de navegación dentro de un espacio aéreo definido, a base de la combinación del error de sensor de navegación, error del receptor de a bordo, error de presentación y error técnico de vuelo. La RNP por sí sola no puede utilizarse en la selección de las mínimas de separación y una decisión de establecer separación de rutas y mínimos de separación de aeronaves debería tener en cuenta también el nivel de los servicios de comunicaciones, vigilancia y tránsito aéreo en el espacio aéreo en cuestión.

6.5 Los tipos de RNP para las operaciones en ruta se identifican mediante un solo valor de exactitud definido como exactitud de performance mínima de navegación requerida dentro de un nivel de contención especificado. Los tipos de RNP en ruta se describen en el Doc 9613.

6.6 Los tipos de RNP para las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida se definen en términos de la exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad de navegación requerida. Aunque algunos tipos de RNP contienen solamente la especificación de exactitud de la performance lateral (o sea, semejante a la aplicable en ruta), otros tipos también incluyen especificaciones de performance lateral y vertical. Los tipos semejantes a la especificación en ruta están destinados a operaciones tales como la aproximación o la salida que no sean de precisión. La mayoría de los tipos de RNP para las operaciones de aproximación y aterrizaje requieren contención vertical basada en información del sistema de navegación.

SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATELITE (GNSS)

6.75 El GNSS es un sistema mundial de determinación de la posición y la hora, que incluye una o más constelaciones principales de satélites, receptores de aeronave y, supervisión de integridad del sistema, aumentada en la medida de lo necesario para sustentar la RNP en esa etapa completa de operación y sistemas de aumentación que mejoran la actuación de las constelaciones centrales.

6.86 Los sistemas de navegación por satélite que funcionan actualmente son el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) de los Estados Unidos y el sistema orbital mundial de navegación por satélite (GLONASS) de la Federación de Rusia. Ambos sistemas fueron ofrecidos a la OACI como medio para sustentar el desarrollo evolutivo del GNSS. En 1994, el Consejo de la OACI aceptó la oferta de los Estados Unidos con respecto al GPS y en 1996 aceptó la oferta de la Federación de Rusia con respecto al GLONASS.

6.97 El segmento espacial nominal del GPS está constituido por 24 satélites en seis planos orbitales. Los satélites operan en órbitas casi circulares de 20 200 km (10 900 NM), con un ángulo de inclinación de 55° con respecto al ecuador y cada satélite completa una órbita en aproximadamente 12 horas.

~~6.108~~ El segmento espacial **nominal** del GLONASS consta de 24 satélites operacionales y varios de reserva. Los satélites GLONASS giran en órbita a una altitud de 19 100 km con un período orbital de 11 horas y 15 minutos. Hay ocho satélites distribuidos en forma pareja en cada uno de los tres planos orbitales, con inclinaciones de 64,8° y espaciados por 120°.

AUMENTACIONES DEL GNSS

~~6.119~~ Para ~~superar las limitaciones intrínsecas del sistema y~~ satisfacer los requisitos de performance **aeronáutica** (exactitud, integridad, disponibilidad y continuidad de servicio) para todas las etapas de vuelo **y permitir un grado de vigilancia independiente**, el GPS y el GLONASS requieren diversos ~~grados~~**niveles** de aumentación. Las aumentaciones se clasifican en tres amplias categorías: basadas en las aeronaves, basadas en tierra y basadas en los satélites (véase la Tabla I-6-1).

Aumentaciones basadas en las aeronaves

~~6.1210~~ El sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS) **integra la información obtenida del GNSS con otra información disponible a bordo. Una forma de ABAS es la** ~~Un tipo de aumentación basada en las aeronaves (ABAS) se denomina~~ **vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM)**, que puede usarse si hay más de cuatro satélites con una geometría apropiada a la vista. ~~Con cinco satélites a la vista, pueden computarse cinco posiciones independientes. Si no coinciden, puede deducirse que uno o más de los satélites está dando información incorrecta. Si hay seis o más satélites a la vista, pueden calcularse más posiciones independientes y entonces un receptor podrá identificar un satélite defectuoso y excluirlo de los cálculos de determinación de la posición~~ **usa solamente características inherentes a la constelación principal GNSS. Si se reciben señales de más de cuatro satélites con geometría adecuada, la RAIM usa la información redundante para verificar la integridad.**

~~6.1311~~ También pueden implantarse otras aumentaciones basadas en las aeronaves, que generalmente se denominan comprobación autónoma de la integridad en la aeronave (AAIM). Un sistema de navegación inercial, por ejemplo, puede ayudar al GNSS durante breves períodos cuando las antenas de navegación por satélites queden ocultas por la aeronave durante alguna maniobra o durante períodos en que no haya suficientes satélites a la vista. Las técnicas de aumentación, particularmente útiles para mejorar la disponibilidad de la función de navegación, también comprenden la ayuda por altimetría, fuentes horarias más ~~precisas~~**exactas** o alguna combinación de entradas de sensor combinadas con técnicas de filtrado.

Aumentaciones basadas en tierra

~~6.1412~~ ~~Para los~~**El** sistemas de aumentación basados en tierra (GBAS), ~~se emplaza un monitor emplazado~~ en el aeropuerto, o cerca del mismo, ~~en que se desean~~**apoya** las operaciones ~~de precisión de aproximación de precisión y también puede apoyar la navegación de área en área terminal, si es necesario. Las señales~~ **Comprende dos o más receptores de referencia que vigilan las señales de satélite. Las señales de radiodifusión GBAS** se envían directamente a las aeronaves que estén en las cercanías [aproximadamente 37 km (20 NM)]. Esas señales suministran correcciones para aumentar la exactitud de la posición localmente, ~~junto con~~**y proporcionar** información sobre integridad de los satélites. Esta función requiere ~~enlace de datos entre las instalaciones en tierra y la aeronave~~**un canal de radiodifusión de**

datos tierra-aire en VHF. Se están elaborando normas para un sistema terrestre que pueda proporcionar un servicio de navegación de área en una región más amplia [sistema de aumentación regional basado en tierra (GRAS)].

Aumentaciones basadas en satélites

~~6.15~~¹³ No es práctico proporcionar cobertura con sistemas basados en tierra para todas las etapas del vuelo. Una manera de suministrar cobertura de aumentación en grandes extensiones consiste en usar los satélites para transmitir información sobre la aumentación. Esto se conoce como aumentación basada en satélites (SBAS). El sistema de aumentación basado en satélites (SBAS) proporciona cobertura de aumentación sobre áreas amplias. El SBAS usa una red de estaciones de vigilancia para recoger información sobre las señales de cada uno de los satélites de navegación y transmite las correcciones diferenciales y los datos de integridad en un área amplia utilizando satélites geoestacionarios.

~~6.16~~ — El suministro de aumentación basada en satélites mediante satélites geoestacionarios tiene indudables limitaciones y por lo tanto en muchos casos no puede preverse que sustentará todas las etapas de vuelo, especialmente la aproximación y aterrizaje de precisión de las categorías más elevadas. Como estos satélites giran en órbita por encima del ecuador, sus señales no serían perceptibles en las regiones polares y pueden quedar enmascaradas por la estructura de la aeronave o el terreno. Esto sugiere que quizá sea necesario estudiar otras órbitas de satélites para aumentación GNSS o aumentación basada en tierra para atenuar estos defectos estas deficiencias para ciertas regiones u operaciones.

FUTURAS SEÑALES GNSS Y SU USO COMBINADO

~~6.14~~ El GPS y el GLONASS se están mejorando para proporcionar señales adicionales en frecuencias protegidas. El GALILEO se está desarrollando para proporcionar una constelación adicional de satélites de navegación que también proporcionen señales múltiples en varias frecuencias. El creciente número de señales y constelaciones GNSS tiene la posibilidad de ofrecer importantes ventajas a la aviación civil, incluyendo una mejor performance y solidez, simplificación de la arquitectura terrestre GNSS y solución a ciertas preocupaciones de orden institucional. La introducción de estos nuevos elementos también plantea algunas cuestiones técnicas e institucionales. A medida que se desarrollen estas futuras señales y sistemas, la OACI proporcionará orientación a los Estados sobre la mejor forma de utilizar estas señales y sistemas adicionales en combinación y maximizar las oportunidades de las capacidades que se ofrecen.

AVIÓNICA

~~6.17~~¹⁵ Los receptores simples GPS o GLONASS GNSS que no incluyen capacidad RAIM ABAS, SBAS o GBAS (o formas semejantes futuras de supervisión vigilancia de la integridad) generalmente no pueden satisfacer los requisitos para todas las etapas de vuelo de navegación aeronáutica.

~~6.18~~¹⁶ En el futuro previsible, se prevé que se emplearán estarán en funcionamiento sistemas multidetectores, que usarán el GNSS como uno de los sensores. Esos sistemas de navegación generalmente presentan mejores niveles de performance más fiable que los detectores individuales o que los sistemas autónomos. Las aeronaves que utilicen sistemas de navegación multidetectores, como los GNSS/IRS o los GNSS/IRS/FMS integrados, pueden ser homologadas como aptas para satisfacer niveles de

~~RNP~~ combinaciones integradas de GNSS, IRS y DME, pueden proporcionar mayor disponibilidad de servicio, lo que no podrían obtenerse utilizando sólo el GPS o el GLONASS.

SISTEMA DE COORDENADAS WGS-84 Y BASES DE DATOS AERONÁUTICOS DATOS DE COORDENADAS

6.19~~17~~ Se proclama la implantación mundial con éxito de la navegación por satélite apoyándose en la existencia de una base de datos de coordenadas y procedimientos de muy alta ~~calidad~~ exactitud e integridad. La navegación ~~exacta~~ fiable por satélites sólo es posible cuando las coordenadas ~~derivadas en tierra, las coordenadas calculadas y las coordenadas derivadas del sistema de satélites utilicen el mismo sistema de referencia geodésico~~ obtenidas de la base de datos de puntos de recorrido para navegación son de la calidad requerida.

6.20~~18~~ En apoyo de la tecnología en evolución a base de satélites ~~las técnicas de navegación en evolución~~, la OACI adoptó el WGS-84 como punto de referencia geodésica común para la aviación civil, con fecha de aplicación el 1 de enero de 1998 (Anexo 15). La implantación del WGS-84 implica, entre otras cosas, ~~la transformación al WGS-84 de las coordenadas y puntos de referencia existentes~~ la posibilidad de coordinar la conversión para otros puntos no críticos (p. ej., obstáculos en ruta) y la determinación de todos los puntos críticos preferidos necesarios para la alta calidad (p. ej., umbral de pista) del WGS-84.

6.21~~19~~ Las bases de datos aeronáuticos se construyen y actualizan utilizando encuestas sobre las ayudas para la navegación, puntos de referencia de la posición y umbrales de pista existentes, y diseñando nuevas rutas o procedimientos de aproximación. Los sistemas deben estar instalados para garantizar la ~~calidad~~ (exactitud, integridad ~~de~~ y resolución) de los datos de posición desde el momento de la encuesta hasta la presentación de información al siguiente usuario previsto. Las bases de datos aeronáuticos deben actualizarse periódicamente.

INTRODUCCIÓN EVOLUTIVA

6.22~~20~~ La implantación del GNSS se llevará a cabo de manera evolutiva, permitiendo introducir mejoras graduales en el sistema. Las aplicaciones del GNSS a corto plazo están destinadas a permitir una pronta introducción de la navegación ~~en ruta~~ de área basada en satélites ~~sin inversiones en infraestructura~~, utilizando ~~los sistemas~~ las constelaciones centrales de satélites ~~existentes (GPS y GLONASS) y aumentaciones basadas primordialmente en las aeronaves~~ sistemas integrados de sensores a bordo. El uso de estos sistemas ya permite aumentar la fiabilidad de las aproximaciones que no son de precisión en algunos aeropuertos.

6.23~~21~~ Las ~~Otras~~ aplicaciones ~~a mediano plazo~~ utilizarán los sistemas de navegación por satélite existentes con ~~cualquier~~ algún tipo de aumentación o combinación de aumentaciones requerida para operar en determinada etapa de vuelo. Las aplicaciones a más largo plazo se aplicarán a los futuros GNSS.

6.24~~22~~ Generalmente se aceptan tres niveles para la introducción de las operaciones basadas en el GNSS:

- a) ~~el GNSS como medio suplementario debe satisfacer los requisitos de exactitud e integridad para determinada operación o etapa del vuelo; quizá no se cumpla con los~~

~~requisitos de disponibilidad y continuidad. Deben instalarse a bordo otros sistemas de navegación que sustenten determinada operación o fase del vuelo;~~

- ~~b) el GNSS como medio primario debe satisfacer los requisitos de exactitud de integridad, pero no es necesario que satisfaga plenamente los requisitos de disponibilidad y continuidad del servicio para determinada operación o etapa del vuelo. La seguridad operacional se logra limitando las operaciones a períodos específicos y mediante restricciones apropiadas en los procedimientos. Pueden conservarse a bordo otros sistemas de navegación en apoyo del GNSS como medio primario; y~~
- ~~c) el GNSS como medio único debe permitir que la aeronave satisfaga, para una operación o etapa de vuelo determinada, los cuatro requisitos de exactitud, integridad, disponibilidad y continuidad de servicio.~~

Las operaciones basadas en GNSS pueden aprobarse con varios procedimientos operacionales, dependiendo del nivel de servicio GNSS y de los requisitos operacionales. Estos procedimientos podrán ser muy específicos, ya sea para determinados tipos de aeronaves (basados en el equipo), el tipo de operación (p. ej., aproximaciones que no son de precisión), cualquier característica singular de la operación (p. ej., capacidad para realizar aproximaciones a lo largo de tramos de trayectoria curvos) o una ubicación específica (p. ej., espacio aéreo con baja densidad de tránsito). Los períodos de no disponibilidad del sistema deben gestionarse operacionalmente mediante NOTAM o una notificación equivalente a los usuarios. Algunos Estados han aprobado el uso de GNSS cuando el usuario es responsable de decidir si existe una interrupción de servicio de importancia para las operaciones.

SISTEMAS EN APOYO DE LAS OPERACIONES DE APROXIMACIÓN, ATERRIZAJE Y SALIDA

Nota editorial.— El párrafo 6.25 original ha sido trasladado y modificado. Es ahora el párrafo 6.28.

6.26²³ ~~La terminología de 6.2.4 se aplica a la condición requerida del equipamiento de aviónica y a la capacidad de las aeronaves de satisfacer los requisitos RNP, sin ningún otro equipo de navegación a bordo, en el caso de “medio único”. Está también relacionada con las operaciones previstas (o con la fase del vuelo). Se expiden por consiguiente aprobaciones a las operaciones de las aeronaves para cada caso particular y se indican normalmente las condiciones o restricciones específicas que hayan de aplicarse. Para este fin puede haber diferencias entre uno u otro Estado y entre operación y operación.~~

6.27²⁴ ~~Por consiguiente~~ ~~La aprobación del GNSS como medio único es una condición necesaria aunque no suficiente para dar por terminados los actuales~~ ~~puede facilitar el retiro de determinados~~ ~~servicios de radionavegación terrestres convencionales. Sin embargo, el retiro de los servicios de navegación terrestres debería emprenderse prestando la debida atención a la necesidad de atenuar las vulnerabilidades del GNSS y a los métodos aplicables (véase 6.27). Puede concederse la aprobación a varias aeronaves para navegación con GNSS como medio único respecto a determinadas operaciones o fases del vuelo. Sin embargo, el~~ ~~El proveedor de servicios de tránsito aéreo~~ ~~navegación~~ ~~debe suministrar un servicio de navegación a todos los usuarios interesados en apoyo de todas las fases del vuelo pertinentes, sin basarse en ningún medio terrestre convencional de navegación.~~ ~~Por consiguiente, es necesario armonizar el todo~~ ~~retiro de las radioayudas para la navegación convencionales y la introducción del servicio de navegación GNSS. Estas consideraciones no se aplican a partes del espacio aéreo en las que actualmente no se dispone~~

de las actuales radioayudas para la navegación **convencionales basadas en tierra** y en las que puede introducirse sólo el GNSS en beneficio de los usuarios que cuenten con equipo GNSS.

6.2825 Al introducir los servicios basados en GNSS, cada Estado determinará ~~cuáles~~ **qué** elementos del GNSS se ~~proporcionan~~ **han de aprobar** (p. ej., GPS, GLONASS, ~~SBAS, GBAS~~ **sistemas de aumentación**) y preparará un plan de implantación. ~~Donde ya existen servicios tales como VOR, DME e ILS, los Estados pudieran recibir los ahorros económicos asociados a la puesta fuera de servicio de las radioayudas para la navegación de base terrestre. El costo de implantar SBAS y GBAS debería estar vinculado al suministro de beneficios a los usuarios y a un aumento de la eficiencia del espacio aéreo correspondiente a la navegación de área y a la posibilidad de prestar apoyo a altitudes/alturas de decisión inferiores para un número mayor de pistas. Donde ya existen servicios de navegación como el VOR, DME e ILS, los Estados podrían acreditar las economías logradas que se relacionen con la retirada de servicio de las radioayudas para la navegación basadas en tierra aunque deberán comprenderse plenamente y tenerse en cuenta los costos relacionados con la transición.~~

6.2926 Entre las ventajas del ~~servicio~~ GNSS se incluyen ~~el uso de GPS/ABAS~~ **el suministro de servicio de navegación** para operaciones en ruta y ~~de aproximación~~ **aproximaciones directas** que no sean de precisión ~~en~~ **para** las que no existe ~~a o es~~ **sea** limitada la cobertura de las ayudas para la navegación de base terrestre. En tal entorno, el GNSS se ~~convertiría~~ **convierte** en el único servicio de navegación tan pronto como sea introducido. ~~Las~~ **capacidad de aproximaciones de precisión con guía vertical** basadas en ~~SBAS~~ **GNSS** a pistas que en la actualidad ~~sólo~~ **tienen una** capacidad de aproximación que no es de precisión constituirán nuevas ventajas en términos de mayor seguridad y eficiencia operacional.

6.30 ~~Se han suscitado varias inquietudes de índole técnica respecto a la dependencia en los servicios GNSS. Las principales son la posibilidad de interferencia voluntaria o bloqueo de frecuencias que podría perturbar los servicios de navegación GNSS sobre zonas relativamente extensas. Los Estados y los proveedores de servicios de navegación aérea deberían preparar planes para que disminuya la posibilidad de tales casos, para detectar y eliminar fuentes de interferencia y para asegurar que las aeronaves pueden continuar sus vuelos en condiciones de seguridad durante periodos en los que se perturban las señales del GNSS. Según la densidad del tránsito en determinado espacio aéreo y el grado de integración y automatización del sistema de navegación aérea, tal vez una evaluación de la seguridad demuestre la necesidad de información sobre navegación derivada de diversas fuentes independientes para afrontar amenazas como la interferencia intencional.~~

6.31 ~~Se prevé mitigar otras esferas de riesgo a medida que el GNSS continúa evolucionando hacia un servicio más completo, tal como mediante la introducción de nuevas señales para uso aeronáutico en el GPS y los satélites GLONASS, mejoras del sistema de aumentación y la introducción de otros satélites y sistemas de satélites. Cada Estado habrá de evaluar la eficacia de las técnicas de mitigación aplicadas en su propio espacio aéreo para determinar si es aceptable confiar solamente en el GNSS para el suministro de los servicios de navegación.~~

MITIGACIÓN DE LAS VULNERABILIDADES DEL GNSS

6.27 Se han identificado varias vulnerabilidades del GNSS, en particular el riesgo de interferencia intencional. También se han identificado mitigaciones adecuadas, incluyendo el uso de sistemas de navegación inercial, procedimientos y ayudas terrestres. Se dispondrá de otro tipo de mitigación con el suministro de nuevas señales y constelaciones GNSS. Los Estados deberían evaluar la vulnerabilidad de su espacio aéreo y seleccionar mitigaciones que dependan de las características del tránsito aéreo en el espacio aéreo en cuestión y las operaciones que deben apoyarse. Las mitigaciones

apropiadas garantizarán operaciones seguras en la transición al GNSS y permitirán a los Estados reducir las radioayudas terrestres existentes, evitar el suministro de nuevas radioayudas para la navegación terrestres y retirarlas en ciertas regiones. Hasta la fecha, no se han identificado vulnerabilidades que no podrían afrontarse con métodos apropiados de mitigación, confirmando así el objetivo final de la transición al GNSS como sistema mundial para todas las fases de vuelo.

SISTEMAS EN APOYO DE LAS OPERACIONES DE APROXIMACIÓN, ATERRIZAJE Y SALIDA

6.2528 En el Anexo 10, Volumen I, Capítulo 2 se definen las ayudas no visuales normalizadas para las aproximaciones de aterrizaje y aterrizajes de precisión. Se ha previsto que la introducción y aplicación de esas ayudas no visuales se efectúe de conformidad con la estrategia mundial expuesta en el Anexo 10, Volumen I, Adjunto B. Basándose en todas las consideraciones pertinentes, Esta estrategia consiste en:

- ~~a) continuar las operaciones ILS al nivel más elevado de servicio, mientras sean operacionalmente aceptables y económicamente ventajosas;~~
 - ~~b) implantar el MLS cuando sea necesario para las operaciones y económicamente ventajoso;~~
 - ~~c) implantar GNSS con aumentación SBAS o GBAS cuando sea operacionalmente necesario y económicamente ventajoso;~~
 - ~~d) convalidar el uso del GNSS, con las aumentaciones que sean necesarias, en apoyo de las operaciones de aproximación y salida, incluso las operaciones de Categoría I, e implantar el GNSS para tales operaciones según corresponda;~~
 - ~~e) completar los estudios de factibilidad para resolver aspectos operacionales y técnicos del GNSS con aumentación GBAS para apoyar las operaciones de Categorías II y III, basadas en tecnología GNSS, con las aumentaciones que sean necesarias. Si es factible,; implantar el GNSS para las operaciones de Categoría II y III cuando sea operacionalmente aceptable y económicamente ventajoso; y~~
 - ~~f) permitir que cada región desarrolle una estrategia de implantación para los futuros sistemas, de conformidad con la estrategia mundial.~~
- a) continuar las operaciones ILS con el máximo nivel de servicio mientras sean aceptables desde el punto de vista operacional y económicamente ventajosas, haciendo todo lo posible para que no se niegue el acceso a los aeropuertos a las aeronaves equipadas con ILS;
 - b) implantar el MLS cuando se requiera desde el punto de vista operacional y sea económicamente ventajoso, haciendo todo lo posible para que no se niegue el acceso a los aeropuertos a las aeronaves equipadas con ILS;
 - c) implantar GNSS con aumentación para las operaciones APV y de Categoría I cuando se requiera desde el punto de vista operacional y sea económicamente ventajoso;

- d) promover el desarrollo y la utilización de una capacidad multimodal de a bordo para el aterrizaje;
- e) promover el la utilización de operaciones APV, particularmente las que usan guía vertical GNSS para fortalecer la seguridad y el acceso;
- f) identificar y resolver los problemas de la viabilidad operacional y técnica para el GNSS con sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) y apoyar las operaciones de Categorías II y III. Implantar el GNSS para las operaciones de Categorías II y III en los casos en que se lo requiera desde el punto de vista operacional y sea económicamente ventajoso; y
- g) permitir que cada región desarrolle una estrategia de implantación para estos sistemas, que esté acorde con la estrategia mundial.

...

CUESTIONES GENERALES DE LA TRANSICIÓN

6.32²⁹ En las directrices para la transición a los futuros sistemas se alienta el equipamiento por parte de los usuarios para acumular lo más rápidamente posible las ventajas de los sistemas. Se requieren durante el período de transición el suministro y el transporte de equipo para la navegación terrenal y basada en satélites cuando la fiabilidad y disponibilidad del nuevo sistema deba demostrarse. En el Apéndice A de este capítulo se enumeran las directrices que deberían tener en cuenta los Estados, regiones, usuarios, proveedores de servicios y fabricantes al elaborar el GNSS o al planificar su implantación.

APÉNDICE A DEL CAPÍTULO 6

DIRECTRICES PARA LA TRANSICIÓN A LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN

- El GNSS debería introducirse de manera evolutiva, ~~proporcionando~~ **con mejoras en la capacidad GNSS que generen** cada vez más ventajas ~~en consonancia con las mejoras del servicio de navegación. Estas ventajas deberían elevarse a un máximo cuando se realicen operaciones GNSS como medio único, y culminen en un GNSS que apoye todas las fases de vuelo. A medida que el GNSS evolucione, la planificación para eliminar las radioayudas terrestres debería tener en cuenta los aspectos que se describen a continuación:~~
- La infraestructura terrestre de los actuales sistemas de navegación aérea debe seguir estando disponible durante el período de transición.
- Los Estados/regiones ~~deberían~~ **pueden** considerar la posibilidad de separar el tránsito según la capacidad de navegación y otorgar rutas preferentes a las aeronaves que dispongan de mejor performance de navegación **cuando pueda hacerse sin reducir la capacidad del espacio aéreo.**
- **Antes de que se considere la eliminación de cualquier infraestructura terrestre existente, se otorgará a los usuarios un tiempo de transición razonable para permitirles equiparse con GNSS a efectos de lograr un servicio de navegación equivalente.**

- **A medida que se vaya introduciendo el GNSS para las operaciones en ruta,** ~~Los Estados/regiones deberían coordinar sus iniciativas para garantizar que~~ **hase elaboren y adopten** normas y procedimientos **armonizados** en materia de separación que ~~se aplican a las aeronaves debidamente equipadas~~ **se introduzcan simultáneamente en cada una de las FIR por las que circule un tránsito importante** ~~todas las regiones de información de vuelo, a lo largo de las principales corrientes de tránsito, para permitir una transición sin límites perceptibles a la navegación basada en el GNSS.~~
- Al planificar la transición al GNSS deberían tenerse en cuenta los siguientes asuntos:
 - a) **mantener o mejorar el nivel actual de seguridad;**
 - ~~a~~b) programar el suministro o adopción de un servicio GNSS, incluidos los procesos de aprobación de aeronaves y explotadores;
 - ~~b~~c) amplitud de los actuales servicios de radionavegación de base terrestre;
 - ~~c~~d) estrategia del plan de transición a funciones GNSS (es decir, impulsada por los beneficios u obligatoria);
 - ~~d~~e) nivel apropiado de equipamiento de usuario con capacidad GNSS;
 - ~~e~~f) suministro de otros servicios de tránsito aéreo (es decir, vigilancia y comunicaciones);
 - ~~f~~g) densidad del tránsito y frecuencia de las operaciones; ~~y~~
 - ~~g~~h) mitigación de los riesgos correspondientes a **fallas de** interferencia de radiofrecuencias **y problemas ionosféricos;** ~~e~~
 - i) **diseño e implantación de procedimientos.**

...

Capítulo 12

ASPECTOS DE ORGANIZACIÓN Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL

...

Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)

12.11 Los GNSS estarán constituidos inicialmente por ~~un sistema~~ **sistemas** de satélites que suministrarán servicio normal de **determinación de la** posición y ~~aumentación~~ **aumentaciones** de sistemas, con cobertura de área amplia o de área local. Se requiere la ~~aumentación~~ **aumentación** de sistemas para satisfacer determinados ~~criterios~~ **requisitos** de performance ~~que puedan imponerse~~. Las señales de ~~posicionamiento~~ **determinación de la posición** son ofrecidas gratuitamente por los dos Estados proveedores interesados: por lo menos hasta el año 2010 por la Federación de Rusia (el sistema GLONASS) y para el futuro previsible, con seis años de aviso previo de cualquier cambio en esa política, por los Estados Unidos (~~el sistema~~ GPS). Ambos sistemas son de origen militar y se pondrán a disposición del uso civil. ~~Hasta~~ **A menos** que estos sistemas sean sustituidos por sistemas (civiles) que requieran compromisos financieros del sector civil en todo el mundo, parecería que el suministro del servicio ~~de posicionamiento~~ normal **de determinación de la posición**, no su utilización, no dependerá de cuestiones organizativas de las que tengan que ocuparse los Estados que no sean los ~~dos~~ Estados proveedores. **La constelación principal de satélites GALILEO, que están desarrollando Estados miembros de la Unión Europea, está dirigida a ser un sistema de control y operación civil para cumplir los requisitos de una amplia gama de usuarios, incluyendo la aviación civil. De forma similar al GPS y al GLONASS, el servicio abierto GALILEO proporcionará un servicio de determinación de la posición para la aviación por el que no se impondrán derechos directos a los usuarios.**

12.12 La ~~aumentación~~ **aumentación** de sistemas da origen a consideraciones un poco distintas. Por ejemplo, el mismo Estado, Estados o entidad que explotan una constelación **principal** de satélites que suministra servicios ~~de posicionamiento mundial estándar~~ **mundiales de determinación de la posición** podría suministrar ~~aumentación de área amplia~~ **SBAS**. Sin embargo, un grupo de Estados o un organismo regional podrían ocuparse también de explotar el servicio requerido de ~~aumentación~~ **aumentación** por satélite, o bien por sí mismos o bien contratando un organismo comercial o gubernamental que lo haga en su nombre. De ese modo, se aplicaría el mismo tipo de opciones expuesto en 12.8 anterior. En cada caso, presumiblemente sería necesario recuperar los costos en que se ~~incurriría~~ **incurriera**. Desde el punto de vista organizativo, esa ~~aumentación~~ **aumentación** sería en realidad una instalación o servicio multinacional a los cuales podría aplicarse el texto de orientación sobre suministro y explotación de instalaciones y servicios multinacionales que se menciona más adelante en este capítulo, en la medida en que la ~~aumentación~~ **aumentación** esté destinada primordialmente a servir a la aviación civil. Por otra parte, si la aviación civil sólo va a ser un usuario minoritario de los servicios de ~~aumentación~~ **aumentación** proporcionados, y la entidad ~~suministrará~~ **va a suministrar** servicios de ~~aumentación~~ **aumentación** a escala mundial, quizá lo más apropiado sea un enfoque conjunto concertado, por ejemplo, a través de la OACI, de una asociación regional de proveedores de servicios de navegación aérea o de una asociación internacional de usuarios aeronáuticos, para tratar con el proveedor de servicios.

12.13 La ~~aumentación~~ **aumentación** con cobertura local no requeriría probablemente una participación internacional, siempre que la instalación ~~satisfaga~~ **satisficiera** las especificaciones y normas requeridas para ser considerada una instalación internacional para la aviación civil. La instalación misma podría ser proporcionada por el gobierno nacional o local, o por contrato por una entidad comercial.

12.14 Para lograr los beneficios relacionados con el GNSS, es esencial la implantación de RNAV. Esto exigirá un enfoque armonizado de la implantación de RNP y RNAV.

...

— — — — —

APÉNDICE D

RESEÑA DE LOS BENEFICIOS DE LAS FUTURAS COMBINACIONES DE SISTEMAS INDEPENDIENTES DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE Y SUS AUMENTACIONES Y DE LAS CUESTIONES CONEXAS

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Las normas y métodos recomendados (SARPS) de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) han sido elaborados tanto para las señales L1 del sistema mundial de determinación de la posición (GPS) y el sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS) como para sus aumentaciones mediante sistemas de aumentación basados en la aeronave (ABAS), basados en satélites (SBAS) y basados en tierra (GBAS).

1.2 En el futuro, el GPS se ampliará, proporcionando señales adicionales y, posiblemente, incluirá la función de integridad a escala mundial. Los satélites GLONASS-M, con características superiores, se agregarán a la constelación y se pondrá en servicio posteriormente una nueva generación de satélites GLONASS-K. Asimismo, se está elaborando en Europa una nueva constelación denominada Galileo que proporcionará tres señales y una función de integridad a escala mundial.

1.3 Se puede prever que se obtendrán varios beneficios para los usuarios de la aviación civil con la utilización de estas señales y constelaciones adicionales. Los sistemas existentes pueden combinarse para mejorar la solidez y, de ese modo, aumentar la capacidad para cumplir los requisitos en materia de performance en la presencia de interferencia o de fallos del sistema. Además, se puede obtener una performance superior en condiciones nominales cuando se utilicen combinaciones de señales de sistemas independientes. Esto significa que, para algunas regiones, la utilización de constelaciones combinadas podría ofrecer niveles de servicio de navegación que requerían anteriormente el empleo de sistemas de aumentación. Finalmente, la disponibilidad de constelaciones múltiples podría disminuir las preocupaciones institucionales respecto a la dependencia en un solo proveedor de servicios.

1.4 La introducción de estos nuevos elementos también plantea algunas cuestiones técnicas, económicas e institucionales que deben abordarse a fin de aprovechar plenamente las oportunidades que se ofrecen.

2. OPORTUNIDADES DERIVADAS DE LAS NUEVAS SEÑALES Y CONSTELACIONES

2.1 Plazos de implantación

2.1.1 En septiembre de 2003, las previsiones sobre la puesta en servicio para las diferentes constelaciones y nuevas señales, son las siguientes:

- a) GPS/L1: disponible;
- b) GPS/L5: capacidad operacional inicial: 2012; capacidad operacional completa: 2015;
- c) GLONASS/L1: disponible (el número de satélites operacionales es limitado);
- d) GLONASS/L3: disponibilidad prevista a partir de 2008;

- e) Galileo/L1: disponibilidad prevista a partir de 2008;
- f) Galileo/E5a: disponibilidad prevista a partir de 2008; y
- g) Galileo/E5b: disponibilidad prevista a partir de 2008.

2.1.2 Para cada nueva señal/constelación, probablemente se requeriría un plazo adicional de uno o dos años a fin de obtener la validación/certificación de las autoridades de aviación civil antes de aprobar la utilización de las señales para aplicaciones relacionadas con la seguridad vital. Esto implica que la utilización operacional de las nuevas señales y el servicio combinado de constelaciones podría comenzar en el período de 2010.

2.1.3 La planificación de la OACI para la normalización GNSS incluye la elaboración y la validación de SARPS para los elementos del GNSS mencionados anteriormente, a medida que avanza el desarrollo de estos elementos.

2.2 Oportunidades técnicas y operacionales

2.2.1 La evaluación de la vulnerabilidad y los métodos de mitigación del GNSS (véase AN-Conf/11-WP/17) indica que existe un mérito inherente en hacer que la navegación por satélite resista la interferencia en la mayor medida posible. A este respecto, cada una de las nuevas señales GNSS será más resistente a la interferencia que GPS/L1 debido a la potencia superior y a la anchura de banda más amplia, lo cual da como resultado una mayor capacidad de rechazo de la interferencia. Aún más, todas las señales destinadas a aplicaciones de seguridad vital se beneficiarán de la protección proporcionada mediante la asignación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) dentro de las bandas del servicio de radionavegación aeronáutica (ARNS).

2.2.2 La diversificación de frecuencias también constituye una defensa eficaz contra la interferencia no intencional, debido a que es altamente improbable que una fuente de interferencia de ese tipo afecte simultáneamente a más de una frecuencia. Se han recibido indicaciones en el sentido que todas las constelaciones básicas (GPS, GLONASS y Galileo) prestarán servicios en frecuencias múltiples, y cualquier combinación de dos de estas constelaciones ofrecerá al menos una frecuencia no común.

2.2.3 Los efectos atmosféricos también se atenuarán en una forma extremadamente eficaz cuando se utilice una combinación de constelaciones. El efecto de la pérdida de señal que existe en la actualidad en las regiones ecuatoriales y, en menor medida, en las latitudes más elevadas en condiciones de centelleo ionosférico grave, se atenuarán significativamente cuando estén a la vista más satélites. Esto podría lograrse combinando, al nivel de los usuarios, las diferentes mediciones provenientes de diferentes constelaciones.

2.2.4 Con los satélites de una sola frecuencia, el GBAS y el SBAS deben corregir respecto a errores inducidos por la ionosfera. Las frecuencias múltiples de cada satélite apoyan esta corrección de errores en el receptor. Cuando se combinen constelaciones, se reducirán las limitaciones de disponibilidad y continuidad de servicio relacionadas en la actualidad con eventos tales como el centelleo ionosférico, el mantenimiento de sistemas, los fallos de segmentos de espacio o el ocultamiento de terrenos/edificios (p. ej., para operaciones GNSS basadas en las superficies), debido al mayor número de satélites visibles.

2.2.5 En las zonas en las cuales no se proporcionan datos de integridad (por el SBAS o las constelaciones básicas futuras), pueden obtenerse mejoras de performance combinando las mediciones de

las múltiples constelaciones con ABAS, aunque con menos solidez. Esto eliminará la necesidad de instalar SBAS en algunas instancias y simplificar la arquitectura SBAS en otros casos.

2.2.6 Algunos Estados ya están considerando los posibles beneficios del aumento de solidez del GNSS mediante la diversidad de frecuencias con una sola constelación. Combinando las diferentes señales en al menos dos de estas constelaciones al nivel del usuario aumentaría la solidez, mejoraría la performance y también reduciría considerablemente las inquietudes institucionales expresadas a raíz de la utilización de una sola constelación.

2.3 Oportunidades institucionales

2.3.1 Hay razones no técnicas para la utilización de constelaciones múltiples. Estas razones pueden incluir inquietudes institucionales sobre el control y la posibilidad de mantener una sola constelación, la amenaza de la denegación de servicio, y la posibilidad de un fallo importante en una constelación básica. La disponibilidad de constelaciones múltiples e independientes de proveedores de servicio independientes permitirá, especialmente, lo siguiente:

- a) los servicios de navegación por satélite pueden continuar proporcionando su performance nominal a pesar de la ausencia de recursos financieros para mantener una constelación específica, las dificultades técnicas del funcionamiento de la constelación, los lanzamientos fallidos o la destrucción producida por situaciones de emergencia;
- b) los servicios de navegación pueden mantenerse a escala mundial, aun si se degrada la performance de una sola constelación o se deniega en toda la zona de cobertura en una situación de emergencia nacional, como lo reconoció el Convenio sobre Aviación Civil Internacional (véase el Artículo 89). En este caso, una segunda constelación, administrada independientemente, podría continuar prestando servicio; y
- c) el servicio de navegación puede mantenerse aun en los casos de interrupción de la señal o de una modificación importante de una de las constelaciones de satélites, una interrupción de servicio a mediano plazo de una de las constelaciones o la decisión de un proveedor de constelación de satélites de interrumpir el suministro de servicio.

3. PROBLEMAS ASOCIADOS CON LA INTRODUCCIÓN DE CONSTELACIONES Y AUMENTACIONES INDEPENDIENTES ADICIONALES

3.1 Complejidad relacionada con la utilización de múltiples combinaciones de elementos

3.1.1 La introducción de elementos de sistemas independientes de constelaciones y aumentación introduce complejidad técnica. Esto debe administrarse correctamente tanto en los campos técnicos como operacionales para garantizar que los explotadores de aeronaves obtengan los beneficios descritos anteriormente y que esos beneficios sean superiores a los costos.

3.1.2 La complejidad podría aumentar con la evolución del GNSS si existe una proliferación de receptores de a bordo que utilizan diferentes combinaciones de elementos GNSS independientes en formas diferentes. También se prevé que existirán arquitecturas que aumentarán todavía más la capacidad integrando el GNSS con los sistemas que funcionan por inercia. Naturalmente, el mercado impedirá que existan arquitecturas que utilicen combinaciones que no proporcionen beneficios económicos, pero es indudable que se producirá la fragmentación. Los proveedores de servicios de navegación aérea, los explotadores y fabricantes de aeronaves, tendrán que trabajar conjuntamente para armonizar la capacidad

con la performance de navegación requerida, así como con los procedimientos de aproximación publicados, a fin de maximizar los beneficios.

3.1.3 Se sugirió que los proveedores de servicios requerirán una indicación en tiempo real que señale si las diversas combinaciones de los elementos del sistema GNSS apoyan niveles de servicio publicados, tomando en cuenta a los usuarios con diversos niveles de capacidad. Este enfoque se deriva de la actual doctrina sobre la supervisión del sistema, con arreglo a la cual el proveedor de servicios puede supervisar las ayudas terrestres individuales y en el cual cada ayuda suministra un servicio definido. Sin embargo, es probable que un enfoque de este tipo no será apropiado para las futuras operaciones del GNSS, especialmente cuando se introduzcan múltiples señales y constelaciones. En consecuencia, debería revisarse el concepto actual de supervisión de estado.

3.1.4 La normalización de una combinación múltiple de elementos podría llegar a ser difícil de administrar para la OACI, dependiendo de la estrategia de implantación para la introducción de SARPS. La mejor opción consistiría en normalizar las nuevas señales en forma individual, complementando los SARPS con textos de orientación sobre la utilización de estas nuevas señales y combinaciones de señales.

3.2 Costo del sistema para los explotadores de aeronaves y los proveedores de servicios

3.2.1 Desde la perspectiva del usuario, la introducción de señales y constelaciones adicionales requerirá el reemplazo de los receptores y las antenas de aeronave existentes. Estos receptores y antenas serán más complejos y probablemente costarán más que la actual generación de aviónica GNSS. Sin embargo, con los avances constantes de la tecnología de los receptores, es probable que estos aumentos de costo sean relativamente reducidos.

3.2.2 La estrategia más viable para los explotadores de aeronaves consistiría en reconvertir solamente cuando el caso comercial es positivo. El costo de la reconversión podría reducirse si los diseños del fabricante permiten que se introduzcan actualizaciones de software o de equipos simples. La otra parte de esta estrategia consistiría en adquirir nuevas aeronaves con aviónica que coincida con el estado del desarrollo del GNSS. Esto requerirá conocimientos anticipados sobre las normas y los planes para la introducción de nuevas señales.

3.2.3 En el caso de GBAS, un sistema capaz de aumentación de dos constelaciones básicas (p. ej., GPS/GLONASS o GPS/Galileo) podría ser más costoso debido a la mayor complejidad de los receptores de referencia y los elementos de antena. Por otra parte, los proveedores de servicios que utilizan equipo GBAS relativamente nuevo, que aumentan una sola constelación, no se precipitarían a introducir nuevo equipo y tomar decisiones para actualizaciones de sistemas basadas principalmente en consideraciones sobre el ciclo de servicio nominal.

3.2.4 A fin de reducir al mínimo los posibles efectos en materia de costos y maximizar los beneficios, la OACI, al elaborar normas para nuevos elementos y señales GNSS, debería formular recomendaciones sobre las combinaciones más promisorias de elementos y señales.

3.3 Repercusiones de las restricciones normativas

3.3.1 La actual aviónica GNSS selecciona automáticamente los satélites y elementos de aumentación que se utilizarán*. En el futuro, las normas de los Estados podrían requerir o prohibir la utilización de determinados elementos GNSS o sus combinaciones. Una situación de este tipo podría imponer costos significativos para los usuarios en términos de controles y procedimientos adicionales en la cabina de pilotaje, instrucción de las tripulaciones de vuelo y apoyo de mantenimiento. Si tuviera que seleccionarse cada elemento independiente GNSS, la interfaz de la aviónica llegaría a ser extremadamente complicada. La instrucción de la tripulación para la utilización de esta interfaz y los modos de operación del sistema que podrían seleccionarse en diversas partes del espacio aéreo serían costosas. Aún más, una interfaz de aviónica compleja podría aumentar el volumen de trabajo de los pilotos y convertirse en un elemento que afecte a la seguridad.

3.3.2 Estas posibles repercusiones exigen que la OACI recomiende a los Estados que, al planificar la implantación de los servicios GNSS, eviten las limitaciones relativas a la utilización de elementos específicos del GNSS por razones institucionales o de otro tipo.

4. CONCLUSIONES

4.1 El GPS, el GLONASS y el Galileo ofrecerán constelaciones de satélites y señales independientes operadas en forma independiente. En consecuencia, será extremadamente improbable que se produzcan fallas del servicio GNSS cuando se implante una combinación de constelaciones.

4.2 En consecuencia, el número creciente de señales y constelaciones GNSS ofrece beneficios significativos para la aviación civil en términos de una mayor solidez, así como mejoras en materia de performance, la simplificación de la arquitectura de tierra GNSS y la disminución de las inquietudes institucionales.

4.3 La implantación de una multiplicidad de diferentes combinaciones de elementos posibles conduciría a una complejidad generalizada del sistema y a efectos económicos negativos, especialmente en lo que respecta a los usuarios. Este problema puede evitarse mediante la evaluación y la selección minuciosas de las combinaciones más promisorias para su implantación general.

4.4 Si los asuntos relacionados con la utilización de constelaciones básicas de satélites independientes, con otros elementos del GNSS y sus combinaciones, se tratan correctamente, la introducción de nuevas constelaciones y señales adicionales facilitará la transición del GNSS a un sistema global para todas las fases de vuelo.

4.5 La OACI, al elaborar normas para nuevos elementos y señales GNSS, tratará las cuestiones asociadas con la utilización de señales múltiples y sus combinaciones, y formulará directrices sobre las combinaciones más promisorias de elementos GNSS.

— FIN —

* Esto es cierto salvo la aproximación de precisión GBAS que tiene la capacidad de selección de canal para ordenar al receptor que utilice un sistema de aumentación GBAS específico.