

## APENDICE C



# ESTRATEGIA DE EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE NAVEGACION AÉREA PARA LAS REGIONES CAR/SAM

Primera Edición  
Rev 2.0

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1. Introducción .....	2
1.1 Acrónimos .....	2
1.2 Objetivos y consideraciones Generales .....	3
1.3 Alcance de la Estrategia .....	4
1.4 Estructura del Documento .....	4
1.5 A quien va dirigido .....	4
2. Evolución del Escenario Operacional, según en el cronograma CAR/SAM PBN .....	6
2.1 Espacio Aéreo Oceánico – Operaciones en Ruta .....	6
2.2 Espacio aéreo Continental – Operaciones en ruta .....	6
2.3 Espacio Aéreo Continental – Área de Control Terminal (TMA) .....	6
2.4 Cronograma de los Propulsores Operacionales .....	8
3. Evolución de la Infraestructura de Navegación Aérea.....	9
3.1 Corto Plazo (hasta 2010) .....	9
3.2 Mediano Plazo (2011-2015) .....	9
3.3 Largo Plazo (2016-2025).....	9
3.4 Cronograma para la Infraestructura de Navegación Aérea.....	10
4. Plano de Acción Tentativo.....	11
4.1 Corto Plazo (hasta 2010) .....	11
4.2 Mediano Plazo (2011-2015) .....	11
4.3 Largo Plazo (2016-2025).....	11
4.4 Cronograma del Plano de Acción.....	12

## INTRODUCCIÓN

## 1.1 Acrónimos

ABAS	Aircraft Based Augmentation System
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance-Broadcast
ADS-C	Automatic Dependent Surveillance-Contract
ANSP	Air Navigation System Provider
APV	Approach with Vertical Guidance
ATC	Air Traffic Control
ATM	Air Traffic Management
ATS	Air Traffic Services
BARO-VNAV	Barometric Vertical Navigation
CAR/SAM	Caribbean and South American Region
CAT-I	Category I precision Approach
CAT-II	Category II precision Approach
CAT-III	Category III precision Approach
CFIT	Controlled Flight Into Terrain
CNS/ATM	Communications Navigation Surveillance/Air Traffic Management
DME	Distance Measuring Equipment
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
FAA	Federal Aviation Administration - USA
GAGAN	GPS and Geostationary Earth Orbit Augmented Navigation - India
GALILEO	Europe's own global navigation satellite system
GBAS	Ground Based Augmentation System
GLONASS	Global Navigation Satellite System – Russia
GLS	GBAS Landing System
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GREPECAS	Caribbean and South American (CAR/SAM) Regional Planning and Implementation Group
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFR	Instrument Flight Rules
ILS	Instrument Landing System
IMC	Instrument Meteorological Conditions
IRS	Inertial Referential System
LAAS	Local Area Augmentation System (USA)
MSAS	Multi-functional Satellite Augmentation System - Japan
NAVAID	Navigational Aid
NSP	Navigation Systems Panel
NDB	Non-Directional radio Beacon
PBN	Performance Based Navigation
RAIM	Receiver Autonomous Integrity Monitoring
RNAV	Area Navigation
RNP	Required Navigation Performance
RNP APCH	Approach RNP
RNP AR	Approach RNP, with Authorization Required
SBAS	Satellite Based Augmentation System
SID	Standard Instrument Departure
STAR	Standard Instrument Arrival
TMA	Terminal Control Area
VFR	Visual Flights Rules
VOR	VHF Omnidirectional Radio Range
WAAS	Wide Area Augmentation System
WGS-84	World Geodetic System -1984

## 1.2 **Objetivo y Consideraciones Generales**

En cumplimiento con los términos de referencia y el programa de trabajo, revisado y aprobado en la reunión CNS/COMM/6, el Grupo de Tarea GNSS (GNSS/TF) del Comité CNS del Subgrupo ATM/CNS del GREPECAS fue asignado, entre otras tareas, a desarrollar un borrador para la evolución necesaria de la Infraestructura de Navegación Aérea para soportar los requisitos PBN en las Regiones CAR/SAM.

Esta propuesta se origina de las iniciativas del “Plan Mundial de Navegación Aérea” (Doc. 9750) y del “Plan Regional de Navegación Aérea para las Regiones CAR/SAM” (Doc. 8733), basados en que tecnología no es un objetivo por si solo y que la misma debe estar fundamentada en requisitos operacionales para lograr el concepto Operacional ATM mundial.

Por consiguiente, el desarrollo de esta propuesta ha considerado los siguientes documentos validos de orientación y de referencia:

- a) Anexo 10, Volumen I;
- b) Estrategias para la introducción y aplicación de ayudas no visuales para aproximación, aterrizaje y la salida para la Regiones CAR/SAM (Apéndice I del Plan de Navegación Aérea para CAR/SAM, Doc 8733);
- c) Orientaciones para la transición a sistemas de navegación basados en satélite para las Regiones CAR/SAM (Apéndice H del Plan de Navegación Aérea para CAR/SAM, Doc 8733);
- d) Hoja de ruta de la PBN en las Regiones CAR/SAM versión 1.4 / Julio 2009;
- e) Manual GNSS, Doc 9849 AN/457; y
- f) Análisis de la Infraestructura de Navegación para soportar la PBN.

El principal objetivo de esta estrategia es definir la forma gradual-evolutivo de implantación de la infraestructura de navegación, con la cual se fomente la seguridad, inter-funcionalidad y efectividad en términos de costos de la infraestructura requerida para satisfacer las futuras necesidades ATM y proponer las actividades y acciones necesarias para la Infraestructura de Navegación Aérea para soportar los requisitos de la PBN definidos para el corto y mediano plazo según el mapa de ruta CAR/SAM de la PBN así como una proyección de actividades y acciones para la Infraestructura de Navegación Aérea para el largo plazo.

La Estrategia de Evolución de los Sistemas de Navegación Aérea para las Regiones CAR/SAM, de ahora adelante denominada “la Estrategia”, deberá ser considerada como un documento de orientación para todas las partes involucradas. Este documento no contiene requisitos reglamentarios u obligatorios. Las autoridades de navegación aérea deberán publicar reglamentación correspondiente a fin de introducir y reglamentar el uso de la PBN.

Esta Estrategia es un documento vivo que deberá ser revisado y actualizado cada dos años, o cuando se consideren modificaciones mayores aplicadas al documento base.

### 1.3 Alcance de la Estrategia

Bajo esta propuesta, se considera la implantación de los sistemas de navegación aérea como una estrategia armonizada para las Regiones CAR/SAM, tomando en cuenta los requisitos operacionales y los análisis de costo-beneficio pertinentes, y con la cual los Estados, Territorios y Organizaciones Internacionales de las Regiones CAR/SAM podrán elaborar sus planes de Acción para la implantación de los sistemas de navegación necesarios, de conformidad con las fechas de implantación en las regiones CAR/SAM .

Para facilitar la comprensión de esta estrategia de navegación aérea, los requisitos operacionales, la infraestructura de navegación requerida, los estudios y ensayos regionales propuestos en este documento son presentados en orden cronológico. Esta propuesta sigue el mismo cronograma del mapa de ruta CAR/SAM para la PBN para corto (2006-2010), mediano plazo (2011-2015) y proyecciones a largo plazo (2016+).

Las fechas indicadas en este documento definen fechas tentativas en que los sistemas de navegación aérea estarán operativos a nivel regional. No obstante, algunos de los sistemas de navegación aérea descritos en esta estrategia serán utilizados para resolver problemas locales antes de las fechas establecidas en este documento, de manera que habrá una migración desde estas áreas pioneras hacia áreas regionales más extensas.

La política de implantación de las nuevas tecnologías de navegación aérea en las Regiones CAR/SAM deberían sustentarse primero en una implantación voluntaria en áreas específicas, utilizando el equipamiento certificado existente, seguida de una implantación en áreas más extensas, apoyada por la normativa respectiva y el equipamiento actualizado correspondiente.

### 1.4 Estructura del Documento

Este documento está estructurado de la siguiente manera:

- La Sección 1 (esta sección) presenta los Acrónimos usados, el propósito del documento, explica su alcance y estructura, y describe a quienes está dirigido el presente documento.
- La Sección 2 describe la evolución del Escenario Operacional de Navegación Aérea, es decir, los requisitos operacionales para corto (2009-2010), mediano (2011-2015) y proyecciones a largo plazo (2016-2025), para el espacio aéreo en ruta y terminal, las operaciones de aeródromo y los sistemas de a bordo.
- La Sección 3 detalla la evolución de la infraestructura de navegación aérea necesaria para soportar el escenario operacional previsto.
- La Sección 4 especifica un plan de acción tentativo, cuyo cumplimiento en forma oportuna, permita fomentar el uso operacional de las nuevas tecnologías GNSS.

### 1.5 A quien va dirigido

Esta Estrategia se ha desarrollado para soportar y apoyar a los Estados/ Territorios / Organizaciones Internacionales así como aquellos interesados de la comunidad de la aviación, en la implantación de la PBN, el plan para la futura transición y las estrategias de inversión correspondientes.

Los principales interesados de la comunidad de aviación en la Regiones CAR/SAM que se van a beneficiarse con esta estrategia son:

- Agencias Reguladoras. las autoridades nacionales reguladoras de los Estados / Territorios / Organizaciones Internacionales CAR/SAM responsables por la verificación de los sistemas de navegación aérea;
- Proveedores de Servicios de Navegación Aérea (ANSP). Los Proveedores de Servicios de Navegación Aérea civil y militar de los Estados/Territorios /Organizaciones Internacionales de las regiones CAR/SAM, responsables por la adquisición/diseño, aceptación y mantenimiento de los sistemas de navegación aérea;
- Los explotadores aeroportuarios responsables por la adquisición/diseño, aceptación y mantenimiento de los sistemas de navegación a nivel de los aeropuertos;
- Los usuarios del espacio aéreo, quienes son los clientes finales de los sistemas de navegación aérea; y
- Organizaciones Internacionales.

## 2. **EVOLUCIÓN DEL ESCENARIO OPERACIONAL, SEGÚN EN EL MAPA DE RUTA CAR/SAM DE LA PBN**

### 2.1 **Espacio Aéreo Oceánico – Operaciones en Ruta**

- a) Teniendo en cuenta la baja densidad de tránsito aéreo en los espacios aéreos oceánicos, no son esperados cambios significativos en corto plazo en la estructura de espacio aéreo vigente, que exigirían cambios en las especificaciones de navegación RNAV aplicadas. En los espacios aéreos donde se aplica la RNP-10 (Corredor EUR/SAM, Rutas Lima-Santiago de Chile y Sistema de Rutas Aleatorias del Atlántico Sur) no se esperan cambios a corto plazo.
- b) En el Espacio Aéreo Oceánico se espera la aplicación de la RNP 4 en mediano plazo, con la utilización de ADS/CPDLC, a fin de permitir el empleo de la separación lateral y longitudinal de 30 NM. Esa aplicación dependerá de la evolución de la flota de aeronaves que vuelan en el espacio aéreo.

### 2.2 **Espacio aéreo Continental – Operaciones en ruta**

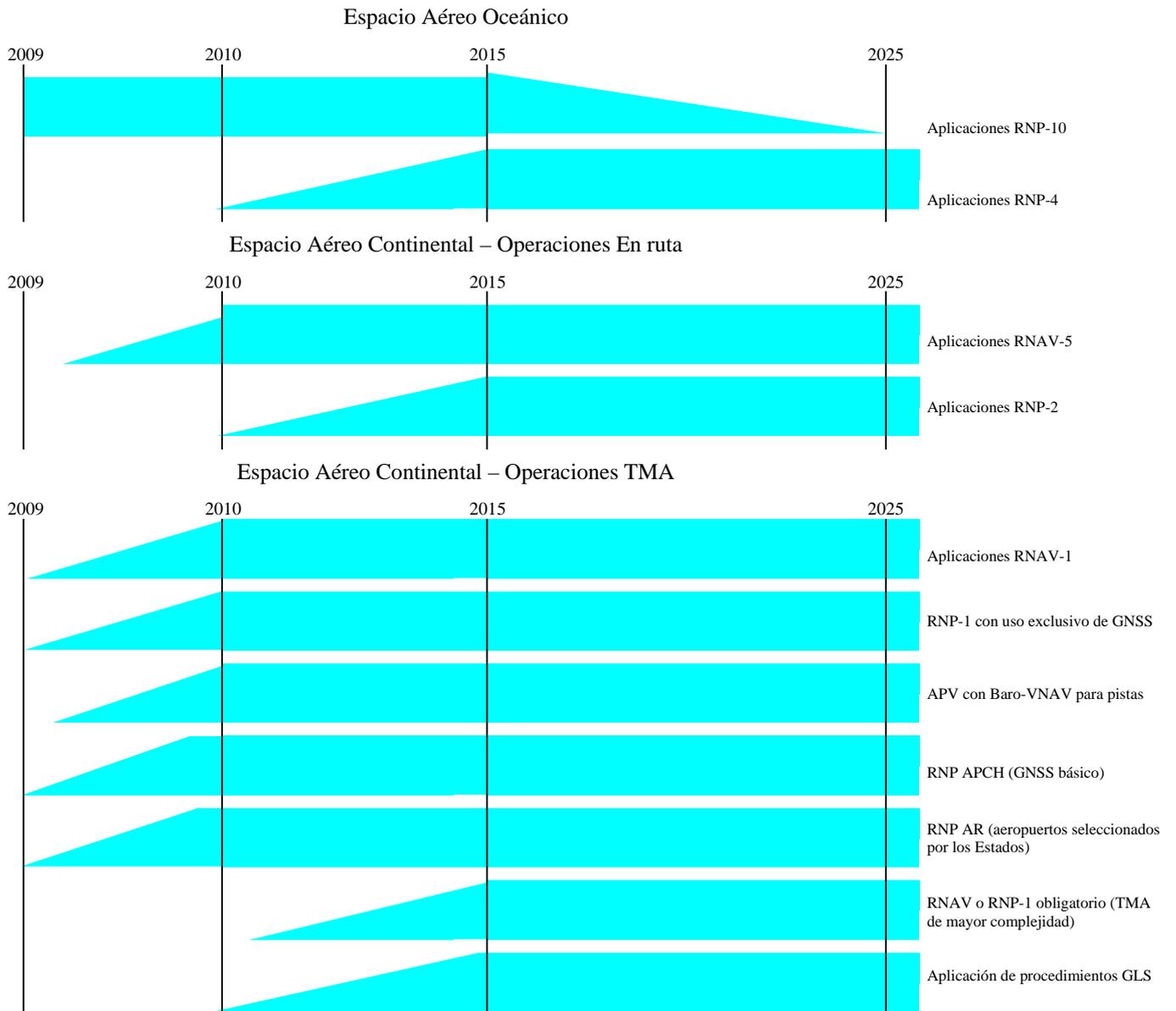
- a) En el corto plazo, es esperada la implantación de RNAV-5 en espacios aéreos seleccionados, donde sea posible obtener beneficios operacionales y la infraestructura CNS disponible pueda soportarla.
- b) En mediano plazo es esperada la aplicación de RNP-2 en espacio aéreo continental en espacios aéreos seleccionados, con mayor densidad de tránsito aéreo, con aplicación exclusiva del GNSS, teniendo en cuenta que la infraestructura de tierra no soportará aplicaciones RNAV. Será necesario el establecimiento de un sistema de respaldo (back-up) del GNSS y el desarrollo de procedimientos de contingencia en caso de falla del GNSS. La aplicación de la RNP-2 facilitará la aplicación PBN en espacios aéreos sin cobertura de vigilancia. Con la aplicación exclusiva del GNSS será necesario un mayor grado de información de la señal GNSS, por intermedio de sistemas de Monitoreo del GPS.

### 2.3 **Espacio Aéreo Continental – Área de Control Terminal (TMA)**

- a) Al corto plazo, es esperada la aplicación de RNAV-1 en TMA seleccionadas por los Estados, en entornos radar, con infraestructura de navegación adecuada en tierra, que permita el empleo de operaciones DME/DME y DME/DME/INS. En esa fase serán admitidas operaciones de aeronaves equipadas y no equipadas y las operaciones RNAV-1 deberán ser iniciadas al alcanzarse un porcentaje adecuado de operaciones aéreas aprobadas.
- b) En entornos no radares y/o donde no exista la infraestructura de navegación adecuada en tierra, es esperada la aplicación en corto plazo de RNP-1 en TMA seleccionadas por los Estados, con aplicación exclusiva de GNSS, siempre que exista un porcentaje adecuado de operaciones aérea aprobadas. En esas TMA también serán admitidas operaciones de aeronaves aprobadas y no aprobadas.

- c) Los procedimientos de aproximación PBN deberán implantarse a corto plazo como procedimientos de aproximación con guía vertical (APV) utilizando Baro-VNAV para pistas, ya sea como aproximación primaria o como respaldo para todas las aproximaciones finales a pista, basadas en especificaciones de navegación RNP APCH o RNP AR APCH.
- d) Se espera la aplicación a corto plazo de procedimientos de aproximación RNP APCH (GNSS básico) en la mayoría de aeropuertos internacionales seleccionados por el Estado, manteniendo procedimientos de aproximación convencionales para aeronaves no equipadas.
- e) Se espera la aplicación en corto plazo de procedimientos de aproximación RNP AR en aeropuertos seleccionados por el Estado, donde se puedan obtener beneficios operacionales evidentes, en función de la existencia de obstáculos significativos.
- f) A mediano plazo es esperada la ampliación de las aplicaciones de RNAV o RNP 1 en TMA seleccionadas por los Estados, dependiendo de la infraestructura en tierra y de la capacidad de navegación de las aeronaves. En las TMA de mayor complejidad serán obligatorios equipos RNAV o RNP 1 (espacio aéreo excluyente). En las TMA de menor complejidad todavía serán admitidas las operaciones de equipadas y no equipadas.
- g) A mediano plazo es esperada la ampliación de la aplicación de procedimientos RNP APCH y de RNP AR en aeropuertos seleccionados. También se espera el inicio de la aplicación de procedimiento GLS, que garantizarán la transición suave entre la fase en TMA y la fase de aproximación, utilizándose básicamente el GNSS para las dos fases.

## 2.4 Cronograma de los Requisitos Operacionales



### 3. **EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE NAVEGACIÓN AÉREA**

#### 3.1 **Corto Plazo (hasta 2010)**

- a) Desactivación inicial de los NDB.
- b) Definición de la infraestructura de backup del GNSS.
- c) Cambio de la infraestructura DME para cumplir con los requisitos OACI para RNAV (DME/DME) en las TMA seleccionadas.
- d) Implementación inicial de ABAS para operaciones en ruta, TMA y NPA.

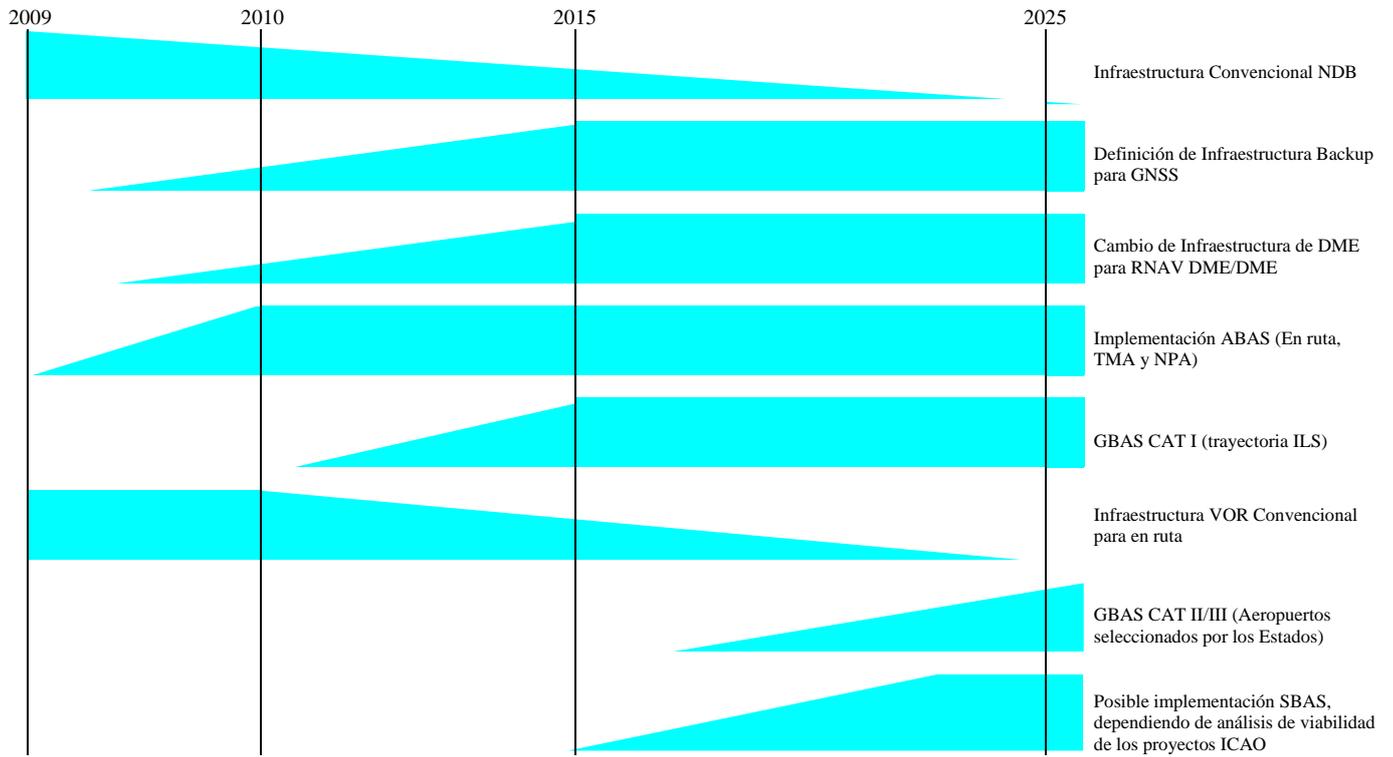
#### 3.2 **Mediano Plazo (2011-2015)**

- a) La implementación de estaciones GBAS CAT I en aeropuertos con suficiente demanda operacional va a mejorar las operaciones en ruta y TMA (SID y STAR), en trayectorias semejantes al ILS.
- b) En algunos aeropuertos, los sistemas ILS serán mantenidos como backup para el GNSS/GBAS
- c) Desactivación inicial de VOR para operaciones en ruta.

#### 3.3 **Largo Plazo (2016-2025)**

- a) Continuación de la desactivación de las ayudas convencionales, manteniendo, si fuese necesario, la estructura de backup.
- b) Implementación de GBAS Cat II/III en aeropuertos seleccionados.
- c) Implementación de aproximaciones basadas en GBAS CAT I para otros aeropuertos en la Regiones CAR/SAM, que tengan una demanda operacional que lo justifique.
- d) Posible implementación del SBAS, dependiendo con los análisis de viabilidad realizados y en curso por parte de Proyectos de OACI, tomando en cuenta los sistemas monofrecuencias actuales y la evolución de los algoritmos ionosféricas, así como la futura disponibilidad de estructura satelital multi-frecuencia y multi-constelación.

### 3.4 Cronograma para la Infraestructura de Navegación Aérea



#### 4. **PLANO DE ACCIÓN TENTATIVO**

##### 4.1 **Corto Plazo (hasta 2010)**

- a) Debería establecerse la implementación de una herramienta automática para la elaboración de procedimientos, para atender objetivos de nuevas demandas de procedimientos, tales como RNAV y RNP.
- b) Análisis de cobertura DME/DME e implantaciones de DME dirigidas a soportar operaciones y realización de mejoras.

##### 4.2 **Mediano Plazo (2011-2015)**

- a) Para determinar cuales aeropuertos son aptos para instalarse estaciones GBAS CAT I, existe la necesidad de que cada Estado haga una evaluación Costo-Beneficio de acuerdo a su particular demanda operacional.
- b) Para cada aeropuerto identificado como candidato, será necesario desarrollar un modelo de amenaza ionosférica GBAS para propósitos de certificación y comisionamiento.
- c) Complementar y concluir el proyecto SACCSA, permitiendo determinar la factibilidad de la implementación de un sistema SBAS en la región CAR/SAM.
- d) Evaluar la viabilidad técnica, operativa y financiera de los sistemas SBAS, en base al desarrollo de nuevos modelos sobre sistemas monofrecuencia y la futura implementación de operaciones GPS y el inicio de operaciones de la constelación GALILEO.

##### 4.3 **Largo Plazo (2016-2025)**

- a) Para determinar cuales aeropuertos son aptos para instalarse estaciones GBAS CAT II/III, existe la necesidad de que cada Estado haga una evaluación Costo-Beneficio de acuerdo a su particular demanda operacional.
- b) Operaciones SBAS con satélite GEO propio o la viabilidad de leasing de satélite existente, lo que puede permitir operaciones SBAS independientes de WAAS y/o EGNOS.

4.4 **Cronograma del Plano de Acción**

