

**GUIA DE PROYECTO**

**DISEÑO DE LA TMA DE  
BOGOTA BAJO CONCEPTO  
(PBN)**

Presentado por: Joy Carmel Caballero

## 1. INTRODUCCION

1.1 El continuo crecimiento de operaciones aéreas al interior de la TMA Bogotá ha hecho que aumente la demanda de capacidad del espacio aéreo, poniendo de relieve la necesidad de una utilización óptima del espacio aéreo disponible. Es así como la UAE de Aeronáutica Civil por medio de esta propuesta considera la posibilidad de mejorar la eficiencia operacional mediante la aplicación de técnicas de navegación basada en el performance de las aeronaves (RNAV – RNP).

1.2 Como punto de partida para el desarrollo del proyecto de diseño del espacio aéreo de la TMA Bogotá basado en la Performance de Navegación, se deberán evaluar aspectos como:

- ✓ Capacitación de Personal por parte de la UAEAC;
- ✓ Plan de Navegación Aérea;
- ✓ Plan Maestro Aeropuerto Eldorado;
- ✓ Utilización de zona restringida de Palanquero;
- ✓ Planes de construcción otros aeropuertos al interior de la TMA;
- ✓ Recursos humanos y técnicos necesarios (personal, equipos, espacio físico, software).

1.3 El propósito de la información descrita en el presente documento es la de servir de guía para la implantación de la (Navegación Basada en la Performance) (PBN) en el diseño del espacio aéreo de la TMA de Bogotá.

1.4 El proyecto de implementación del Concepto de Espacio Aéreo PBN en la TMA de Bogotá esta soportado en las conclusiones y lecciones aprendidas durante el Primer Taller sobre Diseño PBN del Espacio Aéreo en la Región SAM realizado en Bogotá en mayo de 2014, así como en la siguiente documentación OACI:

- ✓ Concepto Operacional ATM Mundial (Doc 9854);
- ✓ Manual PBN (Doc 9613);
- ✓ Manual de uso de navegación basada en performance para el diseño de espacio aéreo (Doc 9992);
- ✓ Directrices para separación lateral de aeronaves que salen y llegan aplicando procedimientos adyacentes de vuelo por instrumentos publicados (Circular 324 OACI);
- ✓ Manual de Operaciones de Ascenso Continuo “CCO” (Doc 9993);
- ✓ Manual de Operaciones de Descenso Continuo “CDO” (Doc 9931);
- ✓ Indicador de performance (Doc 8883);
- ✓ Planes de Implementación de Navegación Aérea Basado en la Performance para las Regiones (OACI).

1.5 Los requisitos previos e imprescindibles para desarrollar con éxito un concepto de diseño de espacio aéreo son:

- ✓ Una preparación exhaustiva, en la cual mediante la planificación se deben tener en cuenta todos los aspectos y cada una de las inquietudes de las partes interesadas conexas;
- ✓ Continúa correlación de todas las actividades durante el desarrollo del proceso.

1.6 El concepto de PBN se fundamenta en el uso de la navegación aérea (RNAV) y la performance de Navegación requerida (RNP) la cual consta de los siguientes elementos:

- ✓ Infraestructura de ayudas para la navegación;
- ✓ Especificaciones para la navegación; y
- ✓ Aplicación de los componentes de Infraestructura y Especificaciones a rutas ATS y procedimientos de vuelo por instrumentos.

## **2. BENEFICIOS**

2.1 El espacio aéreo de la TMA de Bogotá se organizará y gestionará de modo que dé cabida a todos los usuarios actuales y previstos del espacio aéreo tales como aeronaves civiles y militares, mediante la estructuración del espacio aéreo bajo el concepto PBN se obtendrán beneficios como:

2.1.1 Incrementos en los niveles de seguridad operacional;

2.1.2 Mejora en la capacidad;

2.1.3 La Navegación Basada en la Performance (PBN), que comprende la Navegación de Área (RNAV) y la Performance de Navegación Requerida (RNP), soluciona las limitaciones de accesibilidad de las pistas 31R/Lutilizando las capacidades existentes de navegación de las aeronaves;

2.1.4 Uso más eficiente del espacio aéreo mediante el empleo de trayectorias directas;

2.1.5 Reducción del impacto medioambiental, mediante la reducción de gases contaminantes y ruido en zonas pobladas, los beneficios de protección al medio ambiente serán medidos periódicamente según los resultados de implementación;

2.1.6 Mejora en la eficiencia mediante el uso de técnicas de ascenso y descenso continuos;

2.1.7 Una racionalización de la infraestructura de radio ayudas convencionales, lo que se traduciría en menor coste y mayor eficiencia económica;

2.1.8 Mejora general en la calidad del servicio.

### **3. REQUISITOS OPERACIONALES**

3.1 Un rediseño de espacio aéreo se realiza como consecuencia de requerimientos operacionales, los cuales están enmarcados dentro de alguno de los siguientes objetivos estratégicos:

- ✓ Seguridad operacional;
- ✓ Capacidad;
- ✓ Eficiencia de vuelo;
- ✓ Atenuación de las repercusiones ambientales;
- ✓ Acceso.
- ✓ Adición de una nueva pista o la ampliación de una antigua en un área terminal.

3.2 Para el caso que nos corresponde, el cambio en el espacio aéreo de la TMA Bogotá esta soportado en los requisitos operacionales de:

- ✓ La necesidad de respaldar un predecible incremento del tránsito aéreo;
- ✓ La presión tener un nivel bajo de ruido de las aeronaves en un área en particular (por ejemplo, para disminuir el impacto ambiental en una zona residencial y poder obtener la utilización de operación de las pistas 31);
- ✓ La actualización de la infraestructura Navegación a borde con fines de mejorar la seguridad operacional y/o la eficiencia.
- ✓ Construcción de un nuevo aeropuerto al interior de la TMA Bogotá.

### **4. CREACION DEL EQUIPO DE DISEÑO DEL ESPACIO AEREO**

4.1 Durante el proceso de elaboración del diseño de espacio aéreo y la aplicación de las aplicaciones de navegación resultantes, varios son los actores involucrados tales como (ej., planificadores del espacio aéreo, diseñadores de procedimientos, pilotos y controladores de tránsito aéreo, etc.), los cuales tendrán como responsabilidad de desarrollar, validar e implantar el concepto de espacio aéreo.

4.2 El equipo de diseño del espacio aéreo debería estar compuesto por:

4.2.1 Un especialista en ATM, con gran habilidad para la gestión de proyectos y profundos conocimientos operacionales del espacio aéreo que se proyecta rediseñar;

4.2.2 Controladores con experiencia y familiarizados con las operaciones en el espacio aéreo de la TMA de Bogotá(mínimo cuatro, de los sectores de llegada y superiores de área), de las TMA'sadyacentes(mínimo dos) y el Centro de Control Barraquilla (mínimo dos);

4.2.3 Diseñadores de Procedimientos de Vuelo (mínimo cuatro);

4.2.4 Personal del Grupo AIM (mínimo dos);

4.2.5 Personal de análisis de Seguridad Operacional (mínimo tres);

4.2.6 Personal Inspección a los Servicios de Operaciones Aéreas;

4.2.7 Personal de Validación y análisis de consumo de combustible y emisiones de CO2;

4.2.8 Pilotos y personal técnico de las principales compañías aéreas que operan el espacio aéreo:

- ✓ LAN – ARE;
- ✓ AVIANCA – TACA;
- ✓ AEROREPUBLICA – COPA;
- ✓ EASYFLY;
- ✓ SEARCA;
- ✓ VIVA COLOMBIA;
- ✓ SATENA;
- ✓ AEROSUCRE – LINEAS AEREAS SURAMERICANAS;
- ✓ COMPAÑIAS INTERNACIONALES (AFR – DLH – IBERIA – ARG);
- ✓ ASOCIACIONES DE TRANSPORTE AEREO (IATA – ALTA – ATAC – ALAICO);

4.2.9 Otros usuarios del espacio aéreo:

- ✓ FUERZA AEREA COLOMBIANA (proyecto FUA, Flexibilización Áreas Restringidas – Documentos de Referencia).
- ✓ Fuerzas Militares (EJC – ARC – PNC);
- ✓ Operadores Civiles del aeropuerto de Guaymaral (vuelos visuales);

4.2.10 Operador del Aeropuerto Internacional Eldorado:

- ✓ Concesionario del Aeropuerto Internacional Eldorado OPAIN S.A.

## **5. ACUERDOS DE LOS OBJETIVOS, ALCANCE, VENTAJAS, TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y RECURSOS**

## **5.1 OBJETIVOS ESTRATEGICOS**

5.1.1 El desarrollo de un diseño de espacio aéreo está propuesto a fin de cumplir con los objetivos estratégicos del proyecto los cuales son identificados por los usuarios del espacio aéreo, la ATM, los aeropuertos y políticas gubernamentales, es así como el concepto de espacio aéreo y de sus operaciones tienen como función la de responder a esas necesidades, cabe recordar que sólo se podrá salir adelante en el proyecto mediante una planificación exhaustiva en la que se establezcan el alcance y los objetivos del concepto de espacio aéreo en función de los requisitos operacionales. Los objetivos estratégicos que guían el proyecto de diseño del espacio aéreo de la TMA Bogotá son:

### **5.1.1.1 Seguridad Operacional:**

5.1.1.1.1 La implantación del Concepto de Espacio Aéreo PBN en la TMA Bogotá facilitará la armonización e interfuncionalidad de procedimientos y operaciones aéreas a través del espacio aéreo.

5.1.1.1.2 La implantación de Operaciones de Descenso Continuo (CDO), Ascenso Continuo (CCO) y procedimientos de Aproximación con Guía Vertical APV (Baro-VNAV) y/o RNP AR, mediante la aplicación de aproximaciones de estabilizadas, permitirá reducir el riesgo de Vuelo Controlado de Impacto Contra el Terreno (CFIT).

### **5.1.1.2 Capacidad:**

5.1.1.2.1 La implantación del Concepto de Espacio Aéreo PBN permitirá la reducción de espaciamiento (lateral) entre aeronaves con una reducción en la utilización de la guía vectorial ATC en rutas de salida y llegada, reduciendo la complejidad del espacio aéreo y la carga de trabajo del ATC, el objetivo final será una mayor capacidad del espacio aéreo ATS.

### **5.1.1.3 Eficiencia:**

5.1.1.3.1 La implantación del Concepto de Espacio Aéreo PBN en la TMA de Bogotá, permitirá la operación de aeronaves en trayectorias óptimas desde la fase en ruta hasta la aproximación final y desde la salida hasta la ruta seleccionada. La eficiencia también se verá reflejada en la publicación de mejores perfiles de ascenso y descenso con trayectorias más flexibles a fin de incrementar la eficiencia operacional mientras se reduce el consumo de combustible, así como la posibilidad de evitar obstáculos naturales que con los actuales procedimientos basados en ayudas terrestres las operaciones se ven restringidas.

### **5.1.1.4 Costo-efectividad:**

5.1.1.4.1 La implantación del espacio PBN permitirá que un mayor número de aeronaves vuele en sus perfiles óptimos de vuelo, principalmente a través del empleo de la CDO (Aproximaciones con ángulo de descenso constante) y CCO (salidas con ascenso continuo), ofreciendo a los usuarios una mejor relación costo efectividad.

5.1.1.5 Protección al Medioambiente:

5.1.1.5.1 Como consecuencia del incremento en la accesibilidad al aeropuerto Eldorado (configuración operativa pistas 31) mejorando la eficiencia y ahorro de combustible, se prevé una reducción en la emisión de gases nocivos a la atmósfera, además de esto, la aplicación de CDO y CCO trayectorias de salida optimizadas donde sea posible contribuirá a la reducción del ruido.

5.1.1.6 Acceso y Equidad:

5.1.1.6.1 La implantación del espacio aéreo mediante la utilización de procedimientos de aproximación RNP APCH y en especial RNP AR, permitirá mejorar el acceso de las aeronaves debidamente equipadas, ya que será posible disminuir los mínimos de aproximación topográficamente adversos para la publicación de procedimientos instrumentales de las pistas (31). En Ruta, la implantación de la PBN no deberá impedir el vuelo de aeronaves no aprobadas en determinado espacio aéreo, a menos que en el futuro sea absolutamente necesario, en función de la densidad de tránsito aéreo de esta forma, se espera que el acceso y la equidad sean atendidos.

5.1.2 El éxito de la implantación del espacio aéreo PBN dependerá de una efectiva participación de la comunidad ATM, con miras a garantizar que se atiendan los requerimientos operacionales de los diversos usuarios del espacio aéreo, así como de los proveedores de servicio.

5.1.3 Previamente al inicio del proyecto de diseño de espacio aéreo PBN, se deberá verificar estadísticamente la aprobación del equipo RNAV a bordo de las aeronaves existentes. Se espera que durante el desarrollo de las diferentes fases del proyecto, los usuarios del nuevo concepto de espacio aéreo que no cuenten con las capacidades de navegación requeridas, obtengan la aprobación básica para cumplir los requisitos de navegación existentes para el espacio aéreo.

5.1.4 Durante el desarrollo del proyecto se pueden llegar a presentar conflictos en la priorización y alcance de los objetivos descritos, sin embargo se deberá garantizar el objetivo de seguridad operacional como primordial.

## **5.2 ALCANCE**

5.2.1 Los principios de organización en un diseño de espacio aéreo PBN podrán ser aplicables desde el espacio aéreo de alta densidad de tránsito, hasta el espacio aéreo de baja densidad, entre los principios a ser tenidos en cuenta para

la definición del alcance del proyecto de diseño de espacio aéreo PBN se incluyen los siguientes:

5.2.1.1 El espacio aéreo deberá organizarse a fin ser utilizado fácilmente por toda la comunidad ATM;

5.2.1.2 Los límites y divisiones organizacionales del espacio aéreo deberán adaptarse para acomodar los flujos de tránsito particulares y no deberán estar sujetos a restricciones por los límites de fronteras nacionales de jurisdicción o de las dependencias ATS;

5.2.1.3 Se deberá organizar el espacio aéreo para facilitar las operaciones continuas de los vuelos y la capacidad de que éstos se conduzcan a lo largo de trayectorias óptimas utilizando concepto de puerta a puerta, eliminando todas las restricciones y demoras en lo posible;

5.2.1.4 En el diseño del espacio aéreo se deberá considerar sistemas de rutas y trayectorias de vuelo dinámicas que permitan a las aeronaves operar a lo largo de las trayectorias de vuelo preferidas por los usuarios, tanto como sea posible;

5.2.1.5 La gestión del espacio aéreo PBN debe ser dinámica, flexible y basada en los servicios preferidos por los usuarios.

5.2.1.6 El medioambiente es un tema esencial en la implantación PBN. La publicación de rutas RNAV y la utilización de rutas directas entregadas por el ATC permitirán que las emisiones de CO<sub>2</sub> se reduzcan de manera considerable, situación que no debe ser revertida por un aumento de tránsito aéreo, la PBN entrega las herramientas para que esto no ocurra.

5.2.1.7 Mediante la aplicación de la PBN se podrán conseguir mejores perfiles de vuelo y un aumento en la accesibilidad al aeropuerto sin afectación por el ambiente montañoso permitiendo reducir la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida, esta situación será monitoreada con cada nueva implementación que se realice para mantener una estadística de los beneficios medioambientales alcanzados.

### **5.3 VENTAJAS**

5.3.1 El costo de las inversiones para un diseño de espacio aéreo PBN capaz de soportar rutas, SID's, STAR's y aproximaciones llegarán a ser bajos, ya que pueden ser utilizados en el uso de las diferentes especiaciones de navegación equipos radioeléctricos (DME-DME) ya instalados.

5.3.2 No existen costos de inversión asociados a ayudas a la navegación terrena y espacial en el nuevo concepto de espacio aéreo para poder proporcionar las operaciones de vuelo previstas.

5.3.3 La implantación de operaciones PBN basadas en GNSS permite una mejor relación costo efectividad, ya que el valor de la explotación de ayudas a la navegación espacial es nulo.

## 5.4 PLAZOS (TIEMPO)

5.4.1 Los recursos de tiempo y alcance que conforman el proyecto del diseño del espacio aéreo de la TMA de Bogotá conforman los tres lados de la figura del “triángulo de planificación de un proyecto”, en donde el alcance del proyecto tendrá una revisión continúa, pudiendo tener modificaciones en todas las fases del diseño del concepto de espacio aéreo, así pues, la ampliación en tiempo de las fases pueden tender a alargar los plazos del proyecto y/o a incrementar los recursos requeridos para su consecución, lo que puede reducir sus posibilidades de éxito. Dichas necesidades de ampliación pueden satisfacerse organizando el proyecto por fases.



(Triángulo de planificación de un proyecto)

5.4.2 Los tiempos de fases de desarrollo del proyecto estarán inmersos en un calendario de actividades (software Project) las cuales describen los hitos del proyecto, así como cada una de las fases en las que se divide su ejecución en donde se identifican claramente tanto los hitos, las fases y aquellas fechas que se consideren especialmente remarcables para su desarrollo.

## 5.5 PROPUESTA DE PLAN DE PROYECTO

PLAN DEL PROYECTO		
FASE	ACTIVIDAD	NUMERO DE DIAS HABLES
PLANIFICACION	Acuerdo sobre los requisitos operacionales	10
	Creación del equipo de diseño del espacio	7

	aéreo	
	Acuerdo sobre los objetivos, el alcance y los plazos	7
	Análisis del escenario de referencia	25
	Selección de los criterios de seguridad operacional, la política conexas y los criterios de actuación	15
	Acuerdo sobre las hipótesis, elementos habilitantes y restricciones CNS/ATM	15
DISEÑO	Diseño conceptual de SID/STAR, rutas y esperas del espacio aéreo	20
	Diseño inicial de los procedimientos	40
	Diseño de los volúmenes y sectores del espacio aéreo	40
	Confirmación de la especificación OACI para la navegación	10
VALIDACION	Validación del concepto de espacio aéreo	30
	Finalización del diseño de procedimientos	25
	Validación de procedimientos	20
IMPLANTACION	Integración del sistema ATC	30
	Elaboración de notificaciones y de material de instrucción	10
	Ejecución del programa de instrucción y entrenamiento	40
	Implantación	1
	Realización de un examen pos implantación	30
<b>TOTAL DE DÍAS HABLES NECESARIOS</b>		<b>375</b>

## 5.6 RECURSOS

5.6.1 Los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto de diseño de espacio aéreo PBN serán:

5.6.1.1 Humanos: A fin de poner en marcha el proyecto se debe disponer de personal adecuado y debidamente capacitado para realizar las actividades y tareas de planificación, diseño, validación, e implantación, los cuales deberán ser provistos en las cantidades requeridas por los diferentes actores del proyecto, (referencia numeral 4), este recurso será suministrado por la Dirección de Servicios a la Navegación Aérea.

5.6.1.2 Técnicos y Físicos: Los recursos técnicos y físicos comprenden ítems como equipos de cómputo con su respectivo software, documentación, análisis

estadísticos, información de obstáculos, salas para reuniones, simuladores ATC, simuladores de vuelo, aeronaves para validación de procedimientos, personal de instrucción (Centro de Estudios de Ciencias Aeronáuticas CEA).

5.6.1.3 Financieros: Los recursos financieros hacen referencia al presupuesto necesario para la operación del proyecto, entre los costos financieros contemplados para el desarrollo del diseño del espacio aéreo PBN de la TMA Bogotá están:

- Licencias de software de diseño de procedimientos (ej. FPDAM), de Validación (ej. RAMSPLUS);
- Curso capacitación software de diseño de procedimientos;
- Verificación de procedimientos y obstáculos;
- Software de información de disponibilidad GNSS;
- Vuelos de Simulación ( por parte de usuarios);
- Vuelos de Validación (por parte de usuarios y UAEC);
- Simulación de modelamiento de ruido;
- Asignación de personal de Controladores a trabajos de planificación;
- Asignación de personal técnico a trabajos de planificación y diseño;
- Capacitación y entrenamiento (simulación) de personal (ATC – AIM);

## **6 ANÁLISIS DEL ESCENARIO DE REFERENCIA**

6.1 Como proceso inicial del diseño de espacio aéreo de la TMA Bogotá bajo concepto PBN, es necesario conocer la situación actual de dicho espacio. El análisis del escenario de referencia consiste en una descripción detallada del espacio aéreo y las operaciones que se estén realizando al interior de la TMA Bogotá y su propósito es el de sentar las bases para el desarrollo de un nuevo concepto de espacio aéreo.

6.2 Los datos estadísticos del escenario de referencia deberán comprender análisis de la mayor operación semanal de los últimos 12 meses a la fecha del inicio del proyecto y contendrán:

6.2.1 Rutas ATS, salidas normalizadas por instrumentos, llegadas normalizadas por instrumentos (SID/STAR);

6.2.2 Volúmenes del espacio aéreo, capacidades de espacio aéreo, dimensiones del área, límites geográficos, sectorización del espacio aéreo, áreas restringidas, prohibidas y peligrosas, las hipótesis específicas del sistema ATC, tal como el número máximo de sectores que estarán disponibles en el futuro para su uso;

6.2.3 Pistas al interior de la TMA (descripciones físicas), capacidades de pista;

6.2.4 Cobertura Radar y servicio de Vigilancia suministrado, trayectorias radar, mapas de mínimos de vectorización y mínimos de área, TAA y MSA.

6.2.5 Elementos CNS – ATM actuales y los sistemas ATS de vigilancia y comunicaciones que estarán disponibles en 2030;

6.2.6 Datos y gráficos de flujos de Tráfico llegando y saliendo discriminados en salidas, llegadas, sobrevuelos, utilización de rutas, pares de ciudades, tipos de aeronaves, operaciones por categoría de estela turbulenta – categoría de aeronaves, porcentaje de aeronaves con capacidades de navegación PBN y la capacidad de navegación de la aeronave que se espera opere en el espacio aéreo en los próximos XX años, las principales corrientes de tránsito a futuro las cuales podrían diferir de las actuales.

6.2.7 Limitaciones y afectaciones;

6.2.8 Datos de distancia y combustible de compañías de los principales pares de ciudades;

6.2.9 Proyectos a mediano y largo plazo (aeropuertos al interior de la TMA que se piensan construir);

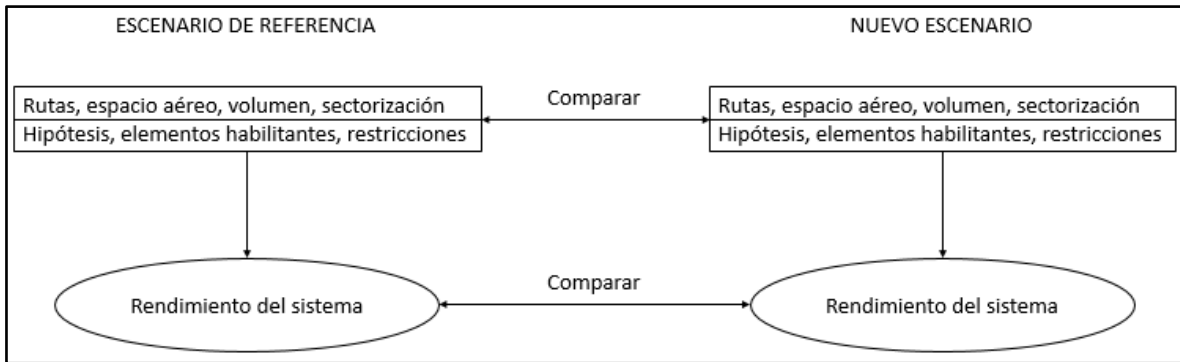
6.2.10 Propuestas de operadores aéreos;

6.2.11 Propuestas de los grupos operativos de la TMA.

6.3 Al realizar un análisis del escenario de referencia en términos de indicadores de rendimiento del proyecto, se puede evaluar el modo en que está comportándose el espacio aéreo, así mismo puede establecerse qué funciona bien en él y, por ende, debería mantenerse, y qué no o qué podría mejorarse.

6.4 Se deberá crear un punto de referencia con respecto al cual pueda compararse el nuevo concepto de espacio aéreo, a fin de conocer si el concepto de espacio aéreo propuesto rinde mejor o peor que el escenario de referencia y si se han cumplido los criterios de seguridad operacional y de actuación, se deberá realizar una simulación en el RTS del escenario actual.

6.5 El análisis del escenario de referencia puede dar como resultado la necesidad de actualizar los objetivos o el alcance del proyecto.



Comparación de Escenarios

## 7 POLITICA DE SEGURIDAD OPERACIONAL

7.1 El diseño de espacio aéreo PBN deberá cumplir criterios de seguridad operacional establecidos en la política de la UAEAC la cual ha de conocerse antes de la fase de diseño del proyecto, los criterios pueden ser cualitativos o cuantitativos, y probablemente podrían ser utilizados una mezcla de ambos.

7.2 Una política de seguridad operacional será promulgada normalmente a escala nacional o regional, sin embargo en caso de que se necesitara establecer una política de seguridad operacional a nivel de proyecto, es fundamental que sea aprobada al principio del mismo. Para la aplicación de la política de seguridad operacional al proyecto esta deberá incluir:

7.2.1 El sistema de gestión de la seguridad operacional que hade ser utilizado durante el proyecto.

7.2.2 La metodología de evaluación de la seguridad operacional a ser empleada.

7.2.3 Pruebas necesarias de demostración que el concepto de espacio aéreo es seguro desde el punto de vista operacional, proceso realizado durante la fase de decisión de implantación.

7.3 La seguridad operacional no sólo se logra mediante la aplicación de los criterios técnicos de los PANS-OPS (Doc 8168) y las disposiciones conexas de la OACI, sino que también requiere medidas de control de la calidad del proceso empleado para aplicar esos criterios, las cuales pueden incluir reglamentación, vigilancia del tránsito aéreo, validación en tierra y validación en vuelo. Estas medidas deben garantizar la calidad y la seguridad operacional del producto del diseño de procedimientos por medio de examen, verificación, coordinación y validación en los puntos apropiados del proceso, de modo que puedan hacerse correcciones lo antes posible.

## 8 FASE DE DISEÑO

8.1 El punto de partida de la fase de diseño, deberá ser el resultado de una evaluación cualitativa y juicio operacional por parte de los controladores, pilotos, diseñadores de espacio aéreo y procedimientos de vuelo, es crucial garantizar la coherencia entre el espacio aéreo en ruta y el terminal es así como los diseños en ruta deberán estar completamente integrados con los diseños del área terminal.

8.2 La participación de los diseñadores de procedimientos de vuelo, será la de actuar como facilitadores proporcionando orientación sobre el emplazamiento de rutas desde una perspectiva tanto de margen de franqueamiento de obstáculos del espacio aéreo como de las especificaciones de navegación y performance de la aeronave, es así como este especialista quien asesora al equipo sobre si las rutas previstas corresponden con las hipótesis de especificaciones para la navegación y si pueden diseñarse de conformidad con los criterios de los PANS-OPS.

8.3 Mediante el desarrollo del diseño de espacio aéreo PBN se podrán emplazar rutas en los lugares más óptimos siempre y cuando las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio proporcionen la cobertura necesaria, ello significa que las rutas podrán emplazarse de manera que:

- ✓ Se pueda aumentar la capacidad del espacio aéreo evitando conflictos entre las corrientes de tránsito tanto en el plano lateral como vertical;
- ✓ Se mejore la eficacia operacional reduciendo los tramos de ruta;
- ✓ Se implementen operaciones de descenso continuo (CDO) y de ascenso continuo (CCO) con ventanillas verticales de modo que posibiliten perfiles más eficientes en términos de ahorro de combustible que reduzcan el impacto ambiental (ruido, emisiones de gases de efecto invernadero, etc.);
- ✓ Se eviten áreas sensibles al ruido;
- ✓ Se eviten el tránsito bidireccional en la misma ruta con rutas paralelas;
- ✓ Se brinden distintas opciones de rutas entre los aeropuertos;
- ✓ Se logre mejorar la accesibilidad aeroportuaria; y
- ✓ Se mejore la seguridad operacional.

8.4 El apoyo del personal de pilotos técnicos del equipo de diseño es el de brindar información sobre la performance real de la aeronave, resultando más efectivo que depender de modelos teóricos por computadora que contengan parámetros de performance de la aeronave.

8.5 Posterior al diseño de las rutas en el que se logre garantizar un margen de franqueamiento de obstáculos apropiado, será definido un volumen general de espacio aéreo para proteger todas las trayectorias de vuelo IFR.

8.6 En el diseño del espacio aéreo para implantación de PBN se debe seguir el siguiente orden:

8.6.1 Se diseñan conceptualmente las rutas SID/STAR y ATS, la ubicación de las rutas se determina normalmente por la demanda de tránsito, las pistas en uso y los objetivos estratégicos así como, en mayor o menor medida, las reservas del espacio aéreo y su flexibilidad, el espaciado entre rutas se determina mediante requisitos operacionales y las aprobaciones de navegación de la flota de aeronaves determinada, las nuevas rutas se validan una vez que finaliza el proceso de diseño.

8.6.2 Se efectúa un diseño de procedimiento inicial de los flujos, la PBN hace posible ubicar rutas en los lugares más óptimos siempre que la cobertura necesaria se proporcione mediante NAVAIDS terrestres o basadas en el espacio. Este beneficio de “emplazamiento” proporciona considerables ventajas y significa que pueden ubicarse rutas donde proporcionen las mayores ventajas en cuanto a la eficiencia de vuelo, por ejemplo, evitando conflictos entre flujos de tránsito, también significa que pueden diseñarse rutas paralelas para evitar el tránsito bidireccional en la misma ruta y proporcionar diversas opciones de rutas entre los mismos aeropuertos de origen y destino.

8.6.3 Se diseña un volumen general de espacio aéreo para proteger las trayectorias de vuelo IFR (p. ej., un espacio aéreo CTA o terminal) y luego dicho volumen se divide en sectores, sin embargo el diseño del volumen del espacio aéreo y su subsiguiente sectorización deberá equilibrar la carga de trabajo del ATC y podrían hacer necesario refinar el diseño de las rutas y las esperas y emprender un diseño de procedimiento inicial, finalmente como se indicó anteriormente, la elaboración final del diseño del espacio aéreo es normalmente un proceso iterativo, es así como el concepto de espacio aéreo deberá validarse durante el proceso de diseño.

8.6.4 Se realiza la sectorización del espacio aéreo, la cual puede ser:

- Sectorización geográfica; se divide el volumen del espacio aéreo en bloques 3D en los que un controlador es responsable de todo el tránsito dentro del bloque (sector);
- Sectorización funcional; se estructura el espacio aéreo por función de la fase de vuelo de una aeronave. Por ejemplo, en espacios aéreos terminales, un controlador puede ser responsable de la aeronave que llega y otro de la que sale dentro del mismo bloque 3D del espacio.

8.7 El espacio aéreo en ruta (áreas superiores) tiende a sectorizarse de manera geográfica, mientras que el terminal puede utilizar uno o ambos tipos de sectorización, en muchos centros, se emplea un híbrido de sectorización funcional y geográfica.

8.8 Una vez completado el diseño del espacio aéreo, es necesario verificar que las especificaciones para la navegación seleccionadas sean las adecuadas para la finalidad prevista. La experiencia ha mostrado la necesidad de que el equipo de implantación de PBN verifique que el diseño del espacio aéreo no supere la capacidad de la especificación para la navegación o del resto de la infraestructura/sistemas CNS/ATM.

8.9 El proceso de diseño de los procedimientos solamente habrá finalizado cuando se haya validado el concepto de espacio aéreo. Esto se debe a que resultaría sobremanera costoso comenzar el proceso sin saber si es viable el concepto propuesto. La finalización del proceso de diseño se logra cuando se completa la documentación del diseño, se elaboran las descripciones de los procedimientos y los proyectos de gráficos, y se controla cada procedimiento de forma independiente para garantizar que se han cumplido todos los criterios de diseño.

## **9 EVALUACION,VALIDACION E INSPECCION**

9.1 Uno de los fines principales de la validación es proporcionar las pruebas necesarias para la evaluación de la seguridad operacional, demostrando que el concepto de espacio aéreo y las operaciones conexas satisfacen los niveles de seguridad operacional requeridos.

9.2 Los objetivos principales de la validación del concepto de espacio aéreo son:

9.2.1 Demostrar que el diseño del espacio aéreo permitirá realizar satisfactoriamente operaciones ATM eficientes;

9.2.2 Evaluar si los objetivos del proyecto pueden alcanzarse implantando el diseño del espacio aéreo y el concepto de espacio aéreo en general;

9.2.3 Identificar posibles puntos débiles en el concepto y elaborar medidas de mitigación;

9.2.4 Proporcionar pruebas de que el diseño es seguro, es decir para apoyar la evaluación de la seguridad operacional.

9.3 Se deberá aplicar dos tipos de evaluación/validación, cuantitativa y cualitativa. Ambos son necesarios y se emprenden al mismo tiempo porque cada uno necesita la información producida por el otro método.

- ✓ La evaluación cuantitativa se refiere a los métodos de validación que son numéricos y se basan en la cuantificación de los datos.
- ✓ La evaluación cualitativa no depende de los datos sino más bien en el razonamiento, la discusión y la justificación.

9.4 Debido al cambio complejo que tendrá la TMA Bogotá, al igual que posibles cambios en áreas de control terminal adyacentes, se emplearán varias herramientas de validación como son la modelación del espacio aéreo y simulaciones FTS, RTS, simulaciones en simuladores de vuelo y simuladores de modelamiento de ruido, los cuales proporcionarán información esencial sobre cuestiones de seguridad operacional y de eficiencia, igualmente los programas de validación deberían prepararse cuidadosamente durante la fase de planificación del proyecto, y reservarse con la suficiente antelación el tiempo de acceso a las FTS y RTS.

## 9.5 Modelos de Espacio Aéreo

9.5.1 La modelización de la propuesta de espacio aéreo es una primera etapa beneficiosa porque da una idea de cómo funcionará la implantación propuesta, aunque no requiere la participación de controladores y pilotos. El empleo de un modelo de espacio aéreo basado en computadora facilita la identificación de escenarios de operaciones no viables a fin de no hacer gastos ni esfuerzos innecesarios en las fases más avanzadas de la validación. La función principal del modelo del espacio aéreo es eliminar los escenarios no viables y dar apoyo a la evaluación cualitativa del desarrollo del concepto.

## 9.6 Simulación FTS

9.6.1 Una vez obtenidos resultados de modelización del espacio aéreo será utilizada una simulación FTS, la cual podrá mostrar resultados más precisos y realistas, aunque no requiere la participación activa de controladores o pilotos.

## 9.7 Simulación RTS

9.7.1 La simulación RTS será utilizada en las últimas etapas de la validación de la propuesta de diseño del espacio aéreo; también puede utilizarse para demostrar que se han satisfecho tanto los objetivos de seguridad operacional como los objetivos operacionales propuestos.

9.7.2 La forma más realista de validar un concepto de espacio aéreo es someter los escenarios propuestos simulación a una RTS ya que estas simulaciones en tiempo real reproducen de forma muy realista las operaciones ATM y requieren la participación activa de controladores competentes y de “pseudo” pilotos. Una de las dificultades que pueden presentarse en la RTS es que la performance de navegación de la aeronave sea demasiado perfecta. La “aeronave” en la RTS

puede operar con una precisión de navegación que no es realista, dada las condiciones meteorológicas, la performance de cada aeronave, etc. En esos casos, los porcentajes de error de las operaciones reales se analizan y se incorporan a la RTS.

## 9.8 Simulación en Vuelo

9.8.1 Los simuladores de vuelo completo son conocidos por su mayor realismo y precisión a la hora de reproducir todas las características operacionales de un tipo de aeronave específico. Las situaciones normales y anormales, comprendidas todas las condiciones medioambientales que se experimenten en un vuelo real, pueden simularse con precisión. El simulador de vuelo es la herramienta que goza de más realismo, aparte de los costosos ensayos reales de vuelo, difíciles de integrar en las operaciones en curso. El factor de credibilidad es aún mayor si se utilizan pilotos de líneas operacionales para manejar el simulador de vuelo. Las líneas aéreas estarán dispuestas a participar empleando nuevos procedimientos en su simulador para validar los beneficios obtenidos en tiempo y consumo de combustible.

## 9.9 Modelado Acústico

9.9.1 La sensibilidad política hacia el impacto ambiental del transporte aéreo es uno de los objetivos estratégicos del proyecto de diseño de espacio aéreo bajo el concepto PBN, es así como un cambio de emplazamiento de cualquier ruta terminal o la introducción de un nuevo procedimiento terminal requiere de una evaluación del impacto ambiental y, a menudo, el principal asunto político a dirimir con las comunidades es el ruido de aeronaves. Los modelos acústicos emplean una forma avanzada de simulador en tiempo acelerado capaz de calcular curvas isosónicas en un área predefinida. Estas funcionalidades "de modelado acústico" se suman a las funcionalidades típicas (tal como el cálculo de la trayectoria de vuelo) comprendidas en los simuladores en tiempo acelerado "estándar". Los resultados de los modelos acústicos pueden utilizarse para ayudar a la elaboración de diseños que minimicen el impacto del ruido.

## 9.10 Validación

9.10.1 El proceso de validación completo comprende validación en tierra y validación en vuelo, como requisito primordial en la validación de los nuevos procedimientos y rutas, se deberá realizar siempre una validación en tierra de estos nuevos procedimientos, la validación en vuelo consiste en una evaluación por simulador de vuelo y en una evaluación en vuelo real en una aeronave, la creación de procedimientos de vuelo por instrumentos y rutas bajo especificaciones RNAV o RNP se hace siguiendo una serie de etapas: desde el origen de los datos aeronáuticos y sobre obstáculos pasando por el relevamiento topográfico hasta la publicación final del procedimiento y su subsiguiente codificación para usarlo en una base de datos de navegación de a bordo. En cada etapa de este proceso debería haber un procedimiento de control de calidad para

garantizar que se han logrado y mantenido los niveles necesarios de precisión e integridad. Estos procedimientos de control de la calidad del diseño de los procedimientos de vuelo por instrumentos se detallan en el Doc 8168 y el Doc 9906, Volumen 1 — Sistema de garantía de calidad del diseño de procedimientos de vuelo. Los documentos comprenden exámenes del diseño por diseñadores independientes, herramientas de escritorio de soporte lógico para comprobar la codificación de los procedimientos y la posibilidad de llevarlos a la práctica, simuladores de vuelo y ensayos de vuelo para verificar su aplicación práctica y ejercicios de comparación de datos para validar la codificación por los proveedores de datos de navegación.

## 9.11 Inspección

9.11.1 La inspección en vuelo de las NAVAID supone el uso de aeronaves de ensayo, especialmente equipada para medir la cobertura real de la infraestructura NAVAID requerida para apoyar los procedimientos y las rutas de llegada y salida diseñadas por el especialista en diseño de procedimientos. En el Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación (Doc 8071) se proporciona orientación general sobre la amplitud de los ensayos y la inspección que normalmente se llevan a cabo para asegurar que los sistemas de radionavegación satisfacen los SARPS del Anexo 10 — Telecomunicaciones aeronáuticas, Volumen I. La medida en que debe realizarse una inspección en vuelo se determina normalmente en el proceso de validación.

## 10 IMPLANTACION

10.1 Durante el proceso de validación se define si el proyecto propuesto es o no factible y si puede ponerse en práctica. Sin embargo, la decisión definitiva de seguir adelante con la implantación debe tomarse en un punto predeterminado del ciclo de vida del proyecto.

10.2 La decisión de seguir adelante con la implantación se basará en los siguientes factores decisivos:

- ✓ El diseño de las rutas o los procedimientos ATS satisfacen las necesidades del tránsito aéreo y de las operaciones de vuelo;
- ✓ Se hayan satisfecho los requisitos de performance de seguridad operacional y de navegación;
- ✓ Se hayan completado los cambios en el procesamiento del plan de vuelo, la automatización o las publicaciones AIP necesarios para dar apoyo a la implantación;
- ✓ Se hayan satisfecho las necesidades de instrucción para los pilotos y controladores.

10.3 Consideraciones sobre la integración del sistema ATC

10.3.1 El nuevo concepto de espacio aéreo puede exigir cambios en las interfaces y presentaciones del sistema ATC para asegurar que los controladores cuentan con la información necesaria sobre las capacidades de las aeronaves, estos cambios pueden incluir:

- ✓ Modificación del procesador de datos de vuelo (FDP) de la automatización del tránsito aéreo;
- ✓ Cambios, si fuera necesario, en el procesador de datos radar (RDP);
- ✓ Cambios en la pantalla de presentación de situación del ATC y franjas del progreso de vuelo;
- ✓ Cambios en las herramientas de apoyo ATC.

10.3.2 La implantación de la PBN en la TMA Bogotá implica que el ATC tendrá que gestionar un entorno mixto de tránsito PBN y ajeno a la PBN (85% con capacidad PBN, 15% sin capacidad PBN), esto puede tener repercusiones significativas en la carga de trabajo del ATC y puede exigir cambios importantes en el sistema y los procedimientos ATC existentes. En particular, el ATC debe poder distinguir entre una aeronave capacitada y otra no capacitada para garantizar que a cada una se le sirva adecuadamente y se le conceda la separación apropiada.

#### 10.4 Instrucción

10.4.1 El diseño y puesta en operación de un nuevo espacio aéreo trae como requisito de muy alta importancia la instrucción y simulación, ya que seguramente se presentarán cambios considerables en la metodología y forma de trabajo llevada durante mucho tiempo por parte del personal ATC. La actividad de instrucción por su complejidad, duración e inversión considerable se deberá iniciar desde el mismo instante en el cual se tome la opción de implantación del proyecto, esta actividad será encabezada por el Centro de Estudios de Ciencias Aeronáutica (CEA), institución encargada de soportar los parámetros de instrucción teórica y simulada del nuevo proyecto. La instrucción y entrenamiento deberá estar basada en los requerimientos de instrucción establecidos en el DOC 9613 para cada una de las especificaciones de navegación incluidas en el diseño del espacio aéreo.

#### 10.5 Implantación Operacional

10.5.1 De acuerdo a la evaluación realizada sobre los factores decisivos del proyecto, evaluación que definirá la decisión final sobre la implantación del proyecto, se deberá establecer una fecha efectiva de implantación teniendo debidamente en cuenta los procesos de datos y el ciclo AIRAC. Para garantizar una implantación sin problemas, el equipo de diseño del espacio aéreo debería mantenerse en contacto estrecho con el equipo operacional. Si los recursos lo permiten, los miembros del equipo deberían estar disponibles en la sala de operaciones a tiempo completo desde, al menos, dos días antes de la implantación hasta, al menos, una semana después de la fecha en la que tenga lugar a fin de poder prestar apoyo y solución a posibles inconvenientes de último momento y podrán:

- ✓ Supervisar el proceso de implantación;
- ✓ Apoyar al personal de supervisores del centro de Control, y grupo de controladoras en caso necesario para usar los procedimientos de redundancia o contingencia;

## 11 POST IMPLANTACION

11.1 Después de la implantación del proyecto de diseño de espacio aéreo (PBN), es necesario vigilar el sistema para asegurarse de que se mantiene la seguridad operacional del mismo y para determinar si se han logrado los objetivos estratégicos. Si después de la implantación ocurren hechos imprevistos, el equipo del proyecto debería aplicar medidas para mitigar los efectos lo antes posible. En circunstancias excepcionales, esto podría exigir el retiro de las operaciones RNAV o RNP mientras se corrigen los problemas específicos, de igual manera después de la implantación debería realizarse una evaluación de la seguridad operacional del sistema y recoger pruebas para verificar que dicha seguridad está garantizada.

### **PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN PERFORMANCE (PBN) EN TMA BOGOTA**

TAREAS	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACION	ESTADO DE LA TAREA	RESPONSABLE
<b>1.INFORMACION PARA EL PROYECTO</b>				
1.1 Capacitación de Personal por parte de la UAEAC				
1.2 Plan de Navegación Aérea				

1.3 Plan Maestro Aeropuerto Eldorado				
1.4 Planes de construcción otros aeropuertos al interior de la TMA				
1.5 Uso del área restringida (Palanquero)				
1.5 Recurso humano y técnico necesario (personal, equipos, espacio físico, software)				
1.6 Elaboración de la carta del proyecto				
<b>2. FASE DE PLANIFICACION</b>				
2.1 Elaborar y publicar modelo de AIC para notificar sobre el proyecto de Diseño de la TMA Bogotá basado en la Navegación (PBN).				JC
2.2 Presentación del proyecto en el CDM.				CORONEL
2.3 Diseñar y realizar Taller (Directivas, Usuarios, personal operativo) sobre el proyecto de Diseño de la TMA basado en la Navegación (PBN).				JC CORONEL
2.4 Retroalimentación y análisis por parte del grupo de la UAEAC sobre documentos necesarios para el proyecto.				JH,HC,OA,HA,J C
2.5 Identificar y alcanzar acuerdos respecto a los requerimientos operacionales (RNAV 1/RNP1 en SID/STAR, etc.).				
2.5.1 Requerimientos operacionales de usuarios.				JC,HA
2.5.1.1 Requerimientos usuarios aviación Regular				JC,HA
2.5.1.2 Requerimientos usuarios aviación General (Ej, Guaymaral).				CG
2.5.2 Requerimientos operacionales de personal operativo.				JC,HA
2.6 Identificar los requerimientos para implantar				

operaciones CDO/CCO en la TMA.				
2.7 Creación del equipo de diseño del diseño espacio aéreo.				JC,JH,HA,HC,O A
2.8 Identificar los objetivos, el alcance, plazos y recursos (humanos, técnicos, financieros), definir el plan del proyecto.				
2.9 Identificación de las especificaciones de Navegación a ser utilizadas.				
2.10 Recolección y análisis de datos de tráfico de la TMA para entender los flujos.				JC,CO
2.11 Recolección de información sobre capacidad de navegación (PBN)de la flota de aeronaves presente y a futuro (20XX)	CO, JC			
<p>2.12 Analizar el escenario de referencia evaluando los siguientes aspectos:</p> <p>2.12.1 Rutas ATS, salidas normalizadas por instrumentos, llegadas normalizadas por instrumentos (SID/STAR).</p> <p>2.12.2 Volúmenes del espacio aéreo, capacidades de espacio aéreo, dimensiones del área, límites geográficos, sectorización del espacio aéreo, áreas restringidas, prohibidas y peligrosas, las hipótesis específicas del sistema ATC, tal como el número máximo de sectores que estarán disponibles en el futuro para su uso;</p> <p>2.12.3 Pistas al interior de la TMA (descripciones físicas), capacidades de pista.</p> <p>2.12.4 Cobertura Radar y servicio de Vigilancia suministrado, trayectorias radar, mapas de mínimos de vectorización y mínimos de área, TAA y MSA.</p> <p>2.12.5 Elementos CNS – ATM, los sistemas</p>				

<p>ATS de vigilancia y comunicaciones que estarán disponibles en el momento de la implantación y a futuro(20XX).</p> <p>2.12.6 Datos y gráficos de flujos de Tráfico llegando y saliendo discriminados en salidas, llegadas, sobrevuelos, utilización de rutas, pares de ciudades, tipos de aeronaves, operaciones por categoría de estela turbulenta – categoría de aeronaves, porcentaje de aeronaves con capacidades de navegación PBN y la capacidad de navegación de la aeronave que se espera opere en el espacio aéreo en los próximos XX años, las principales corrientes de tránsito a futuro las cuales podrían diferir de las actuales.</p> <p>2.12.7 Limitaciones y afectaciones.</p> <p>2.12.8Proyectos a mediano y largo plazo (aeropuertos al interior de la TMA que se piensan construir).</p> <p>2.12.9 Propuestas de operadores aéreos.</p> <p>2.12.10Propuestas de los grupos operativos de la TMA.</p> <p>2.12.11Realizar el levantamiento de obstáculos en el área según se requiera de acuerdo a prioridades para alcanzar el 100% de los aeropuertos de la TMA a ser utilizados.</p> <p>2.12.12Porcentaje de aeronaves aprobadas con especificaciones de navegación tendientes a utilizar.</p>				
<p>2.12.13Datos de distancia y combustible de compañías de los principales pares de ciudades.</p>				
<p>2.13 Definir los criterios de actuación, políticas de seguridad operacional y criterios conexos.</p>				

2.14 Recolección de datos CNS/ATM y acuerdos sobre las hipótesis CNS/ATM, analizar la infraestructura de comunicaciones, navegación y vigilancia de la TMA para atender las especificaciones de navegación y al modo de reversión de navegación de ser el caso.				
2.15 Revisar y evaluar la reglamentación nacional relativa a la PBN.				
2.16 Coordinar necesidades de planificación e implementación con los proveedores de servicio de navegación aérea, reguladores, usuarios, explotadores de aeronaves y autoridades militares.				
2.17 Simulación RTS del escenario actual.				CO
<b>3. Fase de Diseño</b>				
3.1 Diseño conceptual de SID/STAR que serán optimizadas basadas con estadísticas.				
3.2 Diseño conceptual de flujos.				
3.3 Diseño conceptual de rutas y esperas.				
3.4 Definición y diseño conceptual de implantación de técnicas CDO/CCO.				
3.5 Validación inicial de los diseños de SID/STAR/RUTAS.				
3.6 Diseño de los procedimientos a aplicar en forma inicial.				
3.7 Evaluación de volumen de espacio aéreo y diseños de sectorización.				
3.8 Evaluación de sistemas CNS en el nuevo volumen de espacio aéreo.				
3.8.1 Evaluación de sistemas de Comunicaciones (Frecuencia a ser utilizadas y				

alcance), si es necesario vuelo de inspección.				
3.8.2 Evaluación del sistema GNSS (valores de enmascaramiento y RAIM) de rutas, SID, STAR.				
3.8.3 Evaluación del sistema de vigilancia (coberturas Radar), si es necesario vuelo de inspección.				
3.9 Confirmación de las especificaciones de navegación a emplear (RNAV/RNP según sea requerido).				
3.10 Diseño del plan de contingencia.				
3.11 Evaluación de la implementación PBN en el sistema ATC (entorno mixto, porcentaje recomendado).				
<b>4. Fase de Validación</b>				
4.1 Validación del concepto de espacio aéreo para el TMA en cuestión.				
4.2 Modelado del espacio aéreo para ser utilizado en la simulación.				
4.3 Ejercicios de simulación en tiempo acelerado (FTS).				
4.4 Ejercicios de simulación en tiempo real (RTS).				
4.5 Ejercicios en simulador de vuelo.				
4.6 Modelación de ruido.				
4.7 Finalización de los procedimientos SID/STAR, RUTAS y ESPERAS.				
4.8 Validación de los procedimientos elaborados (en tierra y vuelo).				
4.8.1 Verificación de aplicación de procedimientos de control de la calidad del				

diseño de los procedimientos de vuelo por instrumentos se detallan en el Doc 8168 y el Doc 9906, Volumen 1 — Sistema de garantía de calidad del diseño de procedimientos de vuelo.				
4.9 Realización del análisis de riesgo operacional del nuevo diseño del espacio aéreo.				OC
4.10 Modelamiento de emisiones de CO2.				
4.11 Revisión del plan de contingencia				
<b>5. Fase de Implantación</b>				
5.1 Tomar la decisión de implantar o no (“go/no go decision”)				
5.2 Análisis si el diseño de las rutas y procedimientos satisface las necesidades del tránsito aéreo y de las operaciones de vuelo.				
5.3 Verificación si se satisfacen los requisitos de performance de seguridad operacional y de navegación.				OC
5.4 Verificación de cambios en el procesamiento del plan de vuelo, la automatización, y publicaciones AIP necesarios para dar apoyo a la implantación.				
5.5 Verificación de requisitos para instrucción de pilotos y controladores.				
5.6 Publicaciones de regulaciones nacionales para implementar las especificaciones de navegación utilizadas de ser el caso.				
5.7 Iniciar proceso de aprobación de aeronaves y operadores (si es necesario).				
5.8 Establecer y mantener actualizado un registro de aeronaves y operadores aprobados.				
5.9 Revisar y evaluar las regulaciones para el uso GNSS con los respectivos NOTAM de				

predicción.				
5.10 Desarrollar Modelo de Enmienda al AIP/Suplemento AIP incluyendo normas y procedimientos aplicables, las contingencias en vuelo correspondientes, las informaciones relacionadas a las especificaciones de navegación que serán aplicadas, así como a las limitaciones en cuanto a los sensores aplicables y a las radio- ayudas críticas de cada segmento de ruta.				
5.11 Publicación de suplemento AIP que contenga normas y procedimientos aplicables, incluyendo las contingencias en vuelo correspondientes.				
5.12 Revisión y adecuación de los Manuales de Procedimientos Operacionales de las unidades ATS involucradas.				
5.13 Actualización de Cartas de Acuerdo entre unidades ATS (en caso de ser necesario).				
5.14 Diseño del programa de capacitación y documentación para controladores de tránsito aéreo y operadores AIS.				
5.15 Ejecución de programas de capacitación (simulación y teórica).				
5.16 Implementación de cambios necesarios en los sistemas automatizados ATC si fuera requerido.				MF
5.17 Preparación y realización de seminario orientado a los operadores, indicando los planes y los beneficios operacionales y económicos simulados.				
5.18 Verificación sobre cumplimiento de los criterios para la performance y seguridad operacional.				OC

5.19 Verificación de cambios a los sistemas terrestres de navegación si es el caso.				
5.20 Verificación de los sistemas CNS a ser utilizados en el nuevo espacio aéreo (ej. RAIM)				
5.21 Validación de las hipótesis y condiciones en función de la cuales se elaboró el diseño				
5.22 Preparación del programa de monitoreo post-implementación de operaciones en las SID/STAR.				
5.23 Preparación y emisión de NOTAM de inicio.				
5.24 Preparación de enmienda del AIP de acuerdo a fechas AIRAC.				
5.25 Presentación del proyecto en el CDM.				
<b>6. Fase de decisión de implantación</b>				
6.1 Revisión y evaluación de documentación operacional disponible.				
6.2 Revisión de resultados de la evaluación de la seguridad operacional aplicando la metodología del SMS.				OC
6.3 Supervisión del proceso de implantación (desde dos días antes, hasta una semana después).				
6.4 Publicación de NOTAM de inicio de acuerdo a la enmienda AIP.				
<b>7. Fase de monitoreo de la performance</b>				
7.1 Ejecución del programa de monitoreo post-implementación de operaciones en el TMA.				
7.2 Evaluación del porcentaje de operaciones aprobadas después de la implantación que han operado en el espacio aéreo de la TMA en				

cuestión.				
FECHA DE IMPLANTACION PRE OPERACIONAL	FECHA AIRAC			
FECHA DEFINITIVA DE IMPLANTACION	FECHA AIRAC			

### Comentarios Coronel

- Aeronaves de bajo rendimiento salidas;
- Área Flexible FUA; trazar rutas sobre área prohibida, alternativas en la área mejorar el área.
- Condiciones Meteorológicas;
- Paralelas Independientes;
- Efecto TMA adyacentes, balancear las áreas adyacentes;
- Restricción de operaciones por no tener capacidad;
- Diseño de 4 esquinas;
- Separación de salidas sin pasar por el central, tránsito hacia el área de MDE puedan hacer salidas hacia el norte;