

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	01
		Fecha	24-04-2019

CI 001-2021

FECHA DE EXPEDICIÓN: 01 JUL 2021

1. PROPÓSITO.

La presente circular informativa (CI) tiene como propósito dar a conocer a todos los Entes de Aviación de Estado (EAE) los conceptos generales de la Navegación Basada en el Rendimiento (PBN) por sus siglas en inglés; así mismo informar la metodología que la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado estableció como parte del proceso de aprobación operacional PBN para los Entes de Aviación de Estado.

De otra parte, propende por el desarrollo de la capacidad y eficiencia operacional de la Aviación de Estado a través de la implementación de procedimientos para la aprobación de especificaciones PBN, con fundamento en la normatividad internacional aplicable y vigente.

2. APLICABILIDAD.

La presente circular aplica a todos los Entes de Aviación de Estado, y específicamente, a todo el personal que la integra y que se encuentre involucrado directa o indirectamente con la implementación, aprobación y mantenimiento de la capacidad operacional de la Navegación Basada en el Rendimiento (PBN).

3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

3.1 Definiciones.

- a) **Aeronaves de Estado** - Aeronave destinada a servicios militares, de aduana o de policía, a la cual normalmente no le son aplicables las normas propias de la aviación civil.
- b) **DME/DME (D/D) RNAV** - Navegación de área que utiliza el alcance óptico de por lo menos dos instalaciones DME para determinar la posición de la aeronave.

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021	Versión N°	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

- c) **DME/DME/Inercial (D/D/I) RNAV** - Navegación de área que utiliza el alcance óptico de por lo menos dos instalaciones DME para determinar la posición de la aeronave, junto con una unidad de referencia inercial (IRU) que provee suficiente información de posición durante vacíos sin cobertura DME (DME gaps).
- d) **Error Total del Sistema (TSE).** - Diferencia entre la posición verdadera y la posición deseada. Este error es igual a la suma de los vectores del error de definición de trayectoria (PDE), error técnico de vuelo (FTE) y error del sistema de navegación (NSE).
- e) **Especificaciones para la navegación** - Conjunto de requisitos relativos a la aeronave y a la tripulación de vuelo necesarios para dar apoyo a las operaciones de la navegación basada en el rendimiento dentro de un espacio aéreo definido. Existen dos clases de especificaciones para la navegación; definidas a continuación.
- f) **Especificación para el rendimiento de navegación requerida (RNP)** - Especificación para la navegación basada en la navegación de área que incluye el requisito de control y alerta del rendimiento, designada por medio del prefijo RNP; p. ej., RNP 4, RNP APCH, RNP AR APCH.
- g) **Especificación para la navegación de área (RNAV)** - Especificación para la navegación basada en la navegación de área que no incluye el requisito de control y alerta del rendimiento, designada por medio del prefijo RNAV; p. ej., RNAV 5, RNAV 2, RNAV 1.
- h) **Llegada normalizada por instrumentos (STAR)** - Una ruta de llegada designada según reglas de vuelo por instrumentos (IFR) que une un punto significativo, normalmente en una ruta de los servicios de tránsito aéreo (ATS), con un punto desde el cual puede comenzarse un procedimiento publicado de aproximación por instrumentos.
- i) **Navegación basada en el rendimiento (PBN)** - Requisitos para la navegación de área basada en el rendimiento que se aplican a las aeronaves que realizan operaciones en una ruta ATS, en un procedimiento de aproximación por instrumentos o en un espacio aéreo designado. Los requisitos de rendimiento se expresan en las especificaciones para la

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	01
		Fecha	24-04-2019

navegación (especificaciones RNAV y RNP) en función de la precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad necesarias para la operación propuesta en el contexto de un concepto para un espacio aéreo particular.

- j) **Operaciones RNAV** - Operaciones de aeronaves que utilizan la navegación de área para las aplicaciones RNAV.
- k) **Punto de recorrido (WPT)** - Lugar geográfico especificado, utilizado para definir una ruta de navegación de área o la trayectoria de vuelo de una aeronave que emplea navegación de área.
- l) **Punto de recorrido de paso** - Punto de recorrido que requiere anticipación del viraje para que pueda realizarse la interceptación tangencial del siguiente tramo de una ruta o procedimiento.
- m) **Punto de recorrido de sobrevuelo** - Punto de recorrido en el que se inicia el viraje para incorporarse al siguiente tramo de una ruta o procedimiento.
- n) **Reglamento Aeronáutico Colombiano de la Aviación de Estado (RACAE)** - Acto administrativo de carácter general que establece los criterios mínimos aplicables a las aviaciones de las Fuerzas Militares, de la Policía Nacional y Aduanas de la República de Colombia.
- o) **Ruta de navegación de área** - Ruta ATS establecida para la utilización de aeronaves que tienen la capacidad de emplear la navegación de área
- p) **Salida normalizada por instrumentos (SID)** - Ruta de salida designada según reglas de vuelo por instrumentos (IFR) que une el aeródromo o una determinada pista del aeródromo, con un determinado punto significativo, normalmente en una ruta ATS, en el cual comienza la fase en ruta de un vuelo.
- q) **Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS)** - Sistema que aumenta y/o integra la información obtenida desde otros elementos GNSS con la información disponible a bordo de la aeronave. La forma más común de un ABAS es la vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM).

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	01
		Fecha	24-04-2019

- r) **Sistema mundial de determinación de la posición (GPS)**- Sistema mundial de navegación por satélite de los Estados Unidos que utiliza mediciones de distancia precisas para determinar la posición, velocidad y la hora en cualquier parte del mundo.
- s) **Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)** - Término genérico utilizado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) para definir cualquier sistema de alcance global de determinación de la posición, velocidad y de la hora, que comprende una o más constelaciones principales de satélites, tales como el GPS y el sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS), receptores de aeronaves y varios sistemas de vigilancia de la integridad, incluyendo los sistemas de aumentación basados en la aeronave (ABAS), los sistemas de aumentación basados en satélites (SBAS), tales como el sistema de aumentación de área amplia (WAAS) y los sistemas de aumentación basados en tierra (GBAS), tales como el sistema de aumentación de área local (LAAS).
- t) **Sistema de navegación de área (Sistema RNAV)** - Sistema de navegación de área que permite la operación de una aeronave sobre cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio o dentro de los límites de capacidad de las ayudas autónomas o de una combinación de ambas.
- u) **Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM)** - Técnica utilizada dentro de un receptor/procesador GPS para determinar la integridad de sus señales de navegación, utilizando únicamente señales GPS o bien señales GPS mejoradas con datos de altitud barométrica. Esta determinación se logra a través de una verificación de coherencia entre medidas de pseudodistancia redundantes. Al menos se requiere un satélite adicional disponible respecto al número de satélites que se necesitan para obtener la solución de navegación.

3.2 Abreviaturas.

- **AAAES** Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado
- **ABAS** Sistema de aumentación basado en la aeronave
- **AFM** Manual de vuelo del avión/aeronave

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021	Versión N°	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

- **AIP** Publicación de información aeronáutica
- **ATC** Control de tránsito Aéreo
- **ATM** Gestión del tránsito Aéreo
- **ATS** Servicio de tránsito Aéreo
- **CA** Circular de asesoramiento
- **CI** Circular Informativa
- **CNS/ATM** Comunicaciones, navegación y vigilancia/gestión de tránsito aéreo
- **CR** Circular Regulatoria
- **DME** Equipo medidor de distancia
- **DME/DME** Navegación que utiliza el alcance óptico de por lo menos dos instalaciones de equipos medidores de distancia DME para determinar la posición de la aeronave.
- **DV** Despachador de vuelo
- **EASA** Agencia Europea de Seguridad Aérea
- **EAE** Entes de Aviación de Estado
- **FAA** Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos
- **FMC** Computadora de gestión de vuelo
- **FMS** Sistema de gestión de vuelo
- **FOSA** Evaluación de la seguridad operacional de las operaciones de vuelo
- **FTE** Error técnico de vuelo
- **GBAS** Sistema de aumentación basado en tierra
- **GNSS** Sistema mundial de navegación por satélite
- **GLONAS** Sistema mundial de navegación por satélite desarrollado por la Unión Soviética

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021	Versión N°	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

- **GPS** Sistema mundial de determinación de la posición
- **GS** Velocidad respecto al suelo
- **IFR** Reglas por vuelo por instrumentos
- **INS** Sistema de navegación inercial
- **ILS** Sistema de aterrizaje por instrumentos
- **IRU** Unidad de referencia inercial
- **LAR** Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos
- **LNAV** Navegación lateral
- **LOA** Carta de aprobación
- **MEL** Lista de equipo mínimo
- **NAVAIDS** Ayudas para la navegación
- **NOTAM** Aviso a los aviadores
- **OACI** Organización de Aviación Civil Internacional
- **OM** Manual de operaciones
- **PBN** Navegación Basada en el Rendimiento
- **P-RNAV** Navegación de área de precisión
- **RAIM** Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor
- **RACAE** Reglamento Aeronáutico Colombiano de Aviación de Estado
- **RNAV** Navegación de área
- **RNP** Rendimiento de navegación requerida
- **RNP APCH** Aproximación de performance de navegación requerida
- **RNP AR**
APCH Aproximación de performance de navegación requerida
con autorización obligatoria
- **SID** Salida normalizada por instrumentos

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021	Versión N°	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

- **SRVSOP** Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional.
- **TMA** Área Terminal de Maniobra
- **TSE** Error total del sistema
- **VMC** Condiciones meteorológicas de vuelo visual
- **VOR** Radioayuda omnidireccional de alta frecuencia
- **VOR/DME** Navegación que utiliza el alcance óptico de un Radiofaro omnidireccional VOR y un equipo medidor de distancia DME
- **WAAS** Sistema de aumentación de área amplia
- **WPT** Punto de recorrido / Waypoint

4. REGULACIONES RELACIONADAS

- a. Reglamento Aeronáutico Colombiano de la Aviación de Estado (RACAE).
- b. Documento de la OACI 9613 Manual de Navegación Basada en la Performance (PBN).
- c. Documento de la OACI 9777 Manual de aprobación operacional de la navegación basada en la performance.
- d. Documento de la OACI 9905 Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria.
- e. Documento de la OACI Circular 330, Cooperación cívico-militar para la gestión del tránsito aéreo.
- f. Documento de la OACI Plan de implantación basado en la performance de la región sudamericana. 2010.
- g. SRVSOP CA 91-001 - Aprobación de aeronaves y explotadores para RNAV 10 (designada y autorizada como RNP 10).

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	01
		Fecha	24-04-2019

- h. SRVSOP CA 91-002 - Aprobación de aeronaves y explotadores para RNAV 5.
- i. SRVSOP CA 91-003 - Aprobación de aeronaves y explotadores para RNAV 1 y RNAV 2.
- j. SRVSOP CA 91-004 - Aprobación de Aeronaves y Explotadores para RNP 4.
- k. SRVSOP CA 91-005 - Aprobación de aeronaves y explotadores para RNP 2.
- l. SRVSOP CA 91-006 – Aprobación de aeronaves y explotadores aéreos para RNP 1.
- m. SRVSOP CA 91-007 Aprobación de aeronaves y explotadores para RNP Avanzada.
- n. SRVSOP CA 91-008 - Aprobación de aeronaves y explotadores para RNP (RNP APCH).
- o. SRVSOP CA 91-009 - Aprobación de aeronaves y explotadores para RNP con autorización obligatoria (RNP AR APCH).
- p. SRVSOP CA 91-010 - Aprobación de aeronaves y explotadores para aproximación con guía vertical/navegación vertical barométrica (APV/baro-VNAV).
- q. SRVSOP CA 91-012 Aprobación de aeronaves y explotadores para RNP 0.3.
- r. Resolución AAAES N° 002 de 2020 por la cual se adoptan las Circulares de Asesoramiento de la SVRSOP.
- s. Circular Regulatoria AAAES No. 002-2020 “APROBACIÓN OPERACIONAL DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO”.
- t. Ayudas de trabajo aprobación operacional PBN Aviación de Estado para cada especificación (RNAV10, RNAV 5, RNAV 2, RNAV1 Y RNAV2, RNP 4, RNP 2, RNP 1, RNP APCH, APV/BARO-VNAV).
- u. Guía AAAES Proceso Aprobación Operacional PBN.

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	01
		Fecha	24-04-2019

5. CONTENIDO

5.1 Marco de Referencia

El transporte aéreo en general es considerado como una actividad central que dinamiza el desarrollo de las regiones y países¹, y como consecuencia de los grandes desarrollos tecnológicos y beneficios del mismo, el tráfico aéreo ha crecido exponencialmente en poco más de un siglo. De acuerdo a la previsión mundial del crecimiento del transporte aéreo de la OACI, se espera que en el lapso 2018-2038 el número de personas que viajan en avión se duplique, con un crecimiento promedio anual de 4.2%, mientras que el transporte de carga por medio aéreo crecerá a un ritmo de 3.5% cada año durante el mismo periodo². Es así como la demanda por el transporte aéreo podría llegar a exceder la capacidad instalada de los sistemas de navegación con un impacto no solo para la industria aeronáutica sino también para la seguridad operacional.

Surge entonces la necesidad de optimizar la operación aérea bajo el Concepto de Espacio Aéreo PBN (Navegación basada en el Rendimiento) que impulsado por la OACI, propende por satisfacer las necesidades relacionadas con el crecimiento del tránsito aéreo, bajo criterios de armonización global e interoperabilidad, en la búsqueda de la gestión eficiente del espacio aéreo, el aumento de la capacidad, el incremento de la seguridad operacional y la protección al medio ambiente, como principales objetivos.

A través del Concepto de Espacio Aéreo PBN, se busca la reducción de espaciamiento entre aeronaves y la utilización de guía vectorial ATC en rutas de salida y llegada, lo que se traduce en una menor complejidad del espacio aéreo y reducción en la carga de trabajo tanto para los Controladores Aéreos como para las Tripulaciones. La eficiencia se ve reflejada en la publicación de mejores perfiles de ascenso y descenso en las operaciones, con trayectorias más flexibles para incrementar la eficiencia operacional, mientras se reduce el consumo de combustible.

¹ Para el caso de los países de América Latina, véanse estudios realizados por IATA, UAEAC y Oxford Economics.

² ICAO, Desarrollo económico del transporte Aéreo (Pronostico de tráfico aéreo de pasajeros y carga con base al año 2018 como línea base de datos). Extraído de <https://www.icao.int/sustainability/Pages/eap-fp-forecast-scheduled-passenger-traffic.aspx>.

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021	Versión N°	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

Es indispensable indicar que el rendimiento está definido en términos de precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad, requisitos necesarios para la operación en un determinado espacio aéreo, que ofrezca un escenario seguro que incorpore una red de rutas con separación mínima, franqueamiento de obstáculos e infraestructura de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia (CNS), acorde con los propósitos anteriormente planteados.

En este sentido, considerando que Colombia es un país signatario de la OACI y en concordancia con las necesidades y beneficios del concepto PBN, en el año 2009 la UAEAC promulgó el Plan de implementación PBN, cuyo objetivo general, *“Proveer una estrategia para la transición progresiva a la Navegación Basada en el Rendimiento (PBN) en Colombia, aplicada a las operaciones de aeronaves, involucrando Rutas en espacio aéreo superior, Rutas en espacio aéreo inferior, Aproximaciones por Instrumentos, Rutas Normalizadas de Salida (SID) y Rutas Estándares de Llegada (STAR)”*, nace como respuesta inicial a la recomendación de implementar procedimientos RNAV en el TMA Bogotá como una estrategia efectiva para la operación de aeronaves, con el fin de lograr altos niveles de seguridad aérea y una mayor eficiencia operacional.³

Es así, como a partir del 12 de octubre de 2017 entra en vigor el nuevo Concepto de Navegación Basada en el Rendimiento, aplicable tanto en el Área de Control Terminal de Bogotá (TMA Bogotá), así como en los procedimientos generales y específicos a seguir por las tripulaciones y dependencias ATS del Centro de Control Bogotá.⁴

En este sentido todos los operadores comerciales y usuarios privados del TMA Bogotá, con el fin de operar de forma armonizada en el marco del nuevo concepto de diseño y operación, debieron adelantar el proceso de aprobación operacional, con el fin de satisfacer los requisitos mínimos establecidos para la aeronavegabilidad de las aeronaves, procedimientos de operación y entrenamiento que garantizaran la operación segura en este espacio aéreo.

La Aviación de Estado no puede ser la excepción en el propósito de operar bajo el concepto PBN, en el entendido que el mismo espacio aéreo es compartido con la

³ UNIDAD ESPECIAL ADMINISTRATIVA DE LA AERONAUTICA CIVIL, Plan de implementación PBN, Navegación Basada en la Performance Colombia, 2009

⁴ UNIDAD ESPECIAL ADMINISTRATIVA DE LA AERONAUTICA CIVIL, Nuevo Concepto Operacional TMA Bogotá, 2017.

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	01
		Fecha	24-04-2019

aviación civil y, además, teniendo en cuenta que conforme a las políticas del sector defensa y la esencia misma de la administración de los recursos públicos, se debe propender por que las operaciones aéreas de la Aviación de Estado se desarrollen de forma ordenada, eficiente, segura y con altos estándares de calidad para responder satisfactoriamente a los intereses superiores de la Nación.

Es por esta razón, que la Autoridad Aeronáutica de Aviación Estado (AAAES) pone en conocimiento de los Entes de la Aviación de Estado, los conceptos generales de la Navegación Basada en el rendimiento PBN como fase previa esencial e indispensable dentro del proceso de la implementación y aprobación de las especificaciones RNAV y RNP que la AAAES ha establecido con soporte en las guías que en esa materia se han desarrollado a nivel internacional.

5.2 Descripción de la Navegación Basada en el Rendimiento

5.2.1 Generalidades

De acuerdo con el Documento OACI 9613 – Manual Navegación Basada en la Performance, los sistemas de navegación aérea, así como los avances tecnológicos en el sector aeronáutico cada vez adquieren nuevas herramientas que permiten potencializar las capacidades tanto de pilotos como de controladores para optimizar el espacio aéreo, en un ambiente de eficiencia y seguridad como respuesta al constante incremento de los estándares y la demanda que exige el desarrollo del sector aeronáutico.

El concepto PBN, determina que los requisitos de performance del sistema RNAV o RNP de la aeronave se definen en función de la precisión, integridad, disponibilidad, continuidad y funcionalidad necesarias para las operaciones propuestas en el contexto de un concepto de espacio aéreo particular, con el apoyo de la infraestructura de NAVADS apropiada, el cumplimiento del sistema WGS 84 y el aseguramiento de calidad de los datos aeronáuticos prescrito en el Anexo 15 de la OACI (Servicios de Información Aeronáutica).

Como se observa en la Figura 1, el concepto PBN representa un cambio de navegación basada en sensores a navegación basada en el rendimiento. En este sentido, los requisitos de performance se expresan en especificaciones para la navegación, que también identifican la elección de los sensores y del equipo de navegación que pueden usarse para satisfacer los requisitos de rendimiento.

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	01
		Fecha	24-04-2019

Estas especificaciones para la navegación proporcionan a los Estados y a los operadores, orientación específica para la implantación, con el fin de facilitar la armonización mundial.

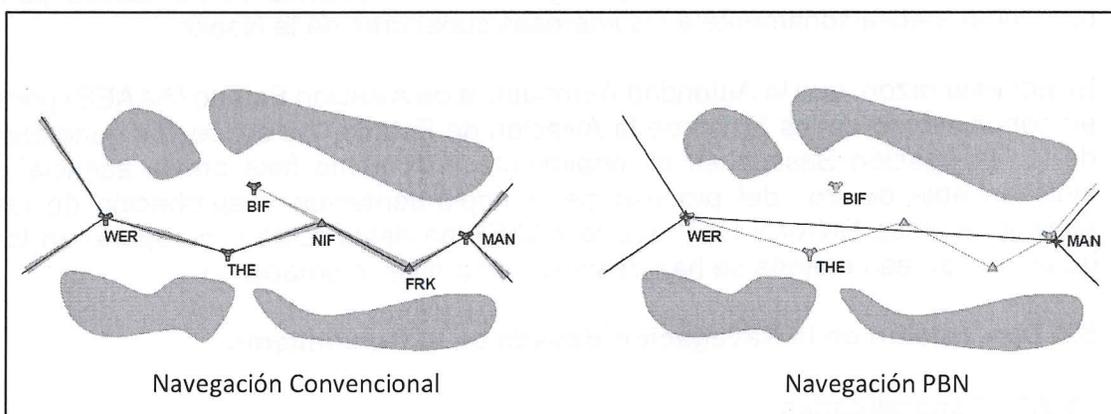


Figura 1 Navegación convencional vs navegación PBN

Fuente: Documento de la OACI 9613 – Manual Navegación Basada en el Performance

En el marco de las operaciones PBN, es válido señalar que los requisitos de navegación genéricos se definen principalmente en función de los requisitos operacionales. Por consiguiente, los operadores evalúan las opciones con respecto a la tecnología y los servicios de navegación disponibles en sus aeronaves con el fin de implementar la solución más eficaz para cada caso en particular, de acuerdo a sus necesidades y capacidades.

5.2.2 Beneficios

La navegación basada en el rendimiento, ofrece a los operadores varios beneficios en comparación con los métodos de navegación convencional basados en sensores, como se referenciará a continuación:

a. Reducción de los costos de operación:

Al reducirse la necesidad de mantener las rutas y procedimientos convencionales basados en sensores específicos a través de la implementación de nuevas

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	01
		Fecha	24-04-2019

trayectorias de vuelo óptimas, así como de procedimientos de ascenso/descenso continuos y estabilizados, logrando una reducción del consumo de combustible en la operación de las aeronaves pertenecientes a la Aviación de Estado.

b. Mayor seguridad operacional:

Con la implementación de la PBN en la Aviación de Estado, también se impactará positivamente la seguridad operacional, si se tiene en cuenta que los procedimientos de ascenso/descenso continuos y estabilizados reducen las cargas de trabajo de las tripulaciones y los controladores, reduciendo el riesgo de vuelo controlado hacia el terreno, apoyado en la capacidad de almacenar rutas y puntos en la base de datos, así como la reducción en tiempo y número de comunicaciones.

c. Disminución de emisiones de CO₂:

Con la disminución en el consumo de combustible necesario para la operación, se logrará de manera paralela una reducción de la generación de emisiones contaminantes, convirtiéndose en un factor importante si se considera que de acuerdo a la Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), las emisiones producidas por los motores de las aeronaves contribuyen en un 2% de los gases de efecto invernadero, más aún si se tiene en cuenta que se estima que continúe aumentando entre un 3 o 4% por año.

d. Mayor versatilidad operacional:

Con la implementación de operaciones PBN se contará con una mayor accesibilidad a las regiones y aeropuertos remotos con procedimientos RNAV/RNP con mínimos inferiores a los que pueden ofrecer los procedimientos convencionales de no precisión, con el fin de asegurar un mayor índice de acceso a estas regiones durante períodos de mal tiempo y baja visibilidad.

e. Potencialidad de las capacidades PBN instaladas:

Con la operacionalización de la PBN se aprovecharán las capacidades RNAV/RNP instaladas a bordo de las aeronaves de Aviación de Estado.

5.3 Concepto PBN

La PBN hace parte integral del concepto de espacio aéreo, comunicaciones, vigilancia, navegación y gestión de tránsito aéreo CNS-ATM, como se muestra en

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	01
		Fecha	24-04-2019

la Figura 2. En este sentido la PBN se fundamenta en el uso de la navegación de área e incorpora tres componentes:

- La infraestructura NAVAID.
- Las especificaciones para la navegación.
- La aplicación de navegación.

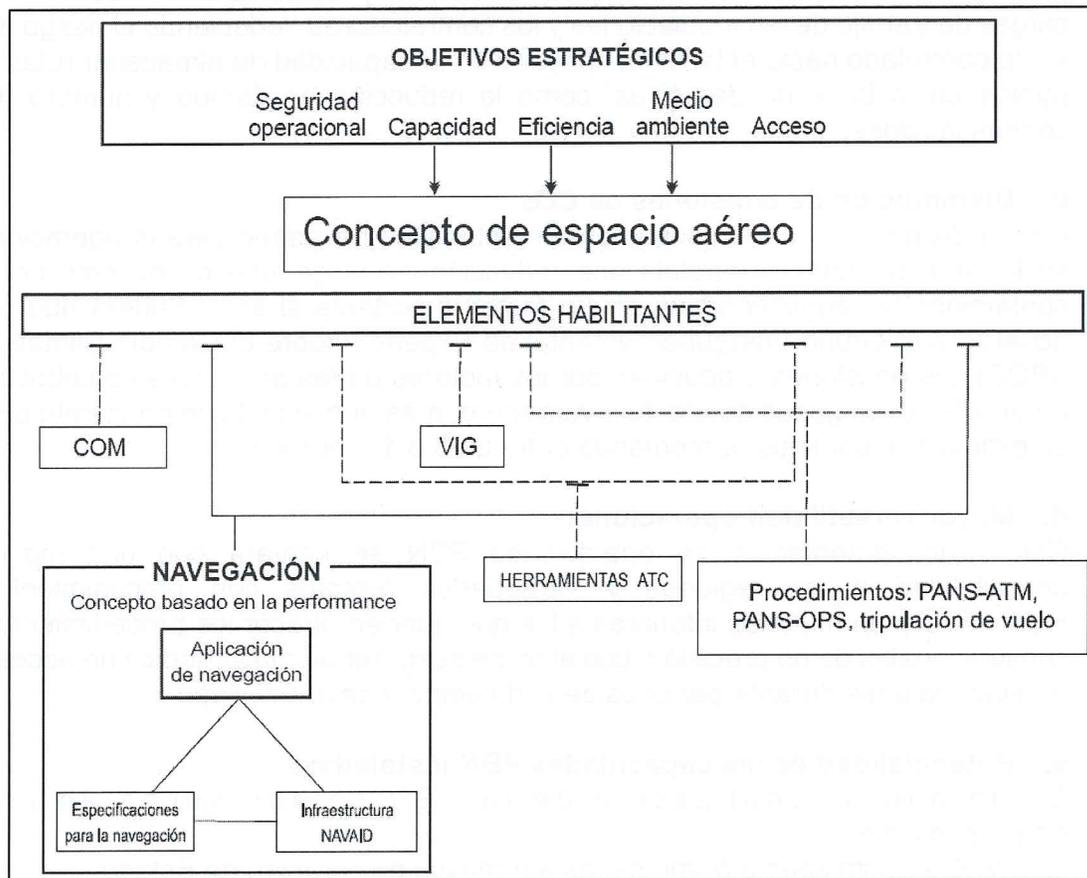


Figura 2. PBN dentro del concepto de espacio aéreo.

Fuente: Documento de la OACI 9613 – Manual Navegación Basada en el Performance

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021	Versión N°	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

5.3.1 Navegación de área (RNAV)

La navegación de área (RNAV) es un método de navegación que permite la operación de aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de la capacidad de las ayudas autónomas, o de una combinación de ambas. La navegación de área incluye la navegación basada en el rendimiento, así como otras operaciones RNAV que no se ajustan a la definición de navegación basada en el rendimiento.

5.3.2 Rendimiento Requerido para la Navegación (RNP)

Operaciones de aeronaves en las que se usa un sistema de navegación de área que da apoyo a la vigilancia y alerta del rendimiento de a bordo.

5.3.3 Especificaciones para la navegación

Las especificaciones de navegación son los diferentes procedimientos que las aeronaves y tripulaciones pueden realizar de acuerdo con las capacidades y aprobaciones con que cuentan para operar en espacios aéreos PBN. Los Estados usan las especificaciones para la navegación como base para la elaboración del material para la aprobación de aeronavegabilidad y operacional.

Una especificación para la navegación expresa en detalle el rendimiento requerido para la operación RNAV o RNP en cuanto a precisión, integridad y continuidad, las funciones de navegación que el sistema debe tener, los sensores de navegación que deben estar integrados en el sistema RNAV o RNP, y los requisitos impuestos a la tripulación de vuelo.

Una especificación RNP incluye el requisito de vigilancia y alerta del rendimiento de a bordo, mientras que la especificación RNAV no incluye este requisito.

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021	Versión N°	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

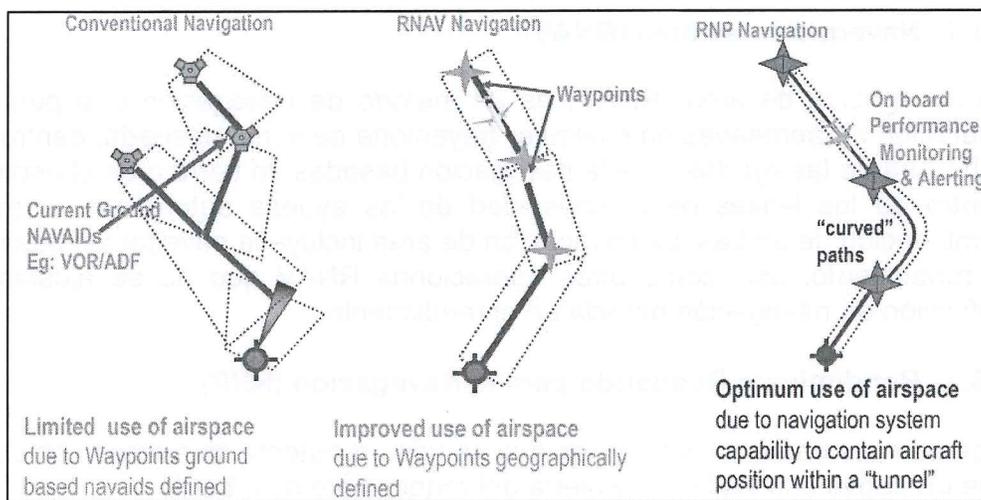


Figura 3. Navegación tradicional vs navegación bajo concepto PBN
Fuente: FAA, Performance Based Navigation.

5.3.4 Vigilancia y alerta del rendimiento de a bordo

La vigilancia y alerta del rendimiento de a bordo es el principal elemento que determina si el sistema de navegación alcanza el nivel de seguridad operacional necesario para una aplicación RNP, si este requisito se relaciona con el rendimiento de navegación lateral y con la longitudinal, y si permite a la tripulación de vuelo detectar si el sistema de navegación no logra, o no puede garantizar con una integridad de 10^{-5} el rendimiento de navegación requerida para la operación que realiza.

Los sistemas RNP ofrecen mejoras respecto a la integridad de las operaciones y, por ende, se estima que permitan un espaciado menor entre rutas y puedan proporcionar suficiente integridad para que en un espacio aéreo específico se usen únicamente sistemas RNP. Por consiguiente, el uso de los sistemas RNP puede ofrecer beneficios considerables en cuanto a seguridad operacional, operaciones y eficiencia, con respecto a los sistemas RNAV.

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021	Versión N°	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

5.3.5 Requisitos funcionales de navegación

Tanto las especificaciones RNAV como RNP incluyen requisitos respecto a ciertas funciones para la navegación. En un nivel básico y de manera general, se pueden encontrar entre los requisitos funcionales los descritos a continuación:

- a. Indicación continua de la posición de la aeronave con relación a la derrota presentada al piloto a los mandos en una pantalla de navegación situada en su campo de visión principal.
- b. Presentación de distancia y rumbo al punto de recorrido activo (To).
- c. Presentación de velocidad respecto al terreno o tiempo al punto de recorrido activo (To).
- d. Función de almacenamiento de datos de navegación.
- e. Indicación adecuada de fallas del sistema RNAV o RNP, incluidos los sensores.

Entre otras especificaciones de navegación más detalladas se incluyen el requisito de bases de datos de navegación y la capacidad de ejecutar procedimientos desde la base de datos.

5.3.6 Designación de las especificaciones RNP y RNAV

La tabla 1 presenta la clasificación de las especificaciones de las operaciones PBN, así como los respectivos espacios aéreos donde se pueden implementar. También se presenta en esta tabla, el máximo error transversal que puede presentar en la función de navegación.

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021	Versión N°	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

Especificación para la navegación	Fase de vuelo							
	Oceánica/ Remota	Continental	Llegada	Aproximación			Frustrada	Salida
				Inicial	intermedia	Final		
RNAV 10	10							
RNAV 5		5	5					
RNAV 2		2	2					2
RNAV 1		1	1	1	1		1	1
RNP 4	4							
RNP 2	2	2						
RNP1			1	1	1		1	1
RNP AVANZADO	2	2 o 1	1	1	1	0.3	1	1
RNP APCH				1	1			
RNP AR APCH				1-0.1	1-0.1	1-0.1		
RNP 0.3		0.3	0.3	0.3	0.3		0.3	0.3

Tabla 1 Operaciones basadas en desempeño por espacios aéreos
Fuente: Documento de la OACI 9997 – Manual de Aprobación Operacional PBN

La tabla 2 presenta la variedad de sensores y sistemas de navegación que pueden ser aprobados para cada una de las especificaciones.

Especificación para la navegación	Sensores de navegación				
	GNSS	INS/IRU	DME/DME	DME/DME/IRU	DME/VOR
RNAV 10	X	X			
RNAV 5	X	X	X	X	X
RNAV 2	X		X	X	
RNAV 1	X		X	X	
RNP 4	X				
RNP 2	X				
RNP1	X				
RNP AVANZADO	X				
RNP APCH	X	X			
RNP AR APCH	X				
RNP 0.3	X				

Tabla 2 Especificaciones PBN, sensores y sistemas de navegación.
Fuente: Documento de la OACI 9613 – Manual Navegación Basada en el Performance

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021	Versión N°	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

5.3.7 Consideraciones relativas a las designaciones RNAV y RNP

Cabe señalar que, en los casos en que la precisión de navegación se usa como parte de la designación de una especificación para la navegación, la precisión de navegación es únicamente uno de los requisitos funcionales y de rendimiento incluidos en la especificación para la navegación.

Dado que para cada especificación para la navegación se definen requisitos funcionales y de rendimiento específicos, una aeronave aprobada para una especificación RNP no está automáticamente aprobada para todas las especificaciones RNAV. Del mismo modo, una aeronave aprobada para una especificación RNP o RNAV que tiene un requisito de precisión estricto, no está automáticamente aprobada para una especificación para la navegación que tenga un requisito de precisión menos estricto.

5.4 PBN en la Aviación de Estado

En la actualidad hay dos grandes usuarios del espacio aéreo; la aviación civil y la Aviación de Estado. La aviación civil incluye aeronaves privadas, comerciales y otras al servicio de entidades públicas, que transportan principalmente carga y pasajeros, tanto nacional como internacional. La Aviación de Estado incluye aeronaves militares, policiales y de aduanas para transporte, entrenamiento, seguridad y defensa. Ambos sectores son esenciales para la estabilidad mundial y para las economías. En consecuencia, los Estados se ven en la necesidad de gestionar apropiadamente su limitado espacio aéreo de forma que se puedan satisfacer los requisitos de la aviación, tanto civil como de Estado.⁵

Bajo este criterio y alineados a la estrategia de optimización del espacio aéreo colombiano y el fortalecimiento de los componentes de CNS/ATM, la AAAES tiene como prioridad la implementación de procedimientos de operación PBN que faciliten la armonización de las operaciones civiles y de Aviación de Estado, el afianzamiento de la seguridad y el mejoramiento de la eficiencia operacional.

Es así como la AAAES en uso de las facultades que el Decreto 2397 de 2010 le otorga, ha adoptado un procedimiento encaminado a la aprobación operacional de la capacidad PBN en los Entes de Aviación de Estado, con sustento en las guías,

⁵ OACI Circular 330, Cooperación cívico-militar para la gestión del tránsito aéreo 2011.

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021	Versión N°	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

circulares de asesoramiento y ayudas de trabajo, entre otros documentos, recomendados por la Organización de Aviación Civil Internacional OACI y el Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional SRVSOP, que están descritos ampliamente en la Circular Regulatoria AAAES “APROBACIÓN OPERACIONAL DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO”.

El proceso de aprobación operacional PBN como un todo, requiere de varias aprobaciones parciales así:

- a. Aeronavegabilidad inicial o admisibilidad de la aeronave
- b. Aeronavegabilidad continuada
- c. Operaciones de vuelo

En aras de ofrecer a los diferentes EAE un proceso ágil y organizado para la aprobación operacional en la búsqueda de estandarizar las actividades desarrolladas por la Aviación de Estado, la AAAES se ha alineado con las recomendaciones normativas y operacionales emitidas por la OACI y la SRVSOP; adoptando así las buenas prácticas del máximo órgano rector de la aviación civil internacional. De esta forma, la AAAES ha propuesto de manera integral los siguientes tres requisitos generales que agrupan, los elementos necesarios para aprobar cualquier aeronave de la Aviación de Estado y sus respectivas tripulaciones bajo el concepto PBN:

- a) **Aeronavegabilidad:** Este componente describe criterios necesarios para operar en espacios aéreos diseñados bajo el concepto PBN en función de las condiciones técnicas de la aeronave. Lo que se busca con este componente es asegurar que la aeronave cumpla con las normas de admisibilidad y los requisitos de seguridad operacional para cumplir adecuadamente las funciones y rendimiento definidos en las especificaciones de navegación para las que se prevé obtener la aprobación operacional.
- b) **Aeronavegabilidad Continuada:** Este componente busca confirmar que los Entes de Aviación de Estado sean capaces de demostrar que el sistema de navegación se mantendrá en el tiempo conforme al diseño de tipo.
- c) **Operaciones de vuelo:** Este componente busca establecer la competencia de las tripulaciones, del personal técnico y de aquel personal que ejerza

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021	Versión N°	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

funciones de despacho, teniendo como base los procedimientos operacionales, así como los requisitos particulares de instrucción y entrenamiento. También se consideran el MEL, el manual de operaciones, listas de chequeo, procedimientos de validación de las bases de datos, procedimientos de despacho y mantenimiento entre otros.

Considerando que cada especificación para la navegación exige unos requerimientos de rendimiento específico, una aeronave aprobada para una especificación de navegación en particular, no está autorizada para todas u otras especificaciones de navegación; cada especificación requiere un procedimiento independiente de aprobación.

5.5 Procedimiento de aprobación PBN AAAES

La aprobación operacional para la navegación basada en el rendimiento es el mecanismo diseñado por la AAAES para que los diferentes EAE logren demostrar el cumplimiento de los requisitos mínimos necesarios para que sus tripulaciones y aeronaves puedan operar en espacios aéreos PBN, bajo las diferentes especificaciones para la navegación. Cada EAE determinará cual o cuales especificaciones le son factibles aplicar, utilizando como referencia la Circular Regulatoria AAAES “APROBACIÓN OPERACIONAL DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO” y la Guía AAAES “PROCESO APROBACIÓN OPERACIONAL PBN”.

El proceso de aprobación operacional tiene cuatro grandes objetivos:

- a. Determinar si una aeronave específica propuesta para operar bajo el concepto PBN, cumple con los requisitos generales para ejecutar dichas operaciones en términos de precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad necesarios para operar en un espacio aéreo determinado.
- b. Comprobar la admisibilidad de la aeronave en términos de equipamiento de forma tal que se logren identificar los sensores de posición necesarios de acuerdo a cada especificación. Estos pueden ser GNSS, sistemas inerciales, VOR/DME y/o DME/DME.
- c. Establecer los requisitos de cualificación mínima de las tripulaciones, personal técnico y de despacho en lo relacionado con la instrucción, el

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	01
		Fecha	24-04-2019

entrenamiento y los procedimientos operacionales aplicables a cada una de las especificaciones de navegación y supervisar su cumplimiento.

- d. Por último, supervisar el cumplimiento de los requisitos de mantenimiento y aeronavegabilidad continuada aplicables dentro del concepto PBN, y en particular, a la especificación de navegación de la cual se trata el proceso de aprobación operacional.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos anteriormente mencionados y con el propósito de hacerlo de manera secuencial, se han acogido las cinco fases recomendadas por la OACI, para conseguir el cumplimiento de los requisitos generales, como se describe de manera general a continuación:

5.5.1 Fase Uno: Pre-solicitud

En esta fase el EAE deberá manifestar su interés de llevar a cabo el proceso de aprobación de operaciones RNAV /RNP bajo el concepto PBN. Una vez la AAAES de a conocer los documentos usados como criterios técnicos para la aprobación operacional PBN y la reglamentación aplicable al proceso, se procederá a ajustar entre las partes un cronograma de actividades que facilite completar el proceso de aprobación dentro de los siguientes seis (06) meses posteriores a la pre-solicitud.

5.5.2 Fase Dos: Solicitud formal y radicación de la documentación

El EAE radica la “Solicitud Formal” ante la AAAES relacionando las aeronaves a aprobar y sus respectivos equipos y sensores de navegación. Así mismo, se procede a hacer entrega a la AAAES de la documentación técnica y operacional requerida para el proceso de aprobación mediante el uso de las “Ayudas de trabajo aprobación operacional PBN Aviación de Estado” diseñadas para tal fin.

5.5.3 Fase Tres: Análisis documental

En esta fase el equipo de trabajo de la AAAES inicia la respectiva evaluación de la documentación allegada por el EAE. Si finalizado el proceso de validación, se determina que la documentación allegada es aceptable, se emitirá un concepto en el que se comunicará al EAE solicitante que se procederá a la fase IV. En caso

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	01
		Fecha	24-04-2019

que los resultados de esta evaluación no sean aceptados, se comunicarán las observaciones al EAE para que sean corregidas para el cierre de la fase.

5.5.4 Fase Cuatro: Verificación y Demostración

En esta fase el EAE debe haber completado el programa de instrucción a tripulaciones, despachadores y personal técnico. La AAAES adelantará el proceso de verificación y demostración, el cual podrá incluir sesiones de simulador, auditorías “in situ” de procedimientos operacionales o un vuelo de validación en el que se evalúe la preparación de la aeronave por parte del personal técnico, la documentación de despacho, la funcionalidad de los sensores en cada una de las especificaciones de navegación y los procedimientos operacionales de la tripulación.

5.5.5 Fase Cinco: Aprobación

La AAAES emitirá la aprobación RNAV/RNP una vez que el EAE solicitante haya cumplido satisfactoriamente los requisitos de aeronavegabilidad y de operaciones de vuelo. En este sentido la AAAES emitirá una LOA (Carta de Aprobación) la cual estará firmada por el Jefe de la Oficina AAAES y el Comandante de la Fuerza Aérea Colombiana como máxima autoridad de la AAAES.

NOTA. En la Circular Regulatoria AAAES “APROBACIÓN OPERACIONAL DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO” se encuentra una mayor descripción de las fases dentro del proceso de aprobación operacional PBN para la AE.

6. CAMBIOS DE LA VERSIÓN ANTERIOR

Esta CI deroga y reemplaza la CI 001-19 “Implementación de la Navegación Basada en el Rendimiento para la Aviación de Estado”.

7. ANEXOS

N/A

	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-2021 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Versión N°	01
		Fecha	24-04-2019

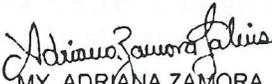
8. CONTACTO PARA MAYOR INFORMACIÓN

Para cualquier consulta técnica referente a esta circular, favor dirigirse a la Oficina de Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado – Área de Operaciones (ARPE), ubicada en la Carrera 13 No. 66-47 Oficina 203, comunicarse al teléfono 3159800 extensión 4104, 4114 o 4113 o a los correos institucionales ivan.sanchez@fac.mil.co y/o edwin.cardonas@fac.mil.co

EL COMANDANTE DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA, EN EL EJERCICIO DE SUS FUNCIONES COMO AUTORIDAD AERONÁUTICA DE AVIACIÓN DE ESTADO,


General RAMSES RUEDA RUEDA

Validó:


MY. ADRIANA ZAMORA
EÉALA


CR. JORGE SAAVEDRA CHACÓN
Jefe AAAES

Elaboró: MY. EDWIN CARDONA (EESNA) 

Revisó: CN. FITZGERALD ALONSO (SUBJEFE AAAES) 

Revisó: TC. IVAN SANCHEZ (ARPE) 