



Aprobación Operacional PBN

Especificaciones de Navegación

Terminal



Especificaciones de Navegación

Aplicable a operaciones en área terminal

- RNAV 1 y RNAV 2
- RNP 1
- A-RNP
- RNP 0.3



RNAV 1 & 2

- RNAV 1 y 2 es a una sola especificación de navegación
- Se necesita solamente una aprobación operacional
- La aprobación RNAV 1 y RNAV 2 permite operaciones
 - ✓ En ambas rutas RNAV 1 y RNAV 2
 - ✓ La especificación de la Ruta es un trabajo de ANSP
 - ✓ Son dependientes de cobertura de radio ayudas en tierra
 - ✓ No es una consideración la aprobación operacional
- RNAV 1 se usa para SID/STAR
- RNAV 2 se podría utilizar donde la cobertura de la radio ayuda sea limitada



RNAV 1 y RNAV 2

- No se requiere monitoreo del performance y alerta abordo
- Es soportado por DME/DME, DME/DME/IRU o GNSS
- Acomoda a la mayoría de las aeronaves
 - ✓ Aeronaves que utilizan sistema Legacy sin GNSS
- Se debe utilizar la vigilancia Radar
 - ✓ Debido al bajo nivel de confianza



Migración a RNAV 1

- RNAV 1 reemplaza al ECAC P-RNAV y US RNAV
- Si un operador posee ambas aprobaciones TGL 10 y FAA AC 90-100
 - ✓ La aprobación RNAV 1 es automática
- Si el operador posee solamente una aprobación
 - ✓ Se requieren condiciones menores adicionales



Migración Europea al RNAV 1

Table 3-1: Additional Requirements for obtaining an RNAV 1 and RNAV 2 approval from a TGL-10 approval

Operator has TGL-10	Needs to confirm these performance capabilities to ICAO RNAV 1 and RNAV 2	Note
If approval includes use of DME/VOR. (DME/VOR may only be used as the only positioning input where this is explicitly allowed.)	RNAV 1 does not accommodate any routes based on DME/VOR RNAV.	RNAV system performance must be based on GNSS, DME/DME, or DME/DME/IRU. However, DME/VOR inputs do not have to be inhibited or deselected.
If approval includes use of DME/DME	No action required if RNAV system performance meets specific navigation service criteria in this Chapter, 3.3.3.3.2 (DME/DME only) or 3.3.3.3.3 (DME/DME/IRU)	Operator can ask manufacturer or check FAA website for list of compliant systems - see Note below this table.
RNAV SID Specific Requirement with DME/DME Aircraft	RNAV guidance available no later than 500ft AFE on AC 90-100 Type B procedure	Operator should add these operational procedures.
If approval includes use of GNSS	No action required	



Migración de US al RNAV 1

Table 3-2: Additional Requirements for obtaining RNAV 1 and RNAV 2 approval from an AC 90-100 approval

Operator has AC 90-100	Needs to confirm these performance capabilities to ICAO RNAV 1/RNAV 2	Note
If approval based on GNSS (TSO-C129)	GPS pseudorange step detector and GPS health word checking is required in accordance with TSO C129a/ETSO C129a.	Operator should check if pseudorange step detector and health word checking is supported by the installed GPS receiver or check if GPS receiver is approved in accordance with TSO C129a/ETSO C129a.
No navigation database updating process required under AC 90-100.	Data supplier and avionics data supplier must have letter of acceptance (LOA) in accordance with this chapter, paragraph 3.3.3.4.m.	Operator should ask data supplier for status for the RNAV equipment

Si el operador posee la aprobación AC 90-100A, entonces cumple con el RNAV 1



RNP 1

- El RNP 1 es fundamentalmente un RNAV 1 con GNSS
 - ✓ Se requiere monitoreo del performance y alerta abordó
 - ✓ GNSS requerido
 - ✓ El régimen de participación está limitado a aeronaves equipadas con GNSS
 - ❖ Muchos Estados requieren ahora RNP 1
 - ✓ No se requiere la vigilancia Radar
 - ❖ La aplicabilidad se incrementa en cualquier aeropuerto
 - ✓ Las piernas RF están soportadas en la 4^{ta} Edición del Manual PBN



RNAV 1 & RNP 1

Aplicable a SID/STAR y aproximación hasta el FAF

Especificación de Navegación	Fase Vuelo							
	En Ruta Oceánico / Remoto	En Ruta Continental	Llegada	Aproximación				Salida
				Inicial	Intermedio	Final	Ida al aire	
RNAV 1		1	1	1	1		1	1
A-RNP		2 o 1	1	1	1	0.3	1	1
RNP 1			1	1	1		1	1
RNP 0.3		0.3	0.3	0.3	0.3		0.3	0.3



Sistemas de Soporte

RNAV 1

- DME/DME
- DME/DME/IRU
- GNSS Stand-alone
 - TSO-C129a
 - TSO-C145()
- IRS/GNSS
 - TSO-C129a
 - TSO-C146()



RNP 1

- GNSS (stand-alone)
 - TSO-C129a
 - TSO-C145()
- IRS/GNSS
 - TSO-C129a
 - TSO-C146()



Monitoreo del
Performance y Alerta
abordo



Funcionabilidad

Pantallas del Sistema

- Distancia y Marcación al waypoint activo
- Velocidad Terrestre o tiempo al waypoint activo
- Distancia entre waypoints
- Distancia remanente
- Tipo de sensor de la navegación activa



Pantallas

- La escala de desviación de la pantalla es automáticamente compatible con los límites de alerta y anuncio
- La escala total de deflexión es adecuada a cada fase de vuelo
- El selector de curso está automáticamente esclavizado a la trayectoria computarizada a no ser que el mapa muestre la trayectoria y la desviación

Lo siguiente es aplicable a sistemas GNSS en Modo Terminal
El XTK debe mostrarse en una parte primaria de vista en el CDI/HSI
Modo Terminal dentro de 30NM del Aeropuerto
La escala del CDI se ajusta en +/- 1NM automáticamente
La alerta se fija en 1NM HPL automáticamente



Alternativa a las Pantallas

- Los sistemas FMS típicamente **NO** incorporan HSI/CDI
- Se utiliza la navegación por medio del mapa (ND)
 - ✓ Provee una funcionabilidad equivalente
 - ✓ Se debe seleccionar la escala apropiada
- XTK numéricos podrían estar disponibles en
 - ✓ La pantalla de navegación
 - ✓ CDU
- Se podría requerir el piloto automático /FD



Funcionabilidad Estándar

- Se requiere la navegación por medio de base de datos
- El procedimiento se carga seleccionándolo desde la base de datos
- Función 'Direct -To'
- Secuencia automática de piernas con el 'Fly-By' o 'Fly-Over'
- Ejecuta automáticamente :
 - ✓ IF, CF, DF, TF
- Vuela automáticamente o manualmente:
 - ✓ CA, FM, VA, VI, VM
- LNAV disponible después de 500' AGL



Cuestiones de Funcionabilidad

- Se requiere la intervención del Piloto cuando la funcionabilidad esté limitada
- Típicamente cuando la función VNAV no este integrada
 - Sistemas Stand-alone
 - Sistemas FMS menos capaces
- La intervención manual sería para ejecutar (si fuese requerido)
 - CA, FM, VA, VI, VM
 - Esto se debe cubrir dentro del Manual de Operaciones y durante el entrenamiento del piloto



Funcionabilidad del GNSS

- RNAV 1 y RNP 1 utilizando GNSS stand-alone
 - ✓ Cumple si es operado en Modo Terminal (30NM)
 - ✓ El Modo Terminal no se puede seleccionar manualmente
 - ✓ Depende de la selección correcta del plan de vuelo
- Si el SID/STAR está mas allá de las 30NM
 - ✓ Los GNSS Stand-alone se ajustarán en Modo Ruta (+/-5NM)
 - ✓ La tripulación debe mantener las tolerancias de navegación de RNAV 1/RNP 1

Esta cuestión ya está identificada en las especificaciones de navegación RNP 1 pero también es aplicable al RNAV 1 que utiliza GNSS stand-alone



Pre-Vuelo

- Compruebe la disponibilidad de la Radio Ayuda de RNAV 1 sin GNSS
- Compruebe la disponibilidad del GNSS para la ruta que utilizara GNSS
 - ✓ No deben haber intervalos en la disponibilidad de la ruta de mas de 5 mins
- Se revisan los procedimientos de contingencia
- Llene 'R' en la casilla 10 del FPL
- 'PBN/D1 a 4' para RNAV 1 en casilla 18
- 'PBN/O1 a 4' para RNP 1 en casilla 18

Consejo: La probabilidad de tener intervalos donde se pierda la capacidad de integridad de 1NM con la configuración actual de 31 satélite es remota.



Plan de Vuelo

Códigos de la casilla 18 del PBN

RNAV 1

- D1 – Todos los sensores permitidos
- D2 – GNSS
- D3 – DME/DME
- D4 – DME/DME/IRU

RNP 1

- O1 – Todos los sensores permitidos
- O2 – GNSS
- O3 – DME/DME
- O4 – DME/DME/IRU

Selecciones típicas:

O1 para aeronaves con FMS con IRS/GNSS

D4 para aeronave clásicas con FMS sin GNSS

O2 para GNSS stand-alone



Procedimientos Operativos (1)

- Confirmar que la base de datos está vigente
- Obtenga el procedimiento desde la base de datos de abordó utilizando el nombre respectivo
- Se permite la inserción/remoción de waypoints
- **NO** se permite la creación manual de nuevos waypoints
- Se debe hacer una referencia cruzada entre el plan de vuelo y la carta



Procedimientos Operativos(2)

- Utilizar el indicador de desviación lateral, el director de vuelo y/o el piloto automático en el modo de LNAV
- La escala de desviación lateral debe ser +/- 1nm (Modo Terminal)
- El Modo Mapa es una alternativa a usar como un indicador de desviación
- Mantenga la línea central de la ruta todo el tiempo:
 - ✓ +/- 0.5nm en segmentos rectos
 - ✓ Hasta +/- 1nm durante virajes de entrada/salida

Nota: A no ser que se este volando una pierna RF, la guía del curso no estará disponible durante los virajes



Procedimientos Operativos(3)

- Antes del despegue, verificar el sistema NAV:
 - ✓ Modo correcto o RNP 1 seleccionado
 - ✓ Aeropuerto, pista y procedimiento SID cargado y correcto
- La señal GNSS debe ser adquirida antes del despegue
- DME/DME/IRU – confirme la posición de la aeronave dentro de 1000' (0.17nm) de una posición conocida antes de rodar

Precaución: La selección incorrecta de un SID/STAR es una preocupación seria de seguridad operacional. Se debe prestar buena atención a los procedimientos de las tripulaciones, particularmente aquellos que tienen que ver con enmiendas a las autorizaciones



Procedimientos Operativos(4)

- Antes de la llegada, verificar el sistema NAV:
 - ✓ Modo correcto o RNP 1 seleccionado
 - ✓ Aeropuerto, pista y procedimiento STARID cargado y correcto
- Siga las modificaciones a la ruta por parte del ATC
 - ✓ No cancele el procedimiento
 - ✓ Solo inserte waypoints de la base de datos si fuera requerido
 - Compruebe el waypoint activo una vez que se reincorpore después de un vector radar

Precaución: Ponga atención especial al VNAV cuando se este reincorporando al procedimiento. Los Pilotos DEBEN entender la funcionabilidad del VNAV y asegurarse que las altitudes mínimas se respeten. La función DCT muchas veces no toma en cuenta las restricciones de altitudes intermedias



Procedimientos de Contingencia

- Notifique al ATC por pérdidas de la capacidad de navegación
- Cuando el procedimiento de contingencia requiere una reversión hacia una ruta o llegada convencional, las preparaciones necesarias deben ser completadas antes de comenzar la ruta LNAV



Entrenamiento

El Piloto debe conocer sobre:

- Características de procedimiento RNAV y RNP
- Principios del GNSS
- Principio de navegación de área, tipos de waypoint y terminadores de trayectoria
- Equipo requerido de navegación
- Información específica del sistema
- Procedimientos Operativos incluyendo el como llevar a cabo acciones específicas
- Niveles de automatización recomendados del Operador
- Fraseología para las aplicaciones
- Procedimientos de Contingencia



Documentación de Certificación

- FAA Order AC90-100A()
 - Terminal US y Operaciones de Navegación de Área En-Ruta (RNAV)
- FAA Order AC 90-105
 - Operaciones RNP y Navegación Vertical Barométrica en el Sistema Nacional Aéreo Espacial de US
- EASA/JAA TGL 10 Rev 1
 - Aprobación de Aeronavegabilidad y Aprobación Operacional para Operaciones de Precisión RNAV en el designado espacio aéreo Europeo



Advisory Circular

Subject: U.S. Terminal and En Route Area Navigation (RNAV) Operations

Date: 03/01/07

AC No: 90-100A

Initiated by: AFS-400

1. PURPOSE.

a. This advisory circular (AC) provides operational and airworthiness guidance for operation on U.S. Area Navigation (RNAV) routes, Instrument Departure Procedures (DPs), and Standard Terminal Arrivals (STARs). Operators and pilots should use the guidance in this AC to determine their eligibility for these U.S. RNAV routes and procedures. In lieu of following this



U.S. Department
of Transportation
Federal Aviation
Administration

Advisory Circular

Subject: Approval Guidance for RNP Operations and Barometric Vertical Navigation in the U.S. National Airspace System

Date: 1/23/2009

AC No: 90-105

Initiated by: AFS-400

Change:

1. **PURPOSE.** This advisory circular (AC) provides system and operational approval guidance for operators to conduct Title 14 of the Code of Federal Regulations (14 CFR) part 97, Required Navigation Performance (RNP) instrument approach procedures (IAP). This AC provides system

JAA Administrative & Guidance Material
Section One: General Part 3: Temporary Guidance Leaflets

LEAFLET NO 10 Rev 1: AIRWORTHINESS AND OPERATIONAL APPROVAL FOR PRECISION RNAV OPERATIONS IN DESIGNATED EUROPEAN AIRSPACE

This leaflet provides guidance material for the approval of aircraft and operations in the European region where Precision Area Navigation (P-RNAV) is required. It relates to the implementation of area navigation within the context of the European Air Traffic Management Programme (EATMP) and should be read in conjunction with EUROCONTROL document 003-93 (), Area Navigation Equipment: Operational Requirements and Functional Requirements.



A-RNP

Especificación de Navegación	Fase Vuelo							
	En Ruta Oceánico / Remoto	En Ruta Continental	Llega da	Aproximación				Salida
				Inicial	Intermedio	Final	Ida al aire	
RNAV 1		1	1	1	1		1	1
A-RNP		2 o 1	1	1	1	0.3	1	1
RNP 1			1	1	1		1	1
RNP 0.3		0.3	0.3	0.3	0.3		0.3	0.3



A-RNP

- El A-RNP será implementado en soporte del Sistema de Actualizaciones de Aviación por Bloques de la OACI y el Plan Global de Navegación Aérea.
- Requisitos importantes : Piernas RF, offset paralelo, patrón de espera RNAV
- Opciones significativas: Escalabilidad, Continuidad Alta, Transiciones de Radio Fijas y Control de tiempo de Llegadas.
- Los sistemas aprobados RNP AR son considerados que cumplen con los requisitos de del sistema de monitoreo del performance y alerta sin ningún examen adicional.
- Un Operador aprobado para A-RNP está automáticamente aprobado para RNAV 1, RNAV 2, RNAV 5, RNP 2, RNP 1 y RNP APCH Parte A.
- Si un operador ya está aprobado para operaciones RNAV 1, RNAV 2, RNAV 5, RNP APCH Parte A, RNP 1, y/o RNP 2, un re-evaluación para obtener un A-RNP equivalente no es operación es necesario.



Tramos RF

- Opcional para RNP 1, RNP 0.3, RNP APCH
- Requerido para A-RNP
- El Piloto **no** debe tener acceso a procedimientos con tramos RF si el sistema de la aeronave no es capaz
- La Aeronave debe permanecer dentro de $1 \times \text{RNP}$ del la línea central todo el tiempo
- Se requiere una demostración que el FTE se puede mantener luego de una falla parcial o total del AP/FD



Requisitos Funcionales del RF

- El Piloto Automático o el Director de Vuelo deben tener capacidad de por lo menos “roll-steering” que maneje el sistema RNP
- Una pantalla de mapa electrónica que muestre la trayectoria computarizada del RNP.
- El FMC, FD y AP deben ser capaces de comandar y lograr ángulos de banqueo de hasta 25° arriba de 400 feet sobre la elevación de la pista.
- El modo de guía de vuelo debe permanecer en LNAV mientras este en tramos RF,
- Pantalla con la desviación y pantalla con guía positiva del curso durante los tramos RF
- LNAV/NAV debe permanecer “enganchado” durante la ida al aire (TOGA)
 - ✓ Procedimientos alternos para la tripulación deberán ser autorizados



Procedimientos de la Tripulación de Vuelo - RF

- Utilice solamente un Director de Vuelo o Piloto Automático cuando vuelo un tramo RF
- Cuando se despacha y existe un procedimiento con tramos RF, el Director de Vuelo/Piloto Automático deben estar operativos
- La aeronave debe estar establecida antes de iniciar el tramos RF
- El Piloto debe mantener la línea central de la trayectoria deseada en el tramo RF.
- El Piloto no debe exceder las velocidades máximas publicadas
- El Piloto debe mantener el ángulo de banqueo actual y salir del tramo RF en el evento de una falla en el sistema.

Nota: La pérdida de la función del A/P o FD durante un tramo RF podrá requerir una reversión y volver al vuelo manual. Los ajustes del ángulo de banqueo podrán ser requeridos para mantener la trayectoria del vuelo debido a los efectos del viento. Cuando se cuente con un predictor de viraje, esto podrá asistir grandemente para mantener el viraje durante el RF



Entrenamiento - RF

- Significados y uso de la funcionalidad del RF.
- Representación de cartas y descripción textual.
- Automatización, anunciadores del modo, cambios, alertas, interacciones, reversiones y degradación asociada con la funcionabilidad del RF.

Nota: No se permite seleccionar manualmente las funciones de limitación del ángulo de banqueo.

- El monitoreo del performance para mantener la trayectoria.
- Los efectos del viento durante los tramos RF y la necesidad de permanecer dentro de los límites del XTK
- Restricciones en el ángulo de banqueo que impactan la habilidad de permanecer dentro de la línea central del curso.
- Interpretación de las pantallas electrónicas y símbolos.
- Procedimientos de contingencia.



Transición de Radio Fija

- Opcional para RNP 2 y A-RNP
- Solamente aplicable en-ruta
- Para utilizarse con la idea de reducir el espaciamiento de la ruta
- Mejora la precisión de la trayectoria comparado con una anticipación al viraje
- La aeronave debe permanecer dentro de la línea central de 1xRNP todo el tiempo
- La pantalla debe monitorear el FTE por trayectorias en curva y valores numéricos de cross track
- Difícil su utilización antes del 2020



Control del Tiempo de Llegadas

- 4 sistemas de navegación dimensionales soportan al TOAC
- La aeronave podrá ser separada en tiempo, así como, lateral, vertical y horizontalmente
- Ya se ha demostrado en operaciones actuales
- Muchas aeronave ya poseen esta capacidad
- No se ha implementado todavía debido falta de equipos
- Se deben acomodar todavía algunas variables ambientales (temperatura, viento)
- No se espera su implementación antes del 2020



RNP 0.3

- Aplicable a operaciones de corto alcance en el espacio aéreo terminal
- Su intención es principalmente para soportar operaciones con helicóptero
- El RNP 0.3 se usa para salida, en-ruta, llegadas y aproximación
- Las tolerancias de vuelo mas estrechas permiten operaciones a bajo nivel
- Los sistemas FMS permiten la selección del RNP 0.3 requerido

¿Preguntas?

