



**Cuestión 2 del
Orden del Día:**

Reporte de actividades del GESEA y Subgrupos

b) Implantación ATM. Avances de los Subgrupos

**HOJA DE RUTA 2022 – 2026: OPTIMIZACIÓN BASADA EN
PERFORMANCE DEL ESPACIO AÉREO SAM**

(Preparado por la Secretaría)

RESUMEN

Esta nota de estudio presenta el avance de las actividades para la elaboración de la Hoja de Ruta 2022 – 2026: Optimización basada en performance del espacio aéreo SAM, y detalla el proceso de mejoramiento de sus textos de acuerdo a lo indicado por la SAM/IG/26.

Referencias:

- Sumario de la reunión GESEA/SG1/2
- Informe de la reunión SAMIG/26
- Sumario de la reunión GESEA/SG3/3

1. Antecedentes

1.1 La tercera Reunión Plenaria del Grupo de Estudio e Implantación del Espacio Aéreo SAM – GESEA (GESEA/3) fue realizada por videoconferencia del 16 al 18 de marzo de 2021. Se presentó el primer borrador del Concepto operacional para la eficiencia y capacidad del espacio aéreo SAM (CONOPS EC/SAM), elaborado por el equipo de trabajo CONOPS, el cual fue inicialmente circulado a los delegados y miembros.

1.2 La reunión GESEA/SG1/2 (27 al 29 de abril de 2021) recibió el borrador desarrollado por el GT CONOPS, con miras a proveer comentarios y contribuciones al documento. En base a los comentarios recibido, se abordó la elaboración de una **Hoja de Ruta 2022 – 2026: Optimización basada en performance del espacio aéreo SAM**, derivado de los estudios para el CONOPS EC/SAM.

1.3 La citada Hoja de Ruta, fue presentada a la Reunión SAM/IG/26 (Virtual, 20-23 setiembre de 2021), la cual concordó en que el documento debería ser circulado a los Estados para recibir retroalimentación adicional. Luego de este proceso, se recibieron aportes de Chile, vinculado a mejoras en la redacción, y de Brasil, observando las tablas utilizadas para mostrar el avance en la implantación del PBN en los Estados, basadas en datos de la plataforma iSTARS de OACI. Estos comentarios se analizaron en la Reunión GESEA/SG2/3 (Virtual, 6-8 abril 2022).

2. Análisis

2.1 La GESEA/SG2/3 reseñó que la estadística de iSTARS contabiliza los procedimientos PBN incluidos en las publicaciones de Jeppesen, y se basa en la comparación de umbrales de pista IFR internacionales dotados de procedimientos Baro VNAV/LNAV (de acuerdo a Resolución A-37-11) y rutas SID/STAR respecto al número total de umbrales indicados para cada Estado en la Tabla AOP del

ANP. Los Estados han observado que la iSTARS muestra cierta demora en la actualización de datos. Se informó que, en diciembre de 2021, se efectuó una significativa revisión de Tablas.

2.2 La Reunión concordó que, en la realidad operacional, existen criterios variados para la implementación de procedimientos, remarcándose que, en la Región, se complementan las rutas SID con opciones operacionales específicas del documento PANS OPS, tales como salidas omnidireccionales, tramos de llegada PBN, así como procedimientos merge-point. Se resaltó que las condiciones de la orografía, en Estados del área andina, conlleva a la implantación de procedimientos PBN para los aeropuertos domésticos, que no se incluyen en las Tablas de iSTARS.

2.3 Se llegó al consenso de retomar la Tabla XLS que se utilizó hasta el 2018 en la SAMIG para seguimiento de la implantación, con algunas mejoras para simplificar su uso, en la cual se presenta el resumen de la implantación para aeropuertos internacionales SAM. Se subrayó que la Tabla mencionada será para uso interno de los cuerpos del SAM/IG/GESEA, y que no se pretende reemplazar al iSTARS.

2.4 La Reunión consideró recomendable que esta Tabla XLS quede preparada para realizar el seguimiento que requiere la Hoja de Ruta, enmendando los textos respectivos, y asimismo que se utilice como referencia del avance de la implantación PBN en la Región, mediante el siguiente link del canal GESEA;

<https://oaci.sharepoint.com/:x:/r/sites/SAM-CAR-ANS-GESEA/Shared%20Documents/GESEA/SG2%20PANS%20OPS/SEGUIMIENTO%20implant.%20PBN/GESEA%20SG2%20PBN%20progress.xlsx?d=w910ce628a6874dc49e52ae9f47cd4673&csf=1&web=1&e=N89mEn>

2.5 Consecuentemente, conforme a la indicación de SAM/IG/26, se han analizado e incorporado los comentarios y aportes de los Estados, resultando el texto que se presenta en el **Apéndice** de esta nota de estudio.

2.6 La Optimización del Espacio Aéreo, con la aplicación de PBN, PBCS y automatización ATM tiene una alta prioridad en el Programa de Trabajo ATM de la Oficina Regional Sudamericana y muchas de sus actividades han sido promovidas por el Proyecto Regional RLA/06/901, para apoyar la planificación e implantación PBN en la región.

2.7 La Hoja de Ruta 2022 – 2026: Optimización basada en performance del espacio aéreo SAM reemplaza y supersede al CONOPS PBN, originalmente preparado en el año 2016, de este modo permitirá dar continuidad y armonizar los esfuerzos de la Región SAM para optimizar el Espacio Aéreo SAM.

3. Acciones sugeridas

3.1 Se invita a la Reunión a:

- a) Analizar la información presentada en la presente nota; y
- b) de alcanzarse el consenso de la Reunión, aprobar la citada Hoja de Ruta.



**ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL
OFICINA REGIONAL SUDAMERICANA**

OPTIMIZACIÓN BASADA EN PERFORMANCE DEL ESPACIO AÉREO SAM

HOJA DE RUTA 2022 - 2026

Elaborado por el Grupo de Trabajo – TF CONOPS del Sub-
Grupo 1 de GESEA.

Draft 2.1 – 8 abril 2022

OPTIMIZACIÓN BASADA EN PERFORMANCE DEL ESPACIO AÉREO SAM

HOJA DE RUTA 2022 - 2026

CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Fecha	Cambio	Paginas
DRAFT 1.0	20 julio 2021	Elaboración y actualización con base al anterior CONOPS PBN 2018 - 2020.	Todas
DRAFT 2.0	1 Marzo 2022	Re- Circuló por pedido de SAMIG26. Carta SA5499. Aportes de Brasil y Chile	
DRAFT 2.1	8 abril 2022	Revisado en la GESEA SG2/3 PANS OPS 6-8 abril 2022. Se aprueba para presentar a SAMIG 27.	Mejoras en Tablas de avance en PBN

CONTENIDO

1	ANTECEDENTES.....	5
2	SITUACIÓN ACTUAL.....	5
2.1	PBN en ruta.....	5
2.2	Optimización del espacio aéreo en área terminal.....	6
2.3	Implantación de Modulos/elementos GANP de OACI.....	8
3	ESPECIFICACIONES DE NAVEGACIÓN PBN.....	9
3.1	RNAV 10 (RNP 10).....	9
3.2	RNP 4.....	9
3.3	RNP 2.....	10
3.4	RNAV 5.....	10
3.5	RNAV 1 y RNAV 2.....	10
3.6	RNP 1.....	11
3.7	RNP APCH.....	11
3.8	A-RNP.....	11
3.9	RNP AR APCH.....	12
3.10	Comunicación y Vigilancia basada en Performance (PBCS).....	13
4	OPERACIONES PBN EN RUTA.....	14
4.1	Descripción del concepto.....	14
4.2	Objetivos específicos.....	16
4.3	Espacio aéreo oceánico.....	17
4.4	Espacio aéreo continental.....	18
5	OPERACIONES PBN EN AREAS TERMINALES.....	19
5.1	Rutas normalizadas SID/STAR.....	19
5.2	Especificaciones de navegación.....	21
5.3	Procedimientos de aproximación por instrumentos – IAP.....	21
5.4	Especificaciones de navegación.....	22
6	MÉTRICAS DE SOPORTE.....	23
	Anexo 1. Ejemplo de escenario operacional con rutas PBN entre Estados.....	34
	Anexo 2. Ejemplo de SID A-RNP y SID RNP AR.....	36
	Anexo 3. Ejemplo de escenario operacional con SID y STAR en un Estado.....	38
	Apéndice A. Acrónimos y Abreviaturas.....	39
	Apéndice B. Documentos de Referencia.....	41

1 ANTECEDENTES

La Región SAM trabaja coordinadamente mediante reuniones del Grupo de Implantación SAM (SAM/IG) y su grupo técnico contribuyente GESEA, en el desarrollo de tareas y acciones que permiten evolucionar sostenidamente hacia la aplicación del Concepto Operacional ATM mundial.

En ese sentido, se desarrollan programas de implantación que se han centrado inicialmente en los siguientes:

- Optimización ATS de la Región SAM
- Implantación de la navegación basada en performance (PBN) tanto para operaciones en ruta, área terminal y aproximación
- Gestión de afluencia de tránsito aéreo (ATFM)
- Mejoras de los sistemas CNS; y
- Automatización ATM

Durante la reunión SAM/IG/10 de octubre del 2012 se analizó el Plan de Acción para la Optimización de la Red de Rutas ATS de la Región Sudamericana y se consideró conveniente que este Plan de acción fuera ampliado para considerar la optimización de todas las fases de vuelo dentro del espacio aéreo sudamericano, con miras a integrar las rutas ATS con las áreas terminales y las aproximaciones instrumentales.

La Optimización del Espacio Aéreo, con la aplicación de PBN, PBCS y automatización ATM tiene una alta prioridad en el Programa de Trabajo ATM de la Oficina Regional Sudamericana y muchas de sus actividades como Talleres PBN, cursos y talleres PANS-OPS han sido promovidas por el Proyecto Regional RLA/06/901, para apoyar la planificación e implantación PBN en la región.

La presente Hoja de Ruta reemplaza y suprime al CONOPS PBN, originalmente preparado en el año 2016, considerando la disponibilidad del **CONOPS para la eficiencia y capacidad del Espacio aéreo SAM (CONOPS EC/SAM)** elaborado por Grupo de Estudio e Implantación del Espacio aéreo - GESEA. Se remarcan en esta Hoja de Ruta los consensos sobre fechas de implantación de los componentes del PBN que presenta el documento, así como las métricas de soporte para monitorear dicha implantación.

La presente Hoja de Ruta permitirá dar continuidad y armonizar los esfuerzos de la Región SAM para optimizar el Espacio Aéreo SAM a través de la implantación del PBN, representando un documento complementario al CONOPS EC/SAM.

2 SITUACIÓN ACTUAL

2.1 PBN en ruta

La Optimización del espacio aéreo en ruta es tratada en el SG1 del GESEA, con base en la implementación de los elementos ASBU correspondientes, tales como Enrutamiento Directo Estratégico y Free Route Airspace.

La Fase 1 del programa de optimización de Rutas se completó el 20 de octubre del 2011 con la implantación de la RNAV 5, a la vez que se mantuvo la RNP10 en algunas rutas del espacio aéreo superior oceánico, como en el Corredor EUR/SAM, Rutas Lima-Santiago de Chile y el Sistema de Rutas Aleatorias del Atlántico Sur (AORRA).

Hasta marzo 2022, en Region SAM se han implantado 138 rutas ATS bajo criterio PBN, quedando remanente 23 rutas convencionales, según muestra la tabla siguiente:

Tabla 1

Total Rutas ATS Regionales espacio aéreo superior SAM	Rutas convencionales	Rutas PBN	% Rutas implantadas PBN RNAV 5 y/o RNP 10
161	23	138	85.7%

Fuente: Secretaría, abril 2022

2.2 Optimización del espacio aéreo en área terminal

La capacitación y seguimiento de los procesos de rediseño con aplicación de la PBN en las principales TMA Sudamericanas se cumple por medio de los SG 1 y SG2 del GESEA, bajo los auspicios del Proyecto Regional RLA/06/901. Es importante resaltar que las STAR deben ser publicadas solamente donde existan requerimientos operacionales específicos para superar terreno montañoso o para apoyar la reducción de carga de trabajo de los ATCOs en escenarios con gran volumen de tránsito aéreo, por medio del uso de restricciones de altitudes entre STAR - IAP y SID.

Respecto al estado de implantación PBN en Área Terminal, para 62 TMA seleccionados de la Región SAM, se han re-diseñado 35 TMA en base a criterios PBN, es decir se tiene 56.5% de progreso hasta abril 2022. Ver siguiente Tabla:

Tabla 2

Rediseño de Espacios Aéreos TMA seleccionados en base a la Planificación PBN		
*Actualizados durante GESEA SG2/3 abril 2022		
Estado		Implantación
*Argentina	1. Comodoro Rivadavia	Implantado
	2. Bahía Blanca	
	3. Mendoza	
	4. Tucumán	
	5. Rosario	
	6. Bariloche	
	7. Resistencia Corrientes	
	8. Jujuy	
	9. Esquel	
	10. Córdoba	Agosto 2022
	11. La Rioja	Noviembre 2022

Rediseño de Espacios Aéreos TMA seleccionados en base a la Planificación PBN			
*Actualizados durante GESEA SG2/3 abril 2022			
Estado		Implantación	
	12. Termas de Río Hondo	Noviembre 2022	
	13. Chapelco	Noviembre 2022	
	14. Paraná Sauce Viejo	Noviembre 2022	
	15. Posadas	Noviembre 2022 – A coordinar	
	16. Ushuaia/Rio Grande	Noviembre 2022 – A coordinar	
	17. BAIRES FUTURO	2023	
*Bolivia	18. Cochabamba	Fase revisión de diseño	
	19. La Paz	Implantado marzo 2022	
	20. Santa Cruz	Fase diseño	
*Brasil	21. Brasilia	Implantados	
	22. Belo Horizonte		
	23. São Paulo (cambios parciales)		
	24. Salvador		
	25. Manaus		
	(PBN SUL)	26. Curitiba	Implantados
		27. Florianópolis	
		28. Joinville	
		29. Navegantes	
		30. Porto Alegre	
		31. São Paulo	
32. (cambios parciales)			
33. Rede de rota FIR CW			
34. São Paulo (TMA-SP Neo)	Implantado (mayo 2021)		
35. Fortaleza, Natal, João Pessoa, Recife	Nov 2022		
36. Campo Grande	Fecha TBD		
*Chile	37. Santiago (Sur)	Implantado	
	38. Red de Rutas FIR Santiago		
*Colombia	39. Bogotá	Implantado	
	40. Medellín	Dic 2023 avance 40%	
	41. Pereira	Dic 2025 avance 50%	
	42. Cali	Dic 2025	
	43. Cúcuta	Dic 2024	
	44. Bucaramanga	Dic 2024 avance 50%	
	45. Barranquilla	Estimado Jul 2026	
	46. San Andrés	Estimado Jul 2026	
*Ecuador	47. Guayaquil	Implantados	
	48. Manta		
	49. Quito		
	50. Galápagos		

Rediseño de Espacios Aéreos TMA seleccionados en base a la Planificación PBN		
*Actualizados durante GESEA SG2/3 abril 2022		
Estado		Implantación
Guyana	51. Georgetown	Febrero 2020
*Panamá	52. Panamá	<i>Pendiente.</i>
*Paraguay	53. Asunción	Implantado
Perú	54. Arequipa	Primer semestre 2019
	55. Cusco	Implantado
	56. Juliaca	Segundo semestre 2019
	57. Puerto Maldonado	Segundo semestre 2019
*Surinam	58. Paramaribo	Implantado
Uruguay	59. Carrasco y Laguna del Sauce	Segundo semestre 2020
*Venezuela	60. Maiquetía	Implantado
	61. Isla Margarita	Implantado
	62. Maracaibo	2do semestre 2022

Elaborado por: Secretaría abril 2022

De acuerdo a la aplicación iSTARS de OACI, se ha implantado procedimientos de aproximación APV BARO VNAV/LNAV para 201 de 222 umbrales de pista (línea base de la Resolución A-37/11 de la Asamblea) en 100 aeropuertos internacionales, llegando a 90.5% de avance (el promedio mundial es 74.2%). Respecto a rutas Normalizadas PBN, la iSTARS indica que para 222 umbrales de pista internacionales se alcanzó un promedio de avance de 68.9% en rutas SID y 51.8% en rutas STAR.

Sin embargo, la implantación de aproximaciones PBN y de rutas SID/STAR PBN en los Estados SAM es reflejada adecuadamente en términos de las necesidades operacionales específicas de los aeropuertos internacionales, donde se están implantando no sólo SID/STAR PBN, pero también salidas omnidireccionales o tramos de llegada PBN determinados. En este contexto, la implantación PBN de la Región SAM se presenta en la Tabla “GESEA SG2 PBN progress abril 2022.xlsx”, disponible para ser actualizada periódicamente por cada Estado (de acuerdo al progreso de implantación) en el folder del SG1 denominado “4.Hoja de Ruta 2022 -2026, en el link del Canal GESEA;

<https://oaci.sharepoint.com/f:r/sites/SAM-CAR-ANS-GESEA/Shared%20Documents/GESEA/SG1%20PLAN%20EA/4.%20Hoja%20de%20Ruta%202022%20-%202026?csf=1&web=1&e=QApx8p>

2.3 Implantación de Modulos/elementos GANP de OACI

Se considera para el corto plazo, entre otras aplicaciones relacionadas, los siguientes módulos del bloque 0 y 1 de ASBU:

APTA - Accesibilidad a los aeropuertos: Optimización de los procedimientos de aproximación instrumental basados en PBN

APTA-B0/1	Aproximaciones PBN (con capacidades básicas)
APTA-B0/2	Procedimientos SID y STAR de la PBN (con capacidades básicas)
APTA-B0/3	Procedimientos de aproximación de precisión SBAS/GBAS CAT I
APTA-B0/4	CDO (Básico)
APTA-B0/5	CCO (Básico)
APTA-B0/6	Operaciones PBN de helicóptero a un punto en el espacio (PinS)
APTA-B0/7	Mínimos de operación de aeródromo basados en la performance - Aeronaves avanzadas
APTA-B0/8	Mínimos de operación de aeródromo basados en la performance – Aeronaves básicas

FRTO - Operaciones en ruta con trayectorias mejoradas: Optimización de la capacidad y vuelos flexibles mediante trayectorias en ruta mejoradas

FRTO-B0/1	Enrutamiento directo (DCT)
FRTO-B0/2	Planificación del espacio aéreo y uso flexible del espacio aéreo (FUA)
FRTO-B0/3	Rutas ATS pre-validadas y coordinadas en apoyo del vuelo y el flujo
FRTO-B0/4	Detección básica de conflictos y supervisión de conformidad
FRTO-B1/1	Espacio aéreo de ruta libre (FRA)

3 ESPECIFICACIONES DE NAVEGACIÓN PBN

A continuación, se resume las especificaciones de navegación indicadas en el Doc. 9613 de la OACI. Más adelante se definen las especificaciones apropiadas para los correspondientes espacios aéreos, en concordancia con el escenario operacional identificado.

La Tabla 3 más abajo, presenta un resumen de las especificaciones de navegación, divididos por fases de vuelo y sensores NAVAID requeridos.

3.1 RNAV 10 (RNP 10)

La especificación RNP 10 fue definida para dar apoyo a las mínimas de separación lateral y longitudinal reducidas para su aplicación en áreas oceánicas y remotas, donde las NAVAID, comunicaciones y vigilancia disponibles son limitadas.

El espaciado mínimo entre rutas cuando se utiliza la RNP 10 es de 50 NM.

Los requisitos operacionales de RNP 10 se definen en el Capítulo 1 del Volumen II de la Parte B del Doc. 9613 de OACI.

3.2 RNP 4

La especificación RNP 4 fue elaborada para las operaciones en el espacio aéreo oceánico y remoto, donde no se dispone de ninguna infraestructura de NAVAID basada en tierra. El GNSS es el sensor primario de navegación para apoyo de la RNP 4, sea como sistema de navegación autónomo o como parte de un sistema multisensor. Apoya la separación basada en procedimientos definida en el Doc. 4444 de la OACI-PANS ATM con un mínimo de separación longitudinal de 30 NM y longitudinal de 30 NM. Para utilizar esta norma

de separación, la RNP 4 debe combinarse con capacidades de comunicación adicionales, específicamente ADS-C.

Los requisitos operativos de la RNP 4 se definen en el Doc. 9613 de la OACI, Volumen II, Parte C, Capítulo 1.

3.3 RNP 2

La RNP 2 fue elaborada para aplicaciones en ruta, particularmente en áreas geográficas con poca o ninguna infraestructura NAVAID terrestre, ninguna o limitada vigilancia ATS. El uso de la RNP 2 en aplicaciones continentales requiere un requisito de continuidad menos estricto que el utilizado en aplicaciones oceánicas y remotas.

La especificación RNP 2 se basa en GNSS y no se utilizará en áreas de interferencia de señales GNSS conocidas. Los explotadores que se basan en el GNSS deben contar con los medios para predecir la disponibilidad de detección de fallas de GNSS para apoyar operaciones a lo largo de la ruta ATS RNP 2.

Los requisitos operativos de la RNP 2 se definen en el Doc. 9613 de la OACI, Volumen II, Parte C, Capítulo 2.

3.4 RNAV 5

Las operaciones RNAV 5 se basan en el uso de equipo RNAV que determina automáticamente la posición de la aeronave en el plano horizontal utilizando información proveniente de uno de los siguientes tipos de sensores de posición o de una combinación de los mismos, junto con los medios para establecer y mantener una trayectoria deseada:

- a) VOR/DME;
- b) DME/DME;
- c) INS o IRS; y
- d) GNSS.

En gran parte del espacio aéreo de la región SAM, las operaciones RNAV 5 sólo con sensores VOR/DME y DME/DME presenta limitaciones, debido a la cobertura y geometría inadecuadas de las radio-ayudas terrestres y la cantidad insuficiente de estaciones para proporcionar una infraestructura de apoyo apropiada.

Son obligatorias las comunicaciones orales directas entre el piloto y el controlador.

La vigilancia ATS puede usarse para mitigar el riesgo de errores crasos de navegación, siempre que la ruta esté dentro de la vigilancia ATS y el volumen del servicio de comunicaciones y de los recursos ATS sean suficientes para la tarea.

3.5 RNAV 1 y RNAV 2

Las especificaciones RNAV 1 y RNAV 2 son aplicables a todas las rutas ATS, tanto en operaciones en ruta o en área terminal. También se aplica a los IAP hasta el FAF.

La especificación para RNAV 1 y RNAV 2 se ha elaborado para operaciones RNAV en un entorno de vigilancia ATS, sin embargo, las especificaciones RNAV 1 y RNAV 2 pueden usarse en un entorno sin vigilancia ATS, caso el GNSS sea requerido, y si el Estado de implantación garantiza una seguridad operacional del sistema adecuada y responde de la falta de vigilancia y alerta de la performance de a bordo.

Las operaciones de RNAV 1 y RNAV 2 se basan en el uso de los mismos receptores de aeronaves que se requieren para RNAV 5. Existen otros requisitos adicionales de infraestructura funcional y de ayuda de navegación de aeronave necesarios para satisfacer el rendimiento de RNAV 1 y RNAV 2 más exigente.

Las rutas RNAV 1 y RNAV 2 se prevén para comunicaciones orales directas entre el piloto y el controlador.

3.6 RNP 1

La especificación para RNP 1 proporciona un medio para elaborar rutas de conectividad entre la estructura en ruta y el espacio aéreo terminal con o sin vigilancia ATS.

La RNP 1 puede relacionarse con la terminación de trayectoria RF y la baro-VNAV.

La especificación RNP 1 se basa en el GNSS y no se usará en áreas en que es conocida la interferencia de la señal de navegación (GNSS). Si bien los sistemas RNAV basados en DME/DME pueden tener capacidad de precisión RNP 1, dependiendo de una infraestructura robusta de estaciones DME, esta especificación para la navegación está primordialmente destinada a entornos en que dicha infraestructura no puede dar apoyo a la navegación de área DME/DME para la performance requerida.

3.7 RNP APCH

La especificación RNP APCH se basa en el GNSS para apoyar operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.

La RNP APCH no incluye requisitos específicos para comunicaciones o vigilancia ATS. Se logra un margen de franqueamiento de obstáculos adecuado mediante la performance de las aeronaves y procedimientos de operación.

3.8 A-RNP

Para aplicaciones en ruta y terminales, esta especificación para la navegación tiene requisitos que sólo tratan los aspectos laterales de la navegación.

La A-RNP se basa en el GNSS. No se requiere infraestructura terrestre con DME múltiple, pero puede proporcionarse sobre la base de requisitos del Estado, requisitos operacionales y servicios disponibles.

El RF es un elemento funcional adicional requerido en A-RNP. Los siguientes elementos funcionales adicionales son opcionales:

- a) Escalabilidad RNP
- b) Mayor continuidad
- c) Vueltas de radio fijo (FRT)
- d) Control de hora de llegada (TOAC)
- e) Baro-VNAV

RNP Avanzada es la única especificación de navegación que permite operaciones bajo otras especificaciones de navegación asociadas. La exactitud de navegación de la aeronave y los requisitos funcionales de otras especificaciones de navegación que se cumplen cuando se certifica A-RNP son:

- a) RNAV 5

- b) RNAV 1
- c) RNAV 2
- d) RNP 2
- e) RNP 1
- f) RNP APCH

La especificación A-RNP tiene una aplicación operacional muy amplia; Para la operación en el espacio aéreo oceánico/remoto, en la estructura continental en ruta, rutas de llegada y salida y procedimientos de aproximación. Las operaciones dependerían únicamente de la integridad del sistema RNP sin una capacidad de reversión a los medios convencionales de navegación, ya que podría no estar disponible una infraestructura convencional. No obstante lo anterior, es necesario que sean desarrollados e implantados los procedimientos de contingencia correspondientes.

Se prevé implantar A-RNP en apoyo de las mejoras por bloques del sistema de aviación y del Plan mundial de navegación aérea, de la OACI.

3.9 RNP AR APCH

La especificación RNP AR APCH representa la norma mundial de la OACI para elaborar IAP a los aeropuertos en que existen obstáculos que imponen limitaciones o donde pueden obtenerse ventajas operacionales importantes.

Los mayores riesgos y complejidades relacionados con estos procedimientos se mitigan mediante criterios RNP más estrictos, capacidades de aeronaves avanzadas y mejor instrucción de las tripulaciones de vuelo.

Las implantaciones de RNP AR APCH no exigen consideraciones específicas respecto de comunicaciones y vigilancia ATS.

Tabla 3

ESPECIFICACIONES DE NAVEGACIÓN POR FASES DE VUELO Y SENSORES NAVAID REQUERIDOS													
Especificación para la navegación	Fase del vuelo							Sensores NAVAID					
	En ruta oceánica/remota	En ruta continental	Llegada	Aproximación				Salida	GNSS	IRU	DME/DME	DME/IRU	VOR/DME
				Inicial	Intermedia	Final	Frustrada ¹						
RNAV 10	10	N/A		N/A				N/A	O	O	N/A		
RNAV 5 ²	N/A	5	5	N/A				N/A	O	O	O		O
RNAV 2		2	2	N/A				2	O	N/A	O	O	N/A
RNAV 1		1	1	1	1	N/A	1	1	O		O	O	
RNP 4	4	N/A		N/A				N/A	M				
RNP 2	2	2	N/A	N/A				N/A	M		SR	SR	
RNP 1 ³	N/A		1	1	1	N/A	1	1	M		SR	SR	
RNP avanzada ⁴ (A-RNP)	5 2	2 o 1	1	1	1	0,3	1	1	M		SR	SR	

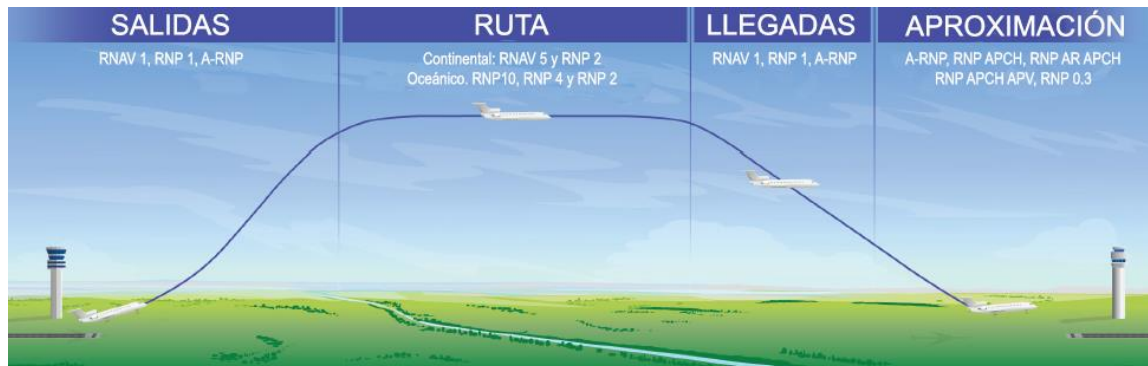
RNP APCH ⁶	N/A		1	1	0,3 ⁷	1	N/A	M		N/A	
RNP AR APCH			1-0,1	1-0,1	0,3-0,1	1-0,1		M			
RNP 0,3 ⁸	N/A	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	M				

O: Opcional; **M:** Mandatorio; **SR:** Sujeto a requerimientos ANSP

Notas:

1. Sólo se aplica una vez alcanzado un margen de franqueamiento de obstáculos 50 m (40 m, Cat H) después del inicio del ascenso.
2. RNAV 5 es una especificación para la navegación en ruta que puede utilizarse para la parte inicial de una STAR fuera de los 30 NM y por encima del MSA.
3. La especificación RNP 1 se limita a utilizar en STAR, SID, tramos inicial e intermedio de IAP y la aproximación frustrada después de la fase de ascenso inicial. Más allá de las 30 NM a partir de la ARP, el valor de precisión para alertas pasa a ser 2 NM.
4. A-RNP también permite una gama de decisiones de navegación lateral RNP escalables — véase la Parte C, Capítulo 4, 4.3.3.7.4. del Doc. 9613.
5. Opcional — requiere una continuidad más elevada.
6. Hay dos secciones en el Doc. 9613 para la especificación RNP APCH: la Sección A es habilitada por GNSS y baro-VNAV, la Sección B está habilitada por SBAS.
7. RNP 0.3 se aplica a RNP APCH Sección A. Diferentes requisitos de performance anular se aplican solamente a RNP APCH Sección B del Doc. 9613.
8. La especificación RNP 0.3 está principalmente dirigida a operaciones de helicópteros.

Figura 1. Modelo sobre especificaciones de navegación por fases de vuelo en espacio aéreo SAM



3.10 Comunicación y Vigilancia basada en Performance (PBCS)

El concepto de comunicaciones y vigilancia basadas en la performance (PBCS) proporciona criterios operacionales objetivos para evaluar tecnologías emergentes de comunicación y vigilancia adecuadas para las cambiantes necesidades de las funciones ATM. Una vez establecidos y aceptados dichos criterios, puede evaluarse la implantación de una función ATM específica, incluida su performance en términos técnicos y humanos, con relación a esos criterios operacionales a fin de determinar su viabilidad.

El concepto de PBCS está armonizado con el de PBN. Si bien el concepto de PBN aplica al elemento de navegación las especificaciones de la performance de navegación requerida (RNP) y de la navegación de área (RNAV), el concepto de PBCS aplica las especificaciones de performance de comunicación requerida (RCP) y de performance de vigilancia requerida (RSP) a los elementos de comunicaciones y vigilancia, respectivamente. Cada especificación RCP/RSP incluye criterios atribuidos a los componentes de los sistemas de comunicaciones y vigilancia involucrados.

Las especificaciones RCP, RNP/RNAV y RSP pueden aplicarse, cuando resulte conveniente, a los elementos de comunicaciones, navegación y vigilancia a fin de garantizar un comportamiento del sistema operacional y de sus componentes conforme con las especificaciones. La Figura 2 ilustra una visión general del modelo de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS)/ATM basadas en la performance que caracteriza la relación entre las especificaciones basadas en la performance de los elementos CNS de apoyo a una función ATM.

Figura 2.- Modelo de CNS/ATM basados en Performance



Existen algunas diferencias entre los conceptos de PBCS y PBN:

- a) el concepto PBCS aplica especificaciones RCP y RSP, que atribuyen criterios relativos a la provisión de ATS, incluidos los servicios de comunicaciones, la capacidad de la aeronave y el explotador de la aeronave, mientras que el concepto PBN aplica especificaciones RNP/RNAV que solo atribuyen criterios relativos a la capacidad de la aeronave y al explotador de la aeronave; y
- b) el concepto PBCS incluye programas locales y regionales de supervisión después de la implantación con intercambio de información a nivel mundial, mientras que el concepto PBN incluye funcionalidades de supervisión y alerta en tiempo real de las capacidades de la aeronave.

4 OPERACIONES PBN EN RUTA

4.1 Descripción del concepto.

La implantación del Enrutamiento Directo Estratégico y de Free Route Airspace, en conformidad con los ASBUs será la principal característica de la optimización del espacio aéreo en ruta de la región SAM, de modo de aprovechar las capacidades avanzadas de navegación de las aeronaves que, combinadas con

herramientas ATM, una adecuada sectorización ATC y gestión del flujo de tránsito, favorezca un encaminamiento ATS que, en lo posible, atienda las necesidades de los usuarios del espacio aéreo, reduzca la carga de trabajo de controladores y pilotos y evite las concentraciones de aeronaves en porciones del espacio aéreo que puedan generar congestión del sistema.

La revisión e implantación del Enrutamientos Directo Estratégico y Free Route Airspace se efectuará mediante un proceso colaborativo entre los Estados, independientemente de las fronteras nacionales tomando en cuenta los requerimientos de los usuarios, las restricciones de espacio aéreo y adaptándose a los principales flujos de tránsito, dando énfasis en el establecimiento de rutas troncales.

Se espera que, finalizando el periodo de aplicación previsto por esta Hoja de ruta, el espacio aéreo superior continental de la Región SAM, o parte de él, sea excluyente PBN con especificación de navegación RNAV 5 principalmente y especificaciones RNP 2 o A-RNP en aquellos espacios aéreos donde sea necesario incrementar la capacidad del espacio aéreo reduciendo el espaciamiento entre los flujos principales, próximos a las TMAs.

La RNAV-5 podrá ser completamente reemplazada por la RNP 2 o A-RNP, pero para que ello ocurra la flota de aeronaves debe estar equipada y los operadores aprobados, y que el análisis costo-beneficio ofrezca una ecuación favorable.

Esa transición debe ser gradual, por lo que se espera que durante este periodo las rutas puedan tener más de una especificación de navegación. En esas condiciones, las aeronaves que cumplan con las especificaciones más exigentes obtendrán mayores beneficios operacionales. Ver Anexo 1 del presente documento.

Los operadores aéreos cada vez más requieren de rutas flexibles que se adapten mejor a sus necesidades operacionales (EDTO; evitar mal tiempo, restricciones de espacio aéreo, etc.) la implantación del enrutamiento directo estratégico y Free Route Airspace y mejoras en los sistemas ATM permitirían la implementación de estos conceptos.

El Enrutamiento Directo Estratégico y el Free Route Airspace pueden definirse mediante:

- Coordenadas geográficas que las definan lateralmente,
- Puntos de ingreso/salida hacia y desde estos espacios; y/o
- Entre ventanas de niveles especificados.

Complementariamente el Enrutamiento Directo Estratégico y el Free Route Airspace podrán activarse durante determinados periodos de tiempo.

En espacios aéreos de mayor complejidad, se mantendrá una estructura fija del espacio aéreo mediante red de rutas, que combinada con las capacidades avanzadas abordado y en tierra, garanticen que se mantiene la capacidad del sistema y los niveles de seguridad. El concepto reconoce que cuando la complejidad del tráfico es alta, la capacidad requerida sólo puede lograrse a costa de alguna limitación a las trayectorias óptimas individuales (Ej. trayectorias segregadas pueden incrementar las millas voladas o afectar los perfiles óptimos).

En áreas altamente congestionadas donde predominen flujos de tráfico ascendentes y descendentes, será necesario incrementar la capacidad del espacio aéreo, mediante el despliegue de estructuras de rutas que proporcionan un mayor grado de segregación estratégica. La aplicación de especificaciones de navegación más avanzadas como RNP 2 o A-RNP permitirá reducir el espaciamiento entre rutas.

De la misma forma, en áreas congestionadas, el flujo de aeronaves en sobrevuelo no debe, en la medida de lo posible, cruzar o interferir el flujo de llegada y salida de las principales TMA, la duración de eventuales cruces debe ser minimizado.

La optimización del espacio aéreo SAM debe tomar en cuenta también los sectores ATC, estos deben adaptarse a los principales flujos de tráfico, al Enrutamiento Directo Estratégico/Free Route Airspace y, cuando requerida y de forma limitada, a la red de rutas. Se desarrollarán y pondrán en operación más sectores ATC cuando sea necesario (incluida sectorización vertical). El diseño de los sectores ATC debe considerar que estos sean adaptables en forma y tamaño (predefinidos) en respuesta a las variaciones de la demanda y disponibilidad de espacio aéreo. Se espera que surja la necesidad de implantar sectores ATC transfronterizos para respaldar las operaciones.

4.2 Objetivos específicos

Con la optimización del espacio aéreo en la Región Sudamericana, se espera contribuir con los Objetivos Estratégicos de la OACI.

4.2.1 Principios

- i. Se continuará con la sustitución de rutas ATS convencionales a rutas RNAV en el espacio aéreo superior esperándose alcanzar un 100% de migración para el 2023, considerándose la posibilidad de que este espacio PBN, para el caso de rutas domésticas y regionales, sea excluyente por acuerdo regional.
- ii. La implantación del Enrutamiento Directo Estratégico será iniciada aún con rutas RNAV publicadas. Gradualmente, a partir de 2023, será iniciada la remoción de las rutas RNAV de los espacios aéreos con menor volumen de tránsito aéreo y que poseen los requerimientos operacionales necesarios (cobertura VHF y de vigilancia ATS adecuadas, así como sistemas ATC requeridos).
- iii. La optimización del espacio aéreo se basará en las necesidades operacionales, con independencia de los límites nacionales o de los límites de las FIR.
- iv. El diseño del espacio aéreo será un proceso transparente en el que se tomen en cuenta las necesidades de todos los usuarios, y al mismo tiempo que se negocien los aspectos de seguridad, capacidad, protección del medioambiente y las necesidades militares y de seguridad nacional.
- v. La estructura del espacio aéreo en general se desarrollará mediante una estrecha relación entre el diseño del espacio aéreo, la gestión del espacio aéreo y la gestión del flujo del tráfico aéreo.
- vi. Cuando se requiera en rutas oceánicas se implantará RNP 4 / RNP 2 con aplicación de separación lateral de 23 NM en rutas paralelas.
- vii. En espacio aéreo continental donde se obtenga ventaja operacional se implementará rutas RNP 2 o A-RNP con aplicación de 15 NM de espaciado entre rutas paralelas.
- viii. En rutas unidireccionales donde se mantenga la asignación de niveles de acuerdo a la tabla semicircular de rumbos, se podrá aplicar 10 NM de separación con especificación de navegación RNP 2.

- ix. Para una dinámica gestión del espacio aéreo se tendrá en consideración la implementación de rutas condicionales, considerando que no debería haber ningún espacio aéreo restringido de forma permanente o fija, o por un período prolongado y para lo cual se requiere implantar una efectiva coordinación civil-militar a fin de lograr un uso flexible del espacio aéreo (FUA).
- x. Se realizarán las evaluaciones de seguridad operacional en las fases pre y post implantación.
- xi. Asegurar la conectividad del Espacio aéreo en Rutas con las SID y STAR de las áreas terminales. Se deberá obtener un “Free Route Airspace” entre en el último punto de la SID del aeropuerto de origen hasta el primer punto de la STAR del aeropuerto de destino o, en caso de que no exista STAR, hasta el punto más próximo posible del Initial Approach Fix (IAF).

4.3 Espacio aéreo oceánico

La RNP10 (RNAV10) se aplica en ciertos espacios aéreos como en el Corredor EUR/SAM, Rutas Lima-Santiago de Chile y Área de Rutas Aleatorias del Atlántico Sur y se prevé migrar hacia RNP4/RNP2, con la aplicación de performance de comunicaciones y vigilancia, a fin de permitir reducciones de separación acordes con el Doc. 4444, donde se requiera mejorar la seguridad y/o incrementar la capacidad del espacio aéreo. Teniendo en cuenta la baja densidad de tránsito aéreo en los espacios aéreos oceánicos, se esperan cambios significativos en la estructura de espacio aéreo vigente. La aplicación de RNP 4/2 y PBCS serán requeridos para la implementación del Enrutamiento Directo Estratégico y, posteriormente, Free Route Airspace a los Espacios Aéreos Oceánicos. (ver Anexo 1).

La navegación en áreas con rutas aleatorias y/o rutas preferidas por el usuario (UPR) debiera considerar PBCS y las aeronaves que vuelan en estas áreas convenientemente equipadas con equipos que atiendan los requerimientos PBCS.

Separaciones entre rutas

En los espacios aéreos oceánicos, la separación entre rutas (derrotas paralelas) con especificación PBN se aplicará de acuerdo a lo descrito en la siguiente tabla:

Tabla 4

Especificación de Navegación	Separación Mínima entre rutas	Requisitos de Performance	
		Comunicaciones	Vigilancia
RNAV 10 (RNP 10)	93 km 50 NM	Tipos de Comunicación distintos a la comunicación directa controlador-piloto por voz en VHF	
RNP 4 RNP 2	42,6 km* 23 NM*	RCP 240	RSP 180
RNP 2	27,8 km** 15 NM**	Comunicaciones orales VHF directas controlador-piloto	

- * Se aplicará SLOP hasta 2NM
- ** Se aplicará SLOP hasta 0.5NM

Referencia: Doc. 4444, párrafo 5.4.1.2.1.6

Nota 1.— En el Manual de navegación basada en la performance - PBN (Doc 9613) figuran textos de orientación sobre la implantación de la capacidad de navegación que permite las mínimas de separación lateral indicadas en la tabla precedente. La información relativa a la aplicación de las mínimas de separación lateral indicadas en la tabla precedente figuran en la Circular 349, Directrices para la implantación de mínimas de separación lateral.

Nota 2.— En el Manual sobre comunicaciones y vigilancia basadas en la performance- PBCS (Doc 9869) y en el Manual sobre enlaces de datos para las operaciones mundiales – GOLD (Doc 10037), figuran textos de orientación para la implantación de la capacidad de comunicaciones y vigilancia que permite las mínimas de separación lateral indicadas en la tabla precedente.

4.4 Espacio aéreo continental

En el diseño, los mayores flujos de tránsito tendrán mayor prioridad sobre los flujos menores, aplicando el concepto de Enrutamiento Directo Estratégico/Free Route Airspace y, donde exista requerimientos operacionales específicos, rutas PBN troncales, y mediante una adecuada estructura de SID y STAR se conectarán con los principales aeropuertos, evitando de esta manera la proliferación de rutas con poca utilización y/o contribuyan con la ineficiencia de la navegación aérea.

En el espacio aéreo inferior se implementará la RNAV 5 y en espacios aéreos seleccionados, donde sea necesario para reducir el espaciamiento entre rutas, la RNP 2 o A-RNP, con aplicación obligatoria del GNSS, teniendo en cuenta que la infraestructura de tierra no soporta estas especificaciones de navegación. Las rutas PBN del espacio aéreo inferior y superior deberán ser trayectorias lo más directas posibles y es recomendable que ambos espacios aéreos las rutas utilicen los mismos puntos de notificación. La RNAV-5 podrá ser completamente reemplazada por la RNP 2 o A-RNP, si la flota de aeronaves está equipada y los operadores aprobados, dentro de una ecuación costo-beneficio favorable.

La Hoja de Ruta contempla que en el espacio aéreo inferior la implantación de las rutas PBN alineadas con las rutas del espacio aéreo superior demore un poco más en el tiempo dependiendo del equipamiento de la flota que vuela en este espacio aéreo.

Separaciones entre rutas

En los espacios aéreos continentales, la separación entre rutas con especificación PBN se aplicará de acuerdo a lo descrito en la siguiente tabla:

Tabla 5

Especificación de Navegación	Separación mínima	Comunicaciones	Vigilancia	Observaciones
RNAV 5*	55,5 km 30 NM	VHF directo entre piloto y controlador (Ver Nota 1)	Sin vigilancia	Densidad elevada de tránsito
	33,3 km 18 NM		Con vigilancia	Tránsitos en direcciones opuestas

Espe cificación de Nave gación	Separación mínima	Comunicaciones	Vigilancia	Observaciones
	30, 6 km 16,5 NM			Tránsitos en la misma dirección
	19 km 10 NM			Si la capacidad de intervención del ATC lo permite
RNP 2** o un equipo GNSS	27,8 km 15 NM	VHF directo entre piloto y controlador	Sin vigilancia	Aplicada mientras una aeronave ascienda/desciend a a través del nivel de otra aeronave
	13 km 7 NM			
	37 km 20 NM	Otro tipo distinto a VHF directo entre piloto y controlador		Aplicada mientras una aeronave ascienda/desciend a a través del nivel de otra aeronave
Nota 1.- En Brasil se utiliza CPDLC en espacio aéreo continental.				

Referencias: *Doc. 9613, Vol. II, Parte B, Capítulo 2, párrafo 2.2.3 y **Doc. 4444, párrafo 5.4.1.2.1.6

Asimismo, tomando en cuenta la importancia cada vez mayor de acompañar la optimización de la aplicación de especificaciones de navegación basadas en PBN que están orientadas a la mejora de la separación lateral se entiende sumamente conveniente integrar en esta hoja de ruta la complementaria optimización de la separación longitudinal aplicada en ruta.

En ese sentido se propone considerar la reducción progresiva de 80NM a 20NM de la separación longitudinal convencional, así como a 10 NM de separación longitudinal basada en vigilancia ATS, de acuerdo con los compromisos adoptados por los Estados durante las Reuniones SAMIG sobre este asunto, así como basándose en las normativas del DOC. 4444, así como incluir esta optimización en las Métricas e Indicadores correspondientes.

5 OPERACIONES PBN EN AREAS TERMINALES

5.1 Rutas normalizadas SID/STAR

Se continuará con la implantación de la PBN en las principales TMA de la región priorizando la implantación en base al volumen de tráfico que soportan y considerando una adecuada integración con la red de rutas. Se espera que todavía sigan siendo admitidas operaciones de aeronaves no aprobadas PBN, el establecimiento de TMA exclusivas PBN dependerá de la complejidad y densidad del tránsito aéreo

Se considera que el diseño de SID y STAR se basaran principalmente en las especificaciones de navegación RNAV 1 y RNP 1, incluyendo los entornos sin vigilancia ATS, con aplicación obligatoria del GNSS teniendo en cuenta que la casi totalidad de las áreas terminales sudamericanas no poseen la infraestructura de tierra necesaria para soportar estas especificaciones, de forma de permitir que los procedimientos sean utilizados por un mayor número de usuarios.

La implementación de estas especificaciones de navegación permitirá desarrollar trayectorias segregadas entre SID y STAR PBN con aplicación de la separación lateral que se menciona en el Doc. 4444.

En espacios aéreos con un bajo volumen de tránsito aéreo, de baja complejidad o sin obstáculos orográficos importantes debería evaluarse, en términos de eficiencia y seguridad operacional, la justificación de la implantación de STARs PBN a los efectos de evitar un resultado opuesto al buscado.

En aquellos entornos más complejos debido a obstáculos o restricciones medioambientales, y se requiera especificaciones más avanzadas, se tomará en cuenta aplicar la especificación A-RNP en el diseño de SID y STAR, de modo de aprovechar la funcionalidad de tramos RF y/o valores de precisión menores a 1 NM y hasta 0.3 NM. Existen Estados que aplican criterios RNP AR para SID y otros Estados podrían tener la misma necesidad y utilizar las experiencias disponibles. (ver Anexo 2)

También se debería buscar la implementación de Fixed Radio Transitions (FRT) en las SID/STAR para reducir las distancias voladas y consumo de combustible.

La gestión mejorada de los perfiles de vuelo en ascenso o descenso, junto con el uso de PBN, proporciona operaciones más seguras y rentables en áreas terminales. Los procedimientos de PBN facilitan el uso creciente de CCO/CDO, lo que mejora la eficiencia de vuelo y reduce el consumo de combustible, las emisiones de CO₂ y el ruido. Los Estados deberán tener en cuenta en el diseño de las SID/STAR la aplicación de las operaciones CCO/CDO dentro de las posibilidades de cada escenario considerado. Se deberá trabajar colaborativamente con los operadores para mejorar las perspectivas de éxito en la validación e implementación de CCO/CDO.

En aeropuertos con entorno operacional más complejo, con un número grande de procedimientos SID y STAR, se debe considerar el concepto de transición en el diseño y la identificación de las cartas para facilitar al piloto acceder al procedimiento autorizado por el controlador, así como evitar que el ATCO tenga que memorizar un número significativo de SID/STAR. Para ello, se debe establecer criterios para uniformizar en la Región la aplicación y nomenclatura de las transiciones.

En áreas terminales contiguas o muy cercanas entre sí, se podrán implantar SID que conecten directamente con una STAR del área terminal siguiente y viceversa, de esta forma se puede canalizar el flujo de tránsito de ida y vuelta entre dos aeródromos y estar segregados estratégicamente (ver Anexo 3).

En el entorno de las áreas terminal, en las inmediaciones de los aeródromos, la exactitud de la navegación suele dar lugar a una concentración del ruido percibido, debido a que son más las aeronaves que siguen el mismo perfil de aproximación. En algunos casos específicos, principalmente en los tramos iniciales de las SID, podría ser necesario admitir una mayor dispersión de las trayectorias, a pesar de la precisión de los sistemas RNAV, con miras a mitigar los efectos de los ruidos aeronáuticos.

La mitigación del impacto ambiental que produce el ruido en las comunidades residenciales afectadas por el diseño de los procedimientos, los cuales pueden tener un efecto acumulativo de polución acústica en el tiempo, y por lo tanto la aplicación de medidas atenuadoras de ruido, en base a los métodos de OACI, debe ser considerado.

Serán aplicadas SIDs omnidireccionales donde existan ganancias operacionales, principalmente en los aeropuertos con bajo volumen de tránsito aéreo y/o para uso de usuarios no equipados PBN.

Se deberá incluir dentro de la planificación y el diseño, el tratamiento que se le dará a los vuelos VFR y las actividades realizadas por estos vuelos, así como aquellos espacios aéreos que están destinados a proteger corredores visuales para operaciones de aeronaves en vuelos VFR.

5.2 Especificaciones de navegación

Las especificaciones de navegación aplicables en áreas terminales son RNAV 1, RNP 1 o A-RNP.

Separaciones

En áreas terminales, la separación entre rutas normalizadas de salidas y llegadas con especificación PBN se aplicará de acuerdo a lo descrito en la siguiente tabla:

Tabla 6

Especificación de Navegación	Separación mínima	Comunicaciones	Vigilancia	Observaciones
RNAV 1	13 km 7 NM	VHF directo entre piloto y controlador	Sin vigilancia	Entre cualquier combinación de derrotas RNAV 1 con RNAV 1, o RNP 1, RNP APCH o RNP AR APCH
RNP 1	9,3 km 5 NM	VHF directo entre piloto y controlador	Sin vigilancia	Entre cualquier combinación de derrotas RNP 1, RNP APCH o RNP AR APCH
Entre IFP convencionales o entre IFP convencionales y PBN	<i>Ver observaciones *</i>	VHF directo entre piloto y controlador	Sin vigilancia	* Cuando las áreas protegidas de las derrotas diseñadas usando criterios de franqueamiento de obstáculos no se superpongan y siempre y cuando se tenga en cuenta el error operacional.

Referencias:

- *Doc. 4444, párrafo 5.4.1.2.1.4*
- *Circular 324 de OACI*

5.3 Procedimientos de aproximación por instrumentos – IAP

Dentro de las consideraciones de este documento no se prevé que sistemas de aumentación SBAS o GBAS estén disponibles en la Región para el desarrollo de procedimientos de aproximación en el período considerado en este documento.

Se continuará desarrollando procedimientos de aproximación con guía vertical (APV) para todos los umbrales IFR, con el objetivo de incrementar la seguridad con aproximaciones estabilizadas y disminuyendo la posibilidad de CFIT. Se priorizará su implantación en aeropuertos internacionales y demás aeropuertos

controlados que determine la autoridad competente de cada Estado. Las especificaciones de navegación a aplicar serán RNP APCH y A-RNP, con Baro-VNAV para la guía vertical.

Se continuará desarrollando procedimientos de aproximación RNP con Autorización Obligatoria (RNP AR APCH) en aeropuertos en que se pueda obtener beneficios operacionales evidentes, y no solamente en aquellos aeropuertos complejos por su orografía. En la región se ha encontrado solución a la interferencia entre procedimientos de aproximación de aeródromos cercanos, mediante la aplicación de procedimientos RNP AR APCH.

Se impulsará el diseño de procedimientos RNP APCH con RF Leg, con miras a acortar las trayectorias de aproximación, con el correspondiente ahorro de combustible y CO2.

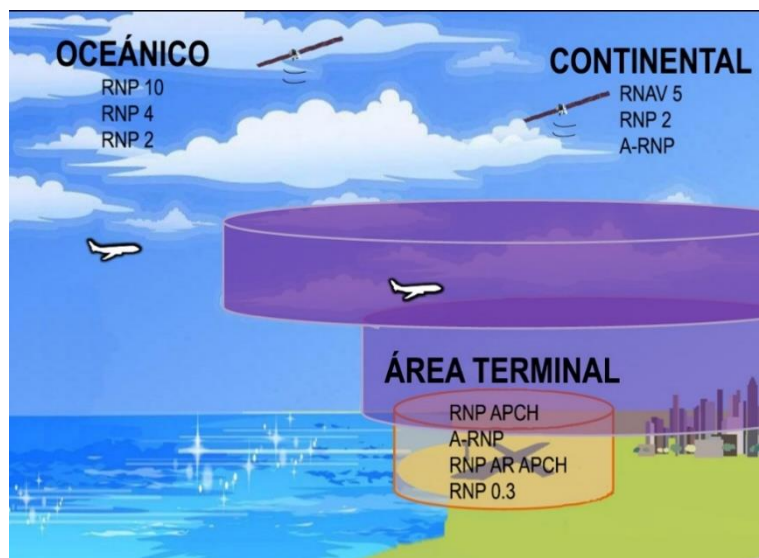
En vista que las especificaciones RNAV 1 y RNP 1 pueden emplearse hasta el FAF, se aplicaran estas especificaciones en el diseño de los tramos inicial e intermedio de procedimientos ILS.

Esta hoja de ruta considera como una alternativa recomendable la implementación de operaciones PBN para pistas visuales en aquellos aeropuertos que no cuenten con aproximaciones por instrumentos, de forma de reducir la probabilidad de CFIT y Perdida de Control en Vuelo, así como las aproximaciones no estabilizadas. Se debe tomar en cuenta el CDM desde la fase de diseño. Para esta aplicación se desarrolló una guía de implantación para ser utilizada por los Estados de la Región.

5.4 Especificaciones de navegación

Las especificaciones de navegación aplicables en procedimientos de aproximación por instrumentos son A-RNP, RNP APCH, RNP AR APCH, o RNP 0.3.

Figura 3. Modelo sobre especificaciones de navegación por tipo de espacio aéreo



6 MÉTRICAS DE SOPORTE

Se propone la siguiente tabla 7 de **métricas de soporte** para medir el grado de continuidad de las tareas de implantación planteadas en el periodo 2022-2026. Las mencionadas métricas no reemplazan ni equivalen a los indicadores clave de performance - KPI definidos en el GANP 6ta edición, utilizados para evaluar la mejora de desempeño de la implantación de determinados elementos ASBU.

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

Tabla 7

MÉTRICAS DE SOPORTE PARA EL PERÍODO 2022-2026				
ELEMENTOS	ALCANCE	MÉTRICAS	METAS / FECHAS	ESTATUS A JUNIO 2021
1) Enrutamiento Directo Estratégico en las FIR Sudamericanas	Todas las FIR (donde se cumplan las condiciones de comunicaciones y vigilancia)	Indicador: % de FIR Sudamericanas con EDE implantado. Métrica de soporte: número de FIR sudamericanas con EDE implantado.	90% para 2022 100% para 2023	Estados han iniciado implementación en 2020.
2) Free Route Airspace en las FIR Sudamericanas	Todas las FIR (donde se cumplan las condiciones de comunicaciones y vigilancia)	Indicador: % de FIR Sudamericanas con Free Route Airspace implantado. Métrica de soporte: número de FIR sudamericanas con Free Route Airspace implantado.	10% para 2024 30% para 2025	N/A

MÉTRICAS DE SOPORTE PARA EL PERÍODO 2022-2026

ELEMENTOS	ALCANCE	MÉTRICAS	METAS / FECHAS	ESTATUS A JUNIO 2021
<p>3) PBN SID</p> <p>SID en los aeropuertos internacionales con operaciones internacionales seleccionados. (alternativamente pueden ser consideradas SID omnidireccionales donde exista bajo volumen de tránsito aéreo)</p>	<p align="center">Aeropuertos internacionales (donde aplique)</p>	<p>Indicador: % de aeropuertos internacionales con operaciones internacionales regulares con SID PBN.</p> <p>Métrica de soporte: número de aeropuertos internacionales con operaciones internacionales regulares con SID PBN implantadas.</p>	<p align="center">90% para 2022</p> <p align="center">100% para 2024</p>	<p align="center">67.7% de los 100 aeropuertos internacionales con SID PBN implantadas.</p>
<p>Nota: La nueva base de planificación para el cuatrienio considerado en referencia a los Aeropuertos Internacionales figura en la Tabla AOP-1 del ANP CAR/SAM</p>				

MÉTRICAS DE SOPORTE PARA EL PERÍODO 2022-2026

ELEMENTOS	ALCANCE	MÉTRICAS	METAS / FECHAS	ESTATUS A JUNIO 2021
<p>4) PBN STAR</p> <p>STAR en los aeropuertos internacionales con operaciones internacionales regulares considerados en 2014: 1680</p>	<p>Aeropuertos internacionales (donde aplique)</p>	<p>Indicador: % de aeropuertos internacionales regulares con operaciones internacionales regulares con STAR PBN, donde se justifique la utilización de las STAR.</p> <p>Métrica de soporte: número de aeropuertos internacionales regulares con operaciones internacionales regulares con STAR PBN implantadas, donde que se justifique dicha implantación.</p>	<p>90% para 2022</p> <p>100% para 2024</p>	<p>52.5% de los 100 aeropuertos internacionales con STAR PBN implantadas.</p>
<p align="center">Nota: La nueva base de planificación para el quinquenio considerado en referencia a los Aeropuertos Internacionales figura en la Tabla AOP-1 del ANP CAR/SAM</p>				

MÉTRICAS DE SOPORTE PARA EL PERÍODO 2022-2026

ELEMENTOS	ALCANCE	MÉTRICAS	METAS / FECHAS	ESTATUS A JUNIO 2021
<p>5) Aplicaciones de la técnica de CCO y CDO a las salidas y llegadas</p>	<p>Todos los Estados</p>	<p>Indicador: % de aeropuertos internacionales con llegadas y salidas con aplicaciones CCO y CDO.</p> <p>Métrica de soporte: Número de aeropuertos internacionales con llegadas y salidas con aplicaciones CCO y CDO.</p>	<p>40% para 2022</p> <p>60% para 2024</p> <p>80% para 2026</p>	<p>20% de aeropuertos internacionales con CCO/CDO implantados</p>
<p>Nota:1) No siempre los CCO/CDO pueden ser implantados conjuntamente, ya que dependen de la complejidad del área terminal considerada.</p> <p>Nota: 2) El CDO no está necesariamente relacionado a la implantación de STAR. El Estado podrá crear procedimientos específicos que garanticen la aplicación de CDO en espacios aéreos con bajo volumen de tránsito aéreo, sin la aplicación de STAR.</p>				

MÉTRICAS DE SOPORTE PARA EL PERÍODO 2022-2026

ELEMENTOS	ALCANCE	MÉTRICAS	METAS / FECHAS	ESTATUS A JUNIO 2021
<p>6) Diseño de las TMA con aplicación de la PBN</p> <p>Línea base 2020: 54 TMA seleccionadas</p>	<p>TMA con aeropuertos INTL regulares (donde aplique)</p>	<p>Indicador: % de TMA seleccionadas con aplicación del concepto de espacio aéreo PBN que sirven a aeropuertos internacionales.</p> <p>Métrica de soporte: Número de TMA seleccionadas con aplicación del concepto de espacio aéreo PBN que sirven a aeropuertos internacionales.</p>	<p>85% para 2022</p> <p>90 % para 2023</p> <p>100% para 2024</p>	<p>(44/54) 81% de TMA seleccionadas con diseño PBN de acuerdo a la base considerada.</p>
<p>Nota: La base considerada es de 54 áreas terminales (TMA) de los aeropuertos internacionales más importantes de la región</p>				

MÉTRICAS DE SOPORTE PARA EL PERÍODO 2022-2026

ELEMENTOS	ALCANCE	MÉTRICAS	METAS / FECHAS	ESTATUS A JUNIO 2021
<p>7) Reducción de la separación longitudinal convencional de 40 a 20 NM</p> <p>Límites de FIR internacionales considerados en Region SAM: 50</p>	<p>Todos los Estados (donde se cumplan las condiciones de comunicaciones)</p>	<p>Indicador: % límites de FIR internacionales en los que se aplica la reducción de separación longitudinal de 20 NM.</p> <p>Métrica de soporte: Número de límites de FIR internacionales en los que se aplica la separación longitudinal de 20 NM.</p>	<p>50% para 2022</p> <p>70% para 2023</p> <p>100% para 2024</p>	<p>(45 de 50) 90% de límites de FIR internacionales aplica la separación longitudinal de 40 NM en los límites FIR.</p> <p>4 FIR continentales de Brasil aplican 20 NM.</p> <p>9 Estados SAM tienen límite común con FIR Amazonica o FIR Curitiba. Sea aplica 20 NM para aeronaves inbound Brasil.</p> <p>Panamá – Barranquilla aplica 20 NM. Montevideo – Buenos Aires aplica 20 NM Mendoza – Santiago aplica 20 NM.</p>
<p align="center">Nota: Las separaciones entre las FIR internas de un mismo Estado son en general menores a 40 NM</p>				

MÉTRICAS DE SOPORTE PARA EL PERÍODO 2022-2026

ELEMENTOS	ALCANCE	MÉTRICAS	METAS / FECHAS	ESTATUS A JUNIO 2021
<p>8) Reducción de la separación longitudinal con Vigilancia ATS a 10 NM</p> <p>Límites de FIR internacionales considerados: 50</p>	<p>Todos los Estados (donde se cumplan las condiciones de comunicaciones y vigilancia)</p>	<p>Indicador: % límites de FIR internacionales en los que se aplica la reducción de separación longitudinal con vigilancia ATS de 10 NM.</p> <p>Métrica de soporte: Número de límites de FIR internacionales en los que se aplica la separación longitudinal con vigilancia ATS de 10 NM.</p>	<p>20% para 2024</p> <p>50% para 2026</p>	<p><i>Nota. - Bajo coordinación táctica ATC, se aplica 10 NM en transferencias de aeronaves entre Montevideo - Curitiba y Montevideo - Buenos Aires</i></p>

MÉTRICAS DE SOPORTE PARA EL PERÍODO 2022-2026

ELEMENTOS	ALCANCE	MÉTRICAS	METAS / FECHAS	ESTATUS A JUNIO 2021
<p>9) Aproximaciones con guía vertical (APV) aeropuerto internacional</p> <p>APV en aeropuertos internacionales (RES. A37-11 Asamblea OACI)</p>	<p>Todos los Estados</p>	<p>Indicador: % de aeropuertos internacionales con procedimientos de aproximación con guía vertical</p> <p>Métrica de Soporte: número de umbrales de pista IFR de aeropuertos internacionales con procedimientos APV implantadas</p>	<p>93% para 2022</p> <p>96% para 2023</p> <p>100% para 2024</p>	<p>(192 de 217) 88.5 % de umbrales IFR de aeropuertos internacionales con procedimientos APV implantados</p>

MÉTRICAS DE SOPORTE PARA EL PERÍODO 2022-2026

ELEMENTOS	ALCANCE	MÉTRICAS	METAS / FECHAS	ESTATUS A JUNIO 2021
<p>10) Aproximaciones con guía vertical (APV) aeropuerto nacional</p> <p>APV en aeródromos nacionales IFR, así como aeródromos con pista de vuelo visual seleccionadas.</p>	<p>Todos los Estados</p>	<p>Indicador: % de aeródromos nacionales con procedimientos APV</p> <p>Métrica de Soporte: número de aeródromos nacionales controlados con procedimientos APV implantadas</p>	<p>40% para 2022</p> <p>60% para 2024</p> <p>80% para 2026</p>	<p>TBD</p> <p>por el SG2 de GESEA</p>

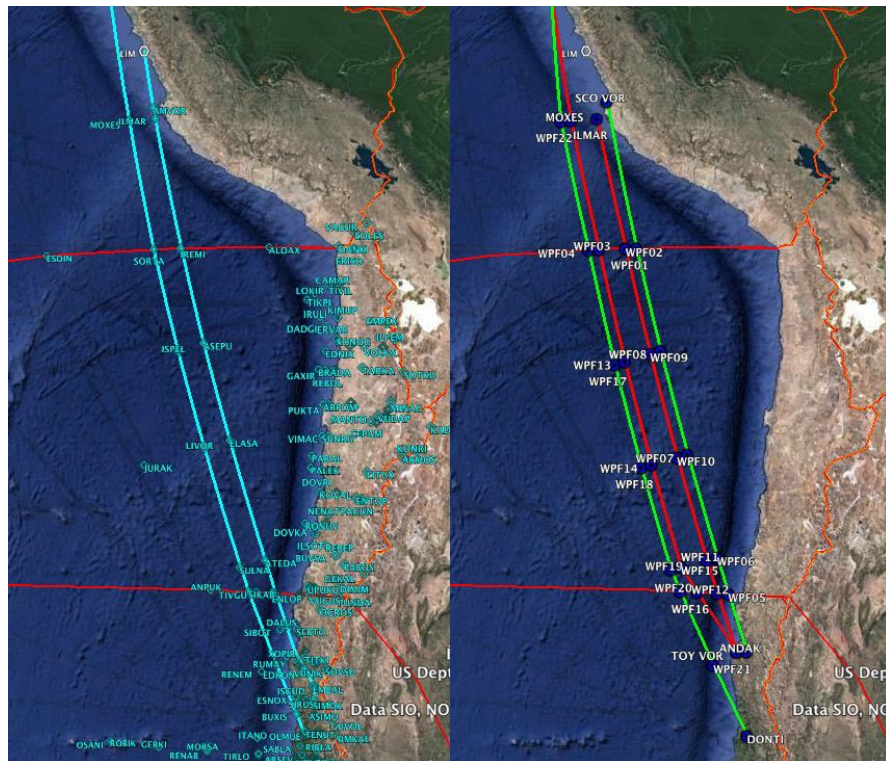
MÉTRICAS DE SOPORTE PARA EL PERÍODO 2022-2026

ELEMENTOS	ALCANCE	MÉTRICAS	METAS / FECHAS	ESTATUS A JUNIO 2021
<p>11) Rutas PBN (RNAV-5 o RNP2) del espacio aéreo superior</p> <p>Rutas RNAV implantadas en el espacio aéreo superior donde exista necesidad de canalizar el flujo grandes volúmenes de tránsito aéreo.</p>	<p>Todos los Estados</p>	<p>Indicador: % de rutas (RNAV-5 o RNP2) del espacio aéreo superior donde exista necesidad de canalizar el flujo grandes volúmenes de tránsito aéreo.</p> <p>Métrica de Soporte: número de rutas del espacio aéreo superior con alguna especificación de navegación PBN y exista necesidad de canalizar el flujo grandes volúmenes de tránsito aéreo.</p>	<p>90 % para 2022</p> <p>100 % para 2023</p>	<p>(136 de 165) 82.4 % de rutas (RNAV-5 o RNP2) del espacio aéreo superior.</p>

Anexo 1. Ejemplo de escenario operacional con rutas PBN entre Estados

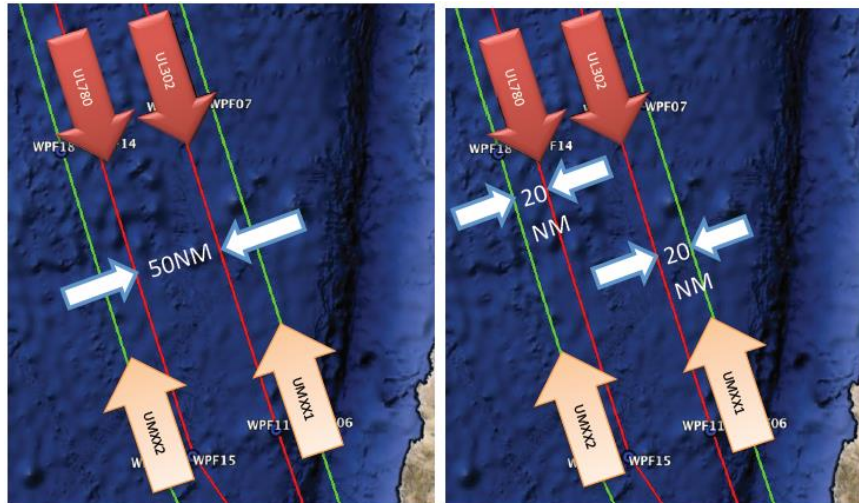
A modo de ejemplo, Perú y Chile son países que se encuentran activamente trabajando en la mejora de sus espacios aéreos utilizando la PBN, implementando flujos de salida y llegada segregados en sus principales TMA. Perú a través del proyecto PROESA y Chile con el proyecto PAMPA.

El flujo que une las áreas terminales de Lima y Santiago está estructurado desde el año 2006 en base a un par de aerovías, UL302 y UL780, declaradas RNP 10 (RNAV10) espaciadas por 50 NM, bidireccionales, y algunos sectores tienen deficiencias de comunicaciones VHF orales y no tienen vigilancia ATS por estar fuera de cobertura, especialmente en el límite la FIR. (Ver figuras).



Considerando los trabajos en desarrollo en ambos países, el aumento del tráfico, la complejidad de este en el espacio aéreo oceánico y la necesidad de aumentar los niveles de seguridad operacional en los puntos de transferencia entre las FIR involucradas, es que se propone implantar dos nuevas rutas RNP 10 (RNAV 10) paralelas a las ya existentes, en este nuevo esquema las rutas serían unidireccionales. Las actuales rutas UL780 y UL302 tendrían sentido Norte-Sur y las dos nuevas rutas tendrían sentido Sur-Norte (Ver figura B2).

Estas nuevas rutas estarán espaciadas por 20 NM respecto de las actuales, las que mantienen su espaciamiento en 50 NM (Ver figura).



El espaciamiento entre rutas permite aplicar la separación para “operaciones RNAV en las que se especifica RNP en derrotas paralelas o rutas ATS”, descrita en el capítulo 5 del Doc.4444. De esta manera, una separación mínima entre derrotas de 37 km (20 NM) puede ser aplicada mientras una aeronave ascienda/descienda a través del nivel de otra aeronave al usar otros tipos de comunicación distintos a orales VHF directos entre controlador y piloto, si se prescribe una performance de navegación de RNP 2 o un **equipo GNSS**, declarado en el FPL mediante la letra G, considerando que las aeronaves con aprobación RNP 10 cumplen el requisito de un equipo GNSS y que el uso de la letra G en el FPL implica que el receptor GNSS cumple los requisitos del Anexo 10, Volumen I.

En esta situación, estas aerovías tendrán doble especificación de navegación, RNAV 10 y RNP 2. Estas últimas tendrán beneficios operacionales el permitir cambios de niveles respecto de otras aeronaves RNP 2 volando en aerovías con sólo 20 NM de separación y de las rutas separadas con 50 NM, mientras que las que tengan sólo certificación RNAV 10 lo podrán hacer sólo respecto de las rutas con 50 NM.

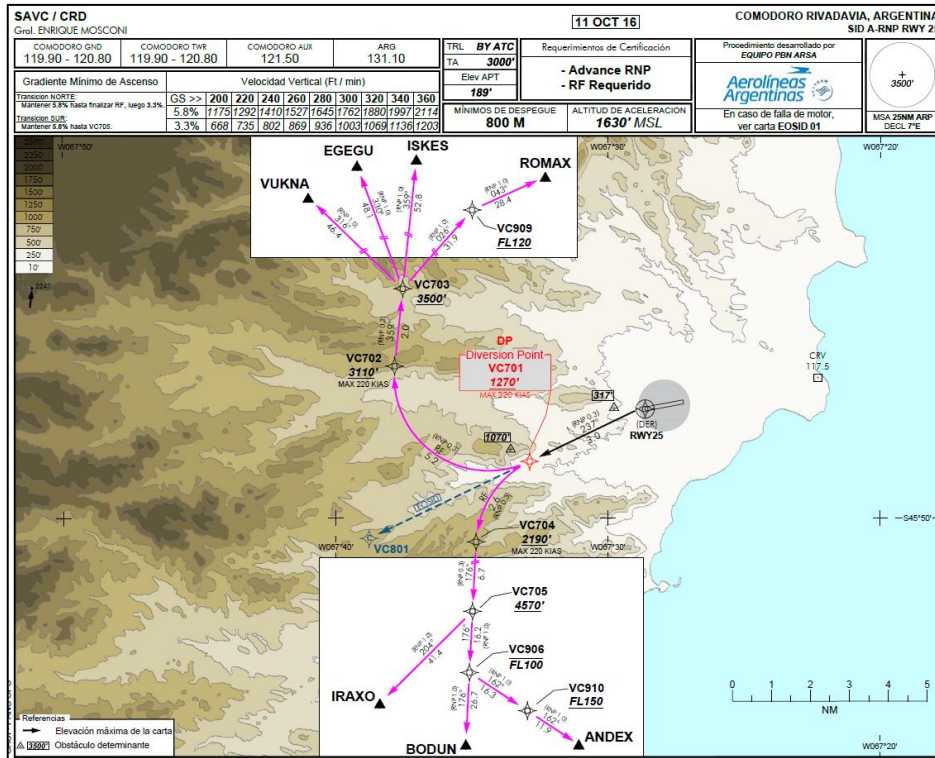
Esta configuración de aerovías permitiría mitigar los posibles errores operacionales de coordinación entre las dependencias ATS, obtener eficiencias operacionales a corto plazo, al no estar restringidos los cambios de nivel por tránsito en sentido opuesto, si las aeronaves involucradas cuentan con un equipo GNSS y soportar el aumento de tránsito estimado para los próximos años.

Cuando la necesidad de aumentar la capacidad del espacio aéreo lo amerite y la flota que opere estas aerovías se encuentre preparada, será posible pensar, utilizando la misma estructura de rutas, en la implantación de una especificación de navegación más avanzada como la RNP 2 en forma excluyente.

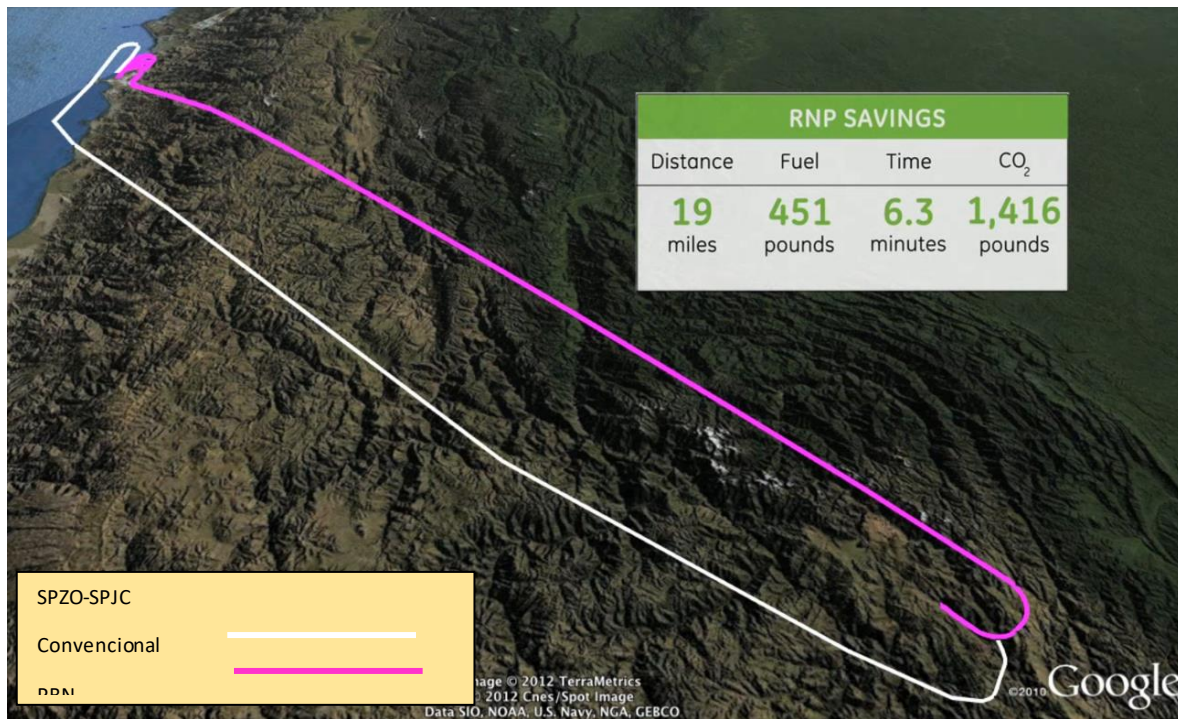
Anexo 2. Ejemplo de SID A-RNP y SID RNP AR

A modo de ejemplo, se presentan cartas SID desarrolladas con aplicación de A-RNP y RNP AR.

1. En Argentina, la compañía Aerolíneas Argentinas encontró solución para desarrollar salidas instrumentales en dos aeropuertos de entornos complicados como San Martín de los Andes (SAZY) y Comodoro Rivadavia (SAVC), mediante la aplicación de la especificación A-RNP con RF requerido. Inicialmente estas SID serán de uso privado de Aerolíneas mientras se completan las coordinaciones con la autoridad argentina para hacerlas públicas.



2. Antes de la aparición de la especificación A-RNP en el Perú se necesitaba desarrollar salidas instrumentales de Cusco que conectarán con la nueva ruta RNAV 5 hacia Lima. Considerando que con la especificación RNP 1 no se encontraba una solución adecuada al desarrollo de salidas instrumentales, se desarrollaron SID RNP AR. De esta forma se logró completar una alternativa completamente PBN desde la salida en Cusco hasta el arribo en Lima: SID RNP AR- Ruta RNAV 5-STAR RNP 1- IAP RNP AR APCH.



Anexo 3. Ejemplo de escenario operacional con SID y STAR en un Estado

A modo de ejemplo, se presenta el escenario de llegadas y salidas entre áreas terminales contiguas o muy cercanas.

Ecuador, en su proceso de optimización de su espacio aéreo ha implantado la PBN en las áreas terminales de Quito y Guayaquil. En este proceso ha desarrollado rutas normalizadas de salidas y llegadas conectados entre sí en un punto común. De esta forma se han segregado estratégicamente los flujos de tránsito de ida y vuelta entre los aeropuertos de Quito y Guayaquil (que están separados por 149 NM).

Esta configuración de SID y STAR permite reducir los puntos de conflicto y facilitar la aplicación de CCO/CDO, disminuyendo la carga de trabajo de pilotos y controladores. Ver figura.

Figura



Apéndice A. Acrónimos y Abreviaturas

A-RNP	RNP avanzada
ADS-B	Vigilancia dependiente automática- radiodifusión
ADS-C	Vigilancia dependiente automática-contrato
AIP	Publicación de información aeronáutica
ANSP	Proveedor de servicios de navegación aérea
AORRA	Área de Rutas Aleatorias del Atlántico Sur
APCH	Aproximación
APV	Procedimiento de aproximación con guía vertical
ASBU	Mejora por bloques del sistema de aviación.
ATC	Control del tránsito aéreo
ATFM	Sistema de gestión de afluencia
ATM	Gestión del tránsito aéreo
ATS	Servicio de tránsito aéreo
CCO	Operaciones de ascenso continuo
CDO	Operaciones de descenso continuo
CDM	Toma de decisiones en colaboración
CDR	Ruta ATS no permanente
CNS	Comunicaciones, navegación y vigilancia
CPDLC	Comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto
DME	Equipo radiotelemétrico
e-ANP	Plan de Navegación Área electrónico
EDTO	Operaciones con tiempo de desviación extendido
FAF	Fijo de aproximación final
FANS	Sistemas de navegación del futuro
FPL	Plan de vuelo
FUA	Uso flexible del espacio aéreo
GA	Aviación general
GANP	Plan Mundial de navegación aérea.
GBAS	Sistema de aumentación basado en tierra
GLS	Sistema de aterrizaje GBAS
GNSS	Sistema mundial de navegación por satélite
GPS	Sistema mundial de determinación de la posición
IAP	Procedimiento de aproximación por instrumentos
IFP	Procedimiento de vuelo por instrumentos
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
INS	Sistema de navegación inercial
IRS	Sistema de referencia inercial
IRU	Unidad de referencia inercial
MLAT	Multilateración
NAVAID	Ayuda para la navegación aérea
PBCS	Comunicación y Vigilancia basada en la performance
PBN	Navegación basada en la performance
PBS	Vigilancia basada en la performance
RAAC	Reunión de Autoridades de Aviación Civil de la Región Sudamericana
RNAV	Navegación de área
RCP	Especificación de performance de comunicación requerida
RF	Viraje de radio fijo

RNP	Performance de navegación requerida
RPAS	Sistema de aeronaves pilotadas en forma remota
RSP	Especificación de performance de vigilancia requerida
SAM/IG	Grupo de implantación de la región sudamericana.
SAM-PBIB	Plan de implantación del sistema de navegación basada en rendimiento para la región sudamericana
SARPS	Normas y métodos recomendados
SATVOICE	Comunicaciones de voz vía satélite
SBAS	Sistema de aumentación basado en satélite
SID	Salida normalizada por instrumentos
STAR	Llegada normalizada por instrumentos
SUA	Espacio aéreo para uso especial
VFR	Reglas de vuelo visual
VHF	Muy alta frecuencia
VNAV	Navegación vertical

Apéndice B. Documentos de Referencia

Los siguientes Documentos OACI están relacionados con la Hoja de Ruta:

- Doc. 9750 GANP, Sexta edición 2019
- Doc. 9854 Concepto operacional del ATM mundial
- Doc. 9883 Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea
- Doc. 9882 Manual sobre requisitos del sistema ATM
- Doc. 4444 Gestión del tránsito aéreo PANS ATM
- Doc. 8168 Operación de aeronaves, Volumen II
- Doc. 9613 Manual de la navegación basada en la performance (PBN)
- Doc. 9905 Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria (RNP AR), primera edición, primera edición.
- Doc. 9924 Manual de la vigilancia aeronáutica, primera edición.
- Doc. 9931 Manual de operaciones de descenso continuo (CDO), primera edición.
- Doc. 9992 Manual sobre el uso de la navegación basada en performance (PBN) en el diseño del espacio aéreo, primera edición.
- Doc. 9993 Manual de operaciones de ascenso continuo (CCO), primera edición.
- Doc. 9997 Manual de aprobación operacional PBN, primera edición.
- Circular 324 OACI Directrices sobre separación lateral de aeronaves que salen y llegan aplicando procedimientos adyacentes de vuelo por instrumentos publicados.