



PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DE LA
NAVEGACIÓN BASADA EN LA PERFORMANCE
(PBN) EN EL ESPACIO TMA SANTA CRUZ

PREÁMBULO

El propósito del presente proyecto es coordinar implantación, paso a paso, de la navegación basada en la performance (PBN) en el desarrollo de conceptos de espacio aéreo.

El personal que realiza la planificación y diseño del espacio aéreo han de comprender la interdependencia que existe entre el concepto de espacio aéreo y la capacidad del sistema de navegación y considerar ambos en el contexto de otros elementos habilitantes (procedimientos e instrumentos de comunicación (COM) y gestión del tránsito aéreo (ATM)).

Los beneficios que se deriven de la implantación de la PBN en un concepto de espacio aéreo deberán justificar el costo del equipamiento de la aeronave y del sistema de control de tránsito aéreo (ATC), de la instrucción de los pilotos y del personal de ATC, así como del diseño del espacio aéreo y de los procedimientos resultantes de la implantación.

Ello se logrará merced a una planificación meticulosa en la que se tengan en cuenta los requisitos funcionales de navegación, pormenorizados, que exijan el concepto de espacio aéreo.

El presente proyecto tiene por objeto complementar los procedimientos y textos de orientación sobre el diseño y la planificación del espacio aéreo que figuran en: los *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo* (PANS-ATM, Doc 4444); los *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves* (PANS-OPS, Doc 8168); el *Manual de planificación de servicios de tránsito aéreo* (Doc 9426); el *Manual de navegación basada en la performance (PBN)* (Doc 9613); el *Manual sobre performance de comunicación requerida (RCP)* (Doc 9869); y el *Manual de garantía de calidad para el diseño de procedimientos de vuelo* (Doc 9906) y el *Manual de operaciones de ascenso continuo* (Doc 9993).

Se agradecerán los comentarios sobre este proyecto de quienes participen en el desarrollo y la aplicación de conceptos de espacio aéreo del TMA Santa Cruz en lo que respecta a la implantación de la PBN. Dichos comentarios deben dirigirse al:

Dirección General de Aeronáutica Civil
Bolivia

ÍNDICE

GENERALIDADES

Este proyecto aplica a todos los explotadores de aeronaves y dependencias ATS que pueden utilizar navegación de área (RNAV) y/o performance de navegación requerida (RNP) en el espacio aéreo boliviano.

La armonización y la interoperabilidad buscan la homogeneidad de los equipos que pueden satisfacer los requisitos establecidos para la navegación aérea, garantizando la seguridad, eficiencia y regularidad de las operaciones aéreas. En este contexto es que operadores explotadores y administradores del espacio aéreo en Bolivia han decidido el programa de reorganización del espacio aéreo Boliviano basados en la publicación DOC 9992 de la OACI "Manual del uso del PBN en el diseño del espacio aéreo" en el plantea la metodología ágil para la puesta en marcha de un espacio PBN.

El proyecto PBN considera la participación de AASANA así como la comunidad ATM, operadores y usuarios del espacio aéreo.

Este proyecto prevé el diseño de **SID y STAR PBN** para los umbrales de **pista 16 y 34 del Aeropuerto Internacional "Viru Viru"** y la **pista 33 del aeropuerto "El Trompillo"**, basándonos en los conceptos de **Four Corners, CCO y CDO**, con el propósito principal de reducir la carga de trabajo a los controladores, optimizando la gestión de mayores flujos de tránsito aéreo, incrementar la capacidad del espacio aéreo producto del establecimiento de trayectorias de vuelo más eficientes, a fin de incrementar los estándares de seguridad en la gestión del tránsito aéreo en el **TMA Santa Cruz** y de los espacios aéreos adyacentes así como mejorar la conciencia situacional de los ATCO's.

ABREVIATURAS

AAR	Índice de llegadas de aeropuerto
ADS-B	Vigilancia dependiente automática- radiodifusión
ANSP	Proveedor de servicios de navegación aérea
ATC	Control de tránsito aéreo
ATM	Gestión del tránsito aéreo
ATS	Servicio de tránsito aéreo
CDO	Operaciones de descenso continuo
CFIT	Impacto contra el suelo sin pérdida de control
CG	Grupo de colaboración para la implantación de CDO
CIG	Grupo de implantación de CDO
CO2	Dióxido de carbono
DME	Equipo radio telemétrico
DTW	Punto de recorrido del tramo terminal a favor del viento
FAF/FAP	Punto de referencia de aproximación final/punto de aproximación final
FM	Rumbo desde un punto de referencia hasta una terminación manual
FMC	Computadora de gestión de vuelo
FMS	Sistema de gestión de vuelo
IAF	Punto de referencia de aproximación inicial
IF	Punto de referencia intermedio
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
LNAV	Navegación lateral
MSL	Nivel medio del mar
NM	Millas marinas
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OPD	Descenso con perfil optimizado
PBN	Navegación basada en la performance
PSR	Radar primario de vigilancia
RF	Arco de radio constante hasta un punto de referencia
RNAV	Navegación de área
RNP	Performance de navegación requerida
SID	Salida normalizada por instrumentos
SSR	Radar secundario de vigilancia
STAR	Llegada normalizada por instrumentos
TA	Altitud de transición (también: Llegadas adaptadas)
TF	Derrota a punto de referencia
TL	Nivel de transición
TOD	Comienzo del descenso
TOR	Atribuciones
VM	Rumbo de la aeronave hasta una terminación manual
VNAV	Navegación vertical

Planificación

ACUERDO SOBRE LOS REQUISITOS OPERACIONALES

Los cambios en el Terminal de Santa Cruz, y las modificaciones en las SID's y las STAR's debido a las propuestas de cambio y mejoramiento en el reordenamiento del tránsito aéreo con nuevos diseños planteados basados en la performance (PBN) tanto en el descenso continuo (CDO) como en el ascenso continuo (CCO), de manera que beneficia de la siguiente manera:

- Disminuye La presión a los controladores por la densidad de tránsito
- Disminuye el impacto ambiental en ambos aeródromos
- Mejora el reordenamiento del tránsito aéreo por consiguiente facilitara el crecimiento del mismo.

CREACIÓN DEL EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO

Para este cometido se conformó un equipo que de principio se comprometió a trabajar en la planificación y capacitación al personal ATC y tripulaciones sobre los conceptos PBN, de la misma manera recibimos los aportes del personal aeronáutico con el fin de desarrollar en conjunto las CCO y las CDO en formas armónica, el equipo con el que se inicia la fase de planificación cuenta con tres inspectores de DNA y dos ATCO's:

- Mario López R. Supervisor de Tránsito Aéreo.
- José Luis Mariscal ATCO
- Douglas Pacheco R. Inspector ATM/SAR
- Pablo Zarate inspector CNS
- José Arturo Griffiths Inspector ATM/SAR

Los participantes tienen la inquietud de incrementar la participación de toda la comunidad aeronáutica.

El equipo tomo en cuenta los requisitos operacionales en función del espacio aéreo en el TMA Santa Cruz, y se propusieron los objetivos a los que se pretende alcanzar, como ser: la modificación de las rutas tanto de ingreso como de salida (SID y STAR)

El espacio aéreo en el TMA Santa Cruz cuenta con:

- Un VOR
- Tres NDB
- Dos DME
- Un ILS

Estadística

Los objetivos que se pretende alcanzar están basados en datos estadísticos del uso de las rutas y las áreas más conflictivas están representadas en la FIG 2.1

En función a los datos estadísticos se pudo obtener la densidad de tránsito por áreas. De donde se observó que la mayor densidad de tránsito se genera en el sector oeste por las aerovías UM415, UA304, A304, UW677, UM793, W11, UT712

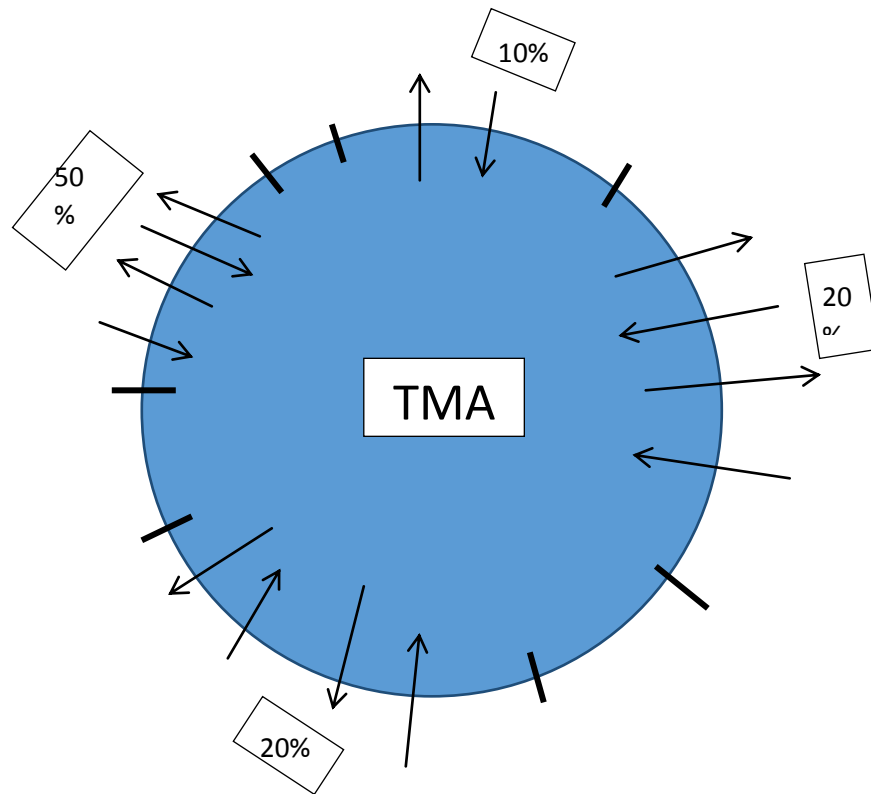


FIG 2.1

ANÁLISIS DEL ESCENARIO DE REFERENCIA

1. Una frecuencia principal y una alterna 123,7Mhz y frecuencia 124,9Mhz que cubren las operaciones en el TMA Santa cruz.
2. Se cuenta con la escucha permanente de la frecuencia de emergencia.

NAVEGACIÓN

Se dispone de equipos VOR – DME – NDB – ILS Cat. I, Viru Viru.

Se dispone de procedimientos de aproximación convencionales como:

VOR e ILS Viru Viru y de salida SID para ambos aeropuertos.

Se cuentan con aproximaciones GNSS para las pistas 16/34 de Viru Viru y la pista 33 de El Trompillo

- No se cuenta con STAR para ambos aeropuertos.
- No existen corredores visuales.
- Diversidad de capacidades de navegación en la flota de aeronaves (Convencional y PBN).

- No existen corredores de vuelo para helicópteros

Nuevo Escenario

Las operaciones PBN en el Área de Control Terminal TMA Santa Cruz, estarán soportados por GNSS, como apoyo principal.

ESPACIO AÉREO

- Los volúmenes de espacio aéreo existentes son: TMA, CTR y ATZ.
- Dentro de la actual TMA existen áreas de entrenamiento, escuelas de aviación y deportivas.
- La Aviación civil y militar comparten el espacio aéreo, considerado un espacio aéreo flexible.
- No hay obstáculos naturales o artificiales significativos.
- Desarrollo urbano tiene un crecimiento que se acerca al aeropuerto en forma controlada.
- Existen 4 Zonas Restringidas dentro de la TMA.
- Clasificación de espacio aéreo D.
- Una sola dependencia de control en Aproximación Terminal.

Los objetivos se plantean en la modificación de las rutas de ingreso al TMA

- Se prevén corredores visuales en el TMA Santa Cruz de acuerdo a un trabajo experimental que presentó AASANA
- Persistirá la ausencia de obstáculos naturales o artificiales significativos debido a constante labor de capacitación al personal de las instituciones que se encargan de las autorizaciones del desarrollo urbano y vivienda.
- Se optimizarán los perfiles de vuelo a través con técnicas CCO y CDO.
- Se publicarán SID y STAR PBN y convencionales.
- Se implementarán técnicas CCO y CDO.

INFRAESTRUCTURA DE AEROPUERTO SLVR y SLET

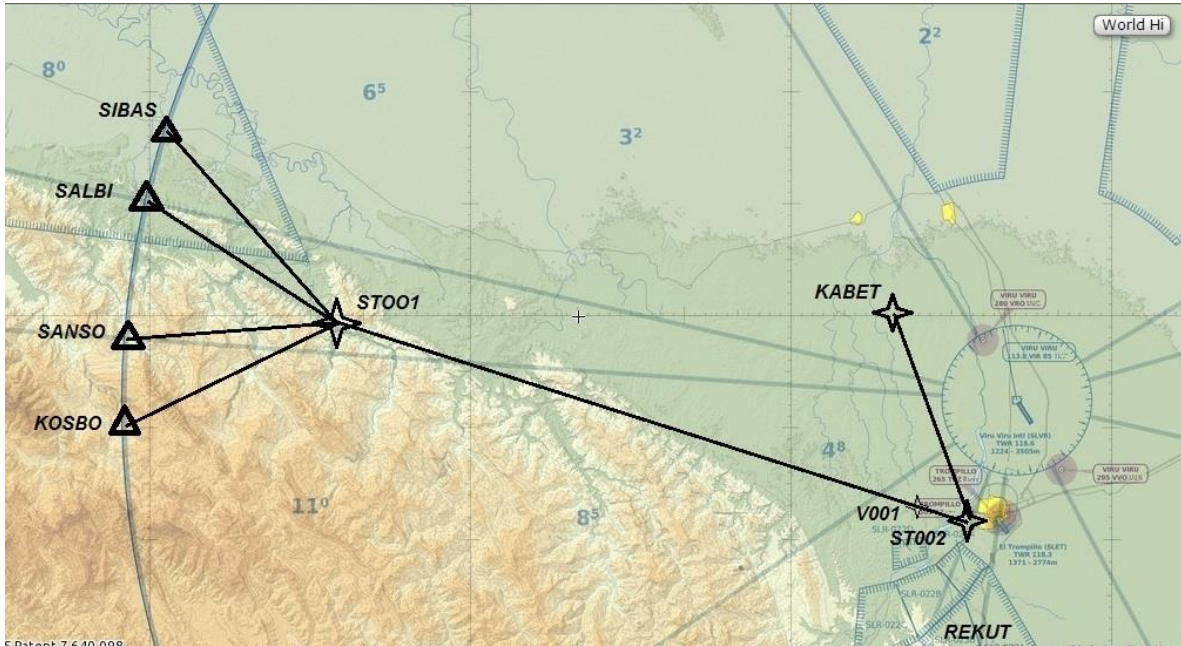
- _ Operan aeronaves Cat. A/B/C/D.
- _ Se dispone de procedimientos ILS Cat. I, VOR/DME y RNAV, para la RWY 16/34 de Viru Viru y solo RNAV para la pista 33 de El Trompillo.
- _ Existe capacidad para recibir aeronaves WIDE BODY Viru Viru.
- _ La pista no cuenta con calles de salida rápida en Viru Viru
- _ El volumen de tránsito actual excede la capacidad de la plataforma Comercial en Viru Viru.

Se reducirá la carga de trabajo a los Controladores de Tránsito Aéreo incrementando la conciencia situacional y los niveles de seguridad operacional.

Se atenuará el ruido en el área poblada a través de procedimientos de atenuación.

DISEÑO

Carta de Llegada Normalizada por instrumentos Santa Cruz Viru Viru RWY 16 STAR RNAV “SIBAS, SALBI, SANZO KOSBO WPT ST001, WPT ST002 KABET RWY 16



PROCEDIMIENTO RNAV GNSS RWY 16 SLVR UM415 DIBAS-UA304 SALBI- UW677 SANZO – UT712 T712 KOSBO.

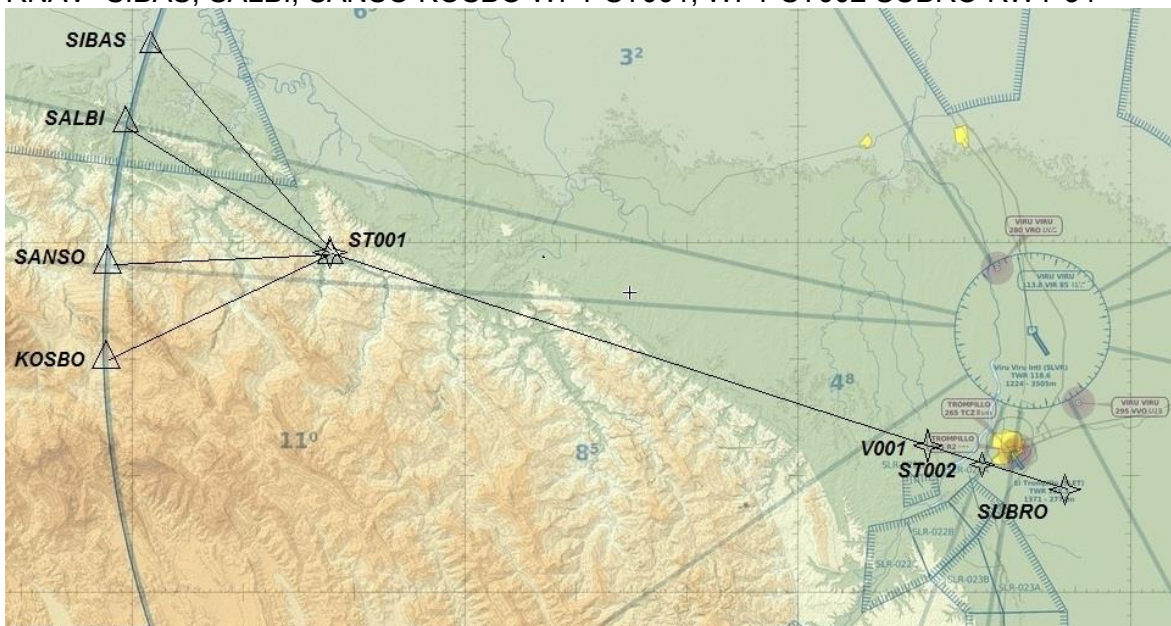
UM415 DIBAS 151° 24NM ST001 112° 47NM ST002 038° 8NM KABET Posterior Ejecutar Procedimiento Carta IAC-SLVR RNAV GNSS Z RWY 16.

UA304 SALBI 135° 21NM ST001 112° 47NM ST 002 038° 8NM KABET Posterior Ejecutar Procedimiento Carta IAC – SLVR RNAV GNSS Z RWY 16.

UW677 SANZO 100° 21NM ST001 112° 47NM ST002 038° 8NM KABET Posterior Ejecutar Procedimiento Carta IAC-SLVR RNAV GNSS Z RWY 16.

UT 712-T 712 KOSBO 080° 21NM ST001 112° 47NM ST002 038° 8NM KABET Posterior Ejecutar Procedimiento Carta IAC- RNAV GNSS Z RWY 16.

Carta de llegada Normalizada por instrumentos Santa Cruz Viru Viru RWY 34 STAR RNAV "SIBAS, SALBI, SANSO KOSBO WPT ST001, WPT ST002 SUBRO RWY 34



PROCEDIMIENTO RNAV GNSS RWY34 SLVR UM415 DIBAS-UA304 SALBI- UW677 SANSO – UT712 T712 KOSBO.

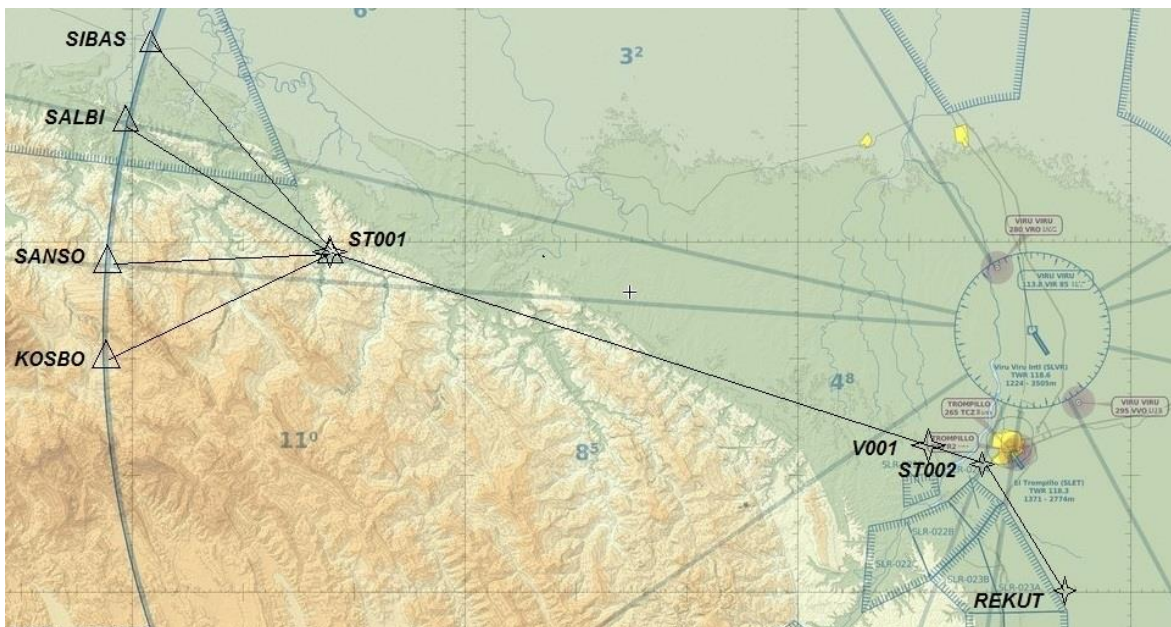
UM415 DIBAS 151° 24NM ST001 112° 47NM ST002 132° 20NM SUBRO Posterior Ejecutar Procedimiento Carta IAC-SLVR RNAV GNSS Y RWY 34.

UA304 SALBI 135° 21NM ST001 112° 47NM ST 002 132° 20NM SUBRO Posterior Ejecutar Procedimiento Carta IAC – SLVR RNAV GNSS Y RWY 34.

UW677 SANSO 100° 21NM ST001 112° 47NM ST002 132° 20NM SUBRO Posterior Ejecutar Procedimiento Carta IAC-SLVR RNAV GNSS Y RWY 34.

UT 712-T 712 KOSBO 080° 21NM ST001 112° 47NM ST002 132° 20NM SUBRO Posterior Ejecutar Procedimiento Carta IAC- RNAV GNSS Y RWY 34.

Carta de Llegada Normalizada por instrumentos Santa Cruz El Trompillo RWY 33 STAR
RNAV "SIBAS, SALBI, SANSO KOSBO WPT ST001, WPT ST002 REKUT RWY 33



PROCEDIMIENTO RNAV GNSS RWY33 SLET UM415 DIBAS-UA304 SALBI- UW677 SANSO – UT712 T712 KOSBO.

UM415 DIBAS 151° 24NM ST001 112° 47NM ST002 152° 26NM REKUT Posterior Ejecutar Procedimiento Carta IAC-SLET RNAV GNSS Z RWY 33.

UA304 SALBI 135° 21NM ST001 112° 47NM ST 002 152° 26NM REKUT Posterior Ejecutar Procedimiento Carta IAC – SLET RNAV GNSS Z RWY 33.

UW677 SANSO 100° 21NM ST001 112° 47NM ST002 152° 26NM REKUT Posterior Ejecutar Procedimiento Carta IAC-SLET RNAV GNSS Z RWY 33.

UT 712-T 712 KOSBO 080° 21NM ST001 112° 47NM ST002 152° 26NM REKUT Posterior Ejecutar Procedimiento Carta IAC- SLET RNAV GNSS Z RWY 33.

**CARTA DE SALIDA NORMALISADA POR INSTRUMENTOS VIRU VIRU
SID RNAV V001 SD003 SD004 RWY16 KOSBO SANSO**

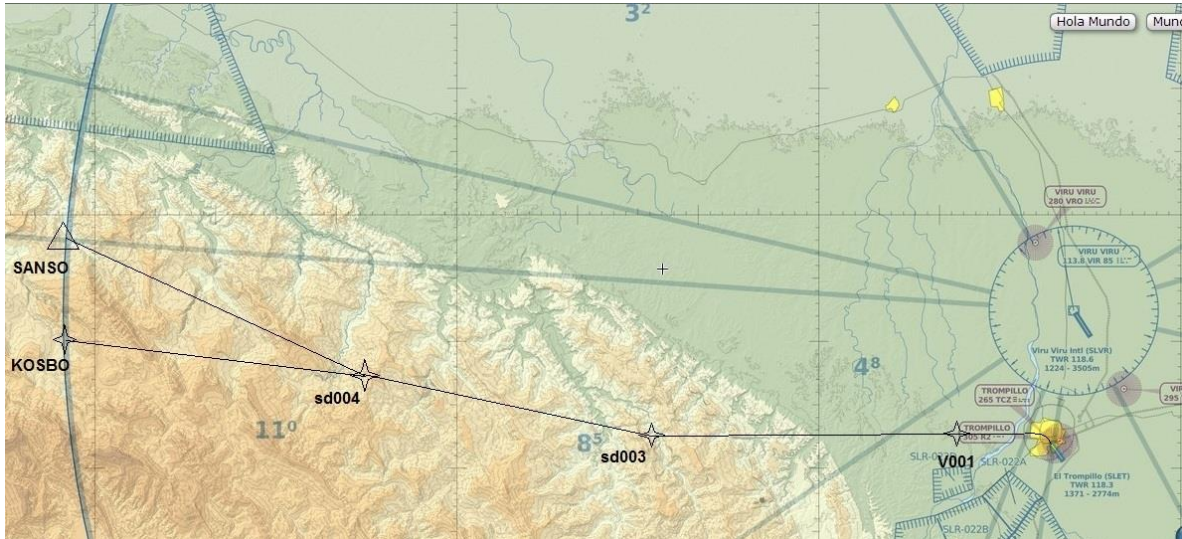


SID RWY 16 SLVR SANSO UW677-UM793 KOSBO UT712-T712

Posterior al despegue rumbo de pista 2500FT viraje derecha 253° 13NM V001 280° 23NM SD003 291° 24NM SD 004 307° 25NM SANSO UW677-UM793.

Posterior al despegue rumbo de pista 2500FT viraje derecha 253° 13nm V001 280° 23NM SID003 291° 24NM SID004 291° 23NM KOSBO UT712-T712.

CARTA DE SALIDA NORMALISADA POR INSTRUMENTOS EL TROMPILLO SID RNAV V001 SD003 SD004 RWY33 KOSBO SANSO

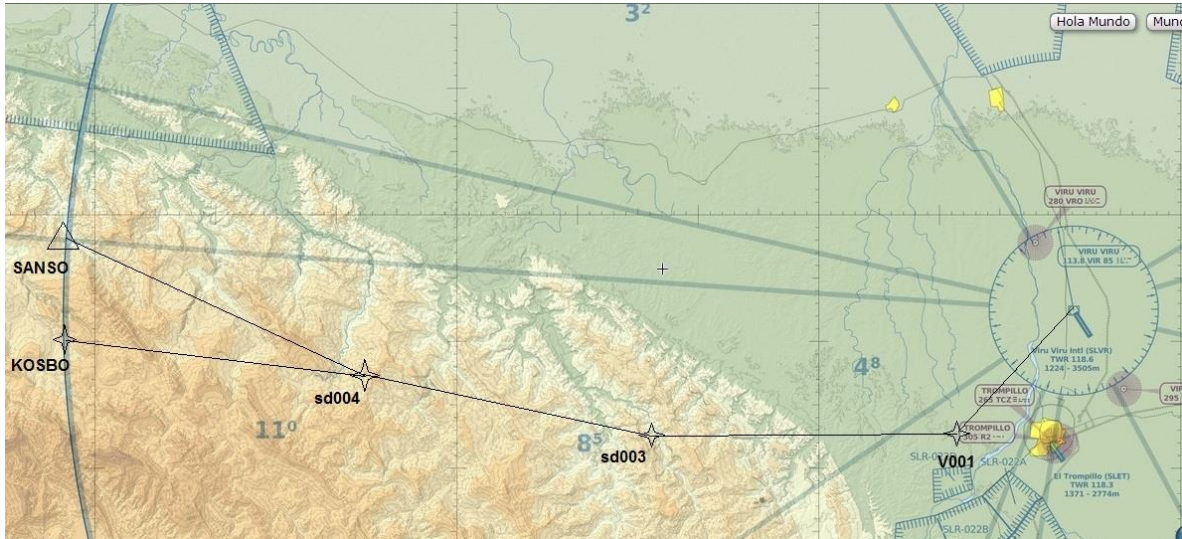


SID RWY 33 SLET SANSO UW677-UM793 KOSBO UT712-T712

Posterior al despegue rumbo de pista 2500FT viraje izquierda 268° 6NM V001 280° 23NM SD003 291° 24NM SD 004 307° 25NM SANSO UW677-UM793.

Posterior al despegue rumbo de pista 2500FT viraje izquierda 268° 6NM V001 280° 23NM SID003 291° 24NM SID004 291° 23NM KOSBO UT712-T712.

**CARTA DE SALIDA NORMALISADA POR INSTRUMENTOS VIRU VIRU
SID RNAV V001 SD003 SD004 RWY34 KOSBO SANZO**

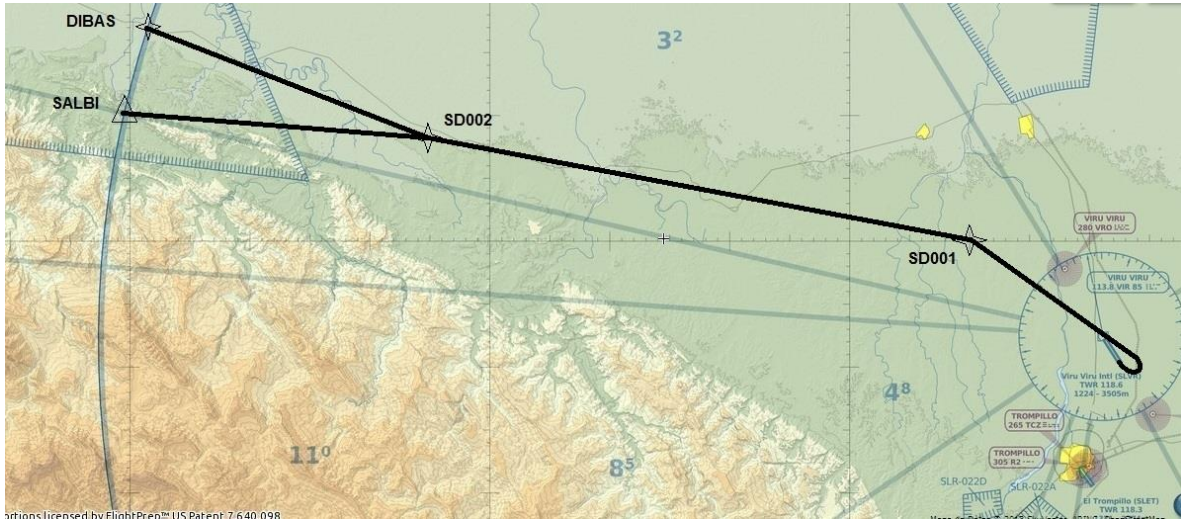


SID RWY 34 SLVR SANSO UW677-UM793 KOSBO UT712-T712

Posterior al despegue rumbo de pista 2500FT viraje izquierda 228° 13NM V001 280° 23NM SD003 291° 24NM SD 004 307° 25NM SANSO UW677-UM793.

Posterior al despegue rumbo de pista 2500FT viraje izquierda 228° 13NM 13nm V001 280° 23NM SID003 291° 24NM SID004 291° 23NM KOSBO UT712-T712.

**CARTA DE SALIDA NORMALISADA POR INSTRUMENTOS VIRU VIRU
SID RNAV V001 SD003 SD004 RWY 16 DIBAS SLABI**

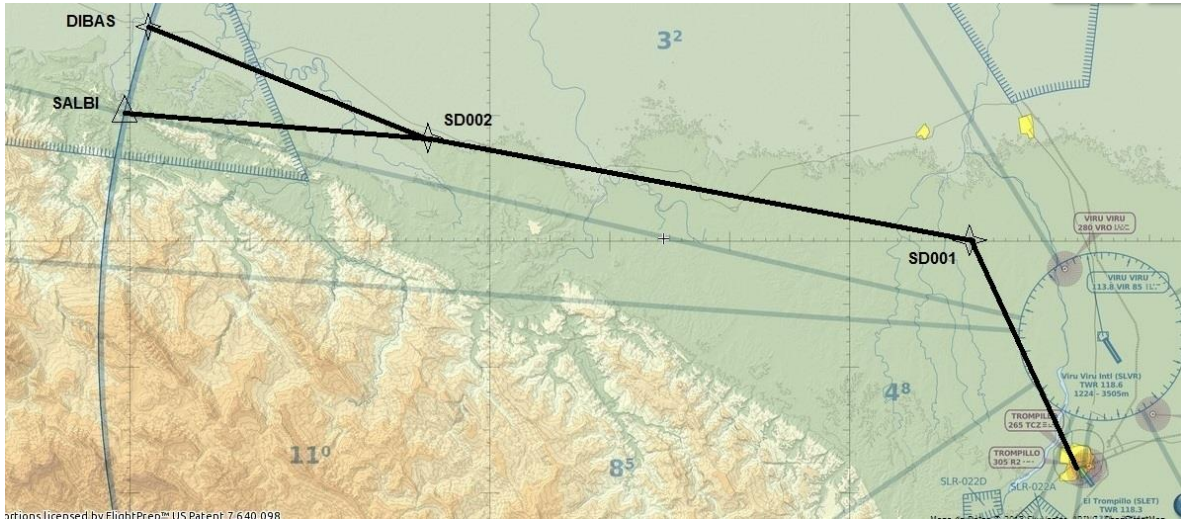


SID GNSS- RNAV RWY 16 SLVR DIBAS UM415- SALBI UA304 A304

Posterior al despegue rumbo de pista 2500FT viraje izquierda proa al VIR VOR 319° 9NM SID001 292° 46NM SID002 302° 24NM DIBAS UM415.

Posterior al despegue rumbo de pista 2500FT viraje izquierda proa al VIR VOR 319° 9NM SID001 292° 46NM SID002 287° 25NM SALBI UA304- A304.

**CARTA DE SALIDA NORMALISADA POR INSTRUMENTOS EL TROMPILLO
SID RNAV V001 SD003 SD004 RWY 16 DIBAS SLABI**



SID GNSS- RNAV RWY 33 SLET DIBAS UM415- SALBI UA304 A304

Posterior al despegue rumbo 340° 16NM SID001 292° 46NM SID002 302° 24NM DIBAS UM415.

Posterior al despegue rumbo 340° 16NM 9NM SID001 292° 46NM SID002 287° 25NM SALBI UA304- A304.