



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Estudio de la influencia del proyecto HISPAFRA en las
rutas que atraviesan el UIR Canarias

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Aeroespacial

AUTOR/A: Romero Fechoz, Alejandro

Tutor/a: Yuste Pérez, Pedro

Cotutor/a externo: ALARCON MATENCIO, DAVID

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

Resumen

Una de las grandes problemáticas asociadas al espacio aéreo europeo, la congestión, tiene su origen en diferentes aspectos como su elevada fragmentación, lo que produce verdaderas fronteras aéreas, o incluso insuficiencias en la capacidad del sistema ATM. El elevado número de operaciones aéreas, las cuales está previsto que aumenten en los próximos años, propician la congestión del espacio aéreo europeo.

Como respuesta a los problemas asociados al espacio aéreo europeo, EUROCONTROL puso en marcha en el año 2008 el concepto operacional Free Route Airspace (FRA). El sistema FRA consiste en un volumen del espacio aéreo, el cual puede abarcar la totalidad de este o limitarse entre dos niveles de vuelo, donde el usuario puede planificar directos entre dos puntos significativos, un punto de entrada y otro de salida.

En España, las operaciones Free Route fueron introducidas mediante la creación de un espacio aéreo conocido como FRASAI. Este se encuentra en el espacio aéreo superior (UIR) de Madrid, formado por los sectores de Santiago de Compostela (LECMSAN) y Asturias (LECMASU). En FRASAI los usuarios únicamente pueden planificar directos entre dos puntos que se encuentran publicados en el apéndice 4 del RAD.

No obstante, ENAIRE, siguiendo el Reglamento de Ejecución (EU) No 716/2014, tiene como objetivo implementar las operaciones FRA en el conjunto del espacio aéreo español. Dicho proyecto es conocido como HISPAFRA. A partir de la implementación de este, el espacio aéreo español estará formado por dos células FRA, la continental, la cual se extiende desde el nivel de vuelo FL245 a FL660 e incluye UIR Madrid y UIR Barcelona, y la célula Canarias, limitada entre los niveles de vuelo FL305 y FL660, incluyendo UIR Canarias.

De esta forma, se pretende conseguir una reducción de los costes de las operaciones aéreas ya que al emplear directos se reduce el tiempo de vuelo y se disminuye el consumo de combustible, y por tanto, las emisiones contaminantes. Del mismo modo, existe la posibilidad de reducir las coordinaciones y comunicaciones aeroterestrres, con sus consecuentes beneficios para la operación de las aeronaves.

Abstract

One of the main problems associated with the European airspace, congestion, has its origin in different aspects such as its high fragmentation, which produces air borders, or even insufficiencies in the capacity of the ATM system. The high number of air operations, which are believed to increase in the following years, produces the congestion of the European airspace.

In response to the problems related to the European airspace, EUROCONTROL implemented the Free Route Airspace operational concept in 2008. A FRA system consists of a volume of airspace, which can be limited between two vertical limits or can occupy all the volume, where the user is able to plan between two points, one known as the entry point and the other one as the exit point.

In Spain, Free Route operations were implemented through the creation of an airspace known as FRASAI. This is located in the upper information region (UIR) of Madrid, formed by Santiago de Compostela sector (LECMSAN) and Asturias sector (LECMASU). In FRASAI, users can only plan direct flights between two points that must be published at the Appendix 4 of the RAD.

However, ENAIRE, following the Commission Implementing Regulation (EU) No 716/2014, has the objective to implement FRA operations at the Spanish airspace. This project is known as HISPAFRA. Once HISPAFRA is implemented, the Spanish airspace will have two different FRA cells, the continental, which extends from FL245 to FL660 and includes UIR Madrid and UIR Barcelona, and the Canary Island cell, which is limited between FL305 and FL660 and includes UIR Canarias.

In this way, it is intended to achieve a reduction in the costs of air operations since by using direct flights, the flight time average and fuel consumption are reduced and therefore polluting emissions. Likewise, there is the possibility of reducing air-ground coordination and communications, with its consequent benefits for aircraft operations.

A mi familia, en especial a mis padres y hermanos por ser fuente de inspiración y apoyo a lo largo de estos cuatro intensos años.

A mis segundos hermanos, Germán Cotanda, José María Espinosa y José Vicente González. Sin lugar a duda el gran tesoro que me llevo de esta etapa. Gracias por el apoyo y cariño que me habéis dado estos años. Espero poder rememorar con vosotros las anécdotas y experiencias que hemos vivido juntos...y viviremos.

A mi tutor del TFG, o padrino aeronáutico, el teniente David Alarcón Matencio. Gracias por acogerme en el GRUCAO, por la paciencia que has tenido explicándome conceptos que no entendía y por los consejos que me has ido dando.

A mi profesor y también tutor del TFG Pedro Yuste Pérez, por abrirme las puertas de la Navegación Aérea y tener una respuesta para cada uno de los problemas que me han ido surgiendo a lo largo de los últimos años.

Y al resto de personas que forman parte de mi vida y hacen que sea una persona feliz...Gracias.

Índice general

1. Introducción	11
1.1. Antecedentes	11
1.2. Motivación	13
1.3. Estructura	14
2. Free Route Airspace	15
2.1. Concepto de operaciones	15
2.2. Ventajas del concepto FRA	19
2.3. Inconvenientes del sistema FRA y posibles soluciones	24
2.4. Estructura FRA	28
2.5. Puntos significativos FRA	39
2.5.1. Punto horizontal de entrada (E)	40
2.5.2. Punto horizontal de salida (X)	41
2.5.3. Punto horizontal combinado de entrada y salida (EX)	42
2.5.4. Punto intermedio (I)	43
2.5.5. Punto de llegada al aeródromo (A)	44
2.5.6. Punto de salida de aeródromo (D)	47
2.6. Operaciones de entrada y salida vertical de la célula FRA	50
2.6.1. Entrada vertical al espacio aéreo FRA	51
2.6.2. Salida vertical del espacio aéreo FRA	52
2.7. Operaciones transfronterizas en entornos FRA	54
3. Conflictos entre aeronaves	59
3.1. Conflictos entre aeronaves	59
3.2. Conflictos en FRA Canarias	60
3.3. Caracterización de los conflictos	64
4. Estudio de la implementación de HISPAFRA en UIR Canarias	69
4.1. Proyecto HISPAFRA	69
4.2. UIR Canarias	72
4.2.1. Rutas de sobrevuelo UIR Canarias	74
4.2.1.1. Planificación del sobrevuelo en Canarias	74
4.2.1.2. Consumo de combustible	78
4.2.1.3. Impacto medioambiental	79

4.2.1.4.	Tasas por uso del espacio aéreo	80
4.2.2.	Representación rutas de sobrevuelo	82
4.2.3.	Casos excepcionales sobrevuelo UIR Canarias	87
4.2.4.	Resolución de conflictos en sobrevuelo	95
4.2.4.1.	Aumento de la altitud	97
4.2.4.2.	Cambio de rumbo	99
5.	Procedimientos de salida Aeropuertos Canarias	103
5.0.1.	Salidas Aeropuertos Canarias con operaciones FRA	104
5.0.2.	Comparación de los procedimientos convencionales de salida con los propuestos	106
5.0.2.1.	Aeropuerto de Tenerife Sur	107
5.0.2.2.	Aeropuerto de Tenerife Norte	107
5.0.2.3.	Aeropuerto de La Palma	108
5.0.2.4.	Aeropuerto de Fuerteventura	110
5.0.2.5.	Aeropuerto de Lanzarote	111
6.	Parte II: Cartas aeronáuticas	113
7.	Parte III: Pliego de condiciones	169
8.	Parte IV: Presupuesto	171
9.	Parte V: Conclusiones	175
	Bibliografía	179

Índice de figuras

2.1. Rutas ATS espacio aéreo Valencia (Insignia ENAIRE)	16
2.2. Puntos significativos aerovía UM871 (AIP ENR 3.3)	17
2.3. Trayectoria de la aeronave siguiendo la red de rutas ATS	18
2.4. Trayectoria de la aeronave en el espacio aéreo FRA (Insignia ENAIRE)	18
2.5. Espacios restringidos, peligrosos y prohibidos en la célula continental (Insignia ENAIRE)	20
2.6. Espacios restringidos, peligrosos y prohibidos en la célula Canarias (Insignia ENAIRE)	21
2.7. Aeronaves operando en la célula SEE FRA (FlightRadar24)	22
2.8. NOTAM informando del cierre del espacio aéreo ucraniano [22]	23
2.9. Impacto de la redirección de las trayectorias aéreas [23]	23
2.10. Comparativa de la longitud de rutas aéreas debido al conflicto ucraniano [23]	24
2.11. Modelo de EUROCONTROL para analizar la carga de trabajo sobre el sistema ATC [27]	25
2.12. Célula FRA con red de rutas ATS (Elaboración propia)	30
2.13. UIR Canarias con operaciones FRA implementadas (Insignia ENAIRE)	31
2.14. UIR Canarias sin operaciones FRA implementadas (Insignia ENAIRE)	32
2.15. Célula FRA sin red de rutas ATS (Elaboración propia)	33
2.16. Límites célula continental [34]	34
2.17. Límites célula Canarias [34]	34
2.18. Combinaciones de puntos significativos en una célula FRA [12]	36
2.19. Estructura SEE FRA [18]	36
2.20. Espacio Aéreo Hungría [35]	37
2.21. Punto significativo de entrada SEE FRA (FlightRadar24 y HungaroControlAIS)	38
2.22. Punto significativo de salida SEE FRA (FlightRadar24 y HungaroControlAIS)	39
2.23. Puntos significativos de entrada Célula FRA Canarias (Elaboración propia)	41
2.24. Puntos significativos de salida célula FRA Canarias (Elaboración propia)	42

2.25. Puntos significativos de entrada y salida Célula FRA [36]	43
2.26. Puntos intermedios Célula FRA (Elaboración propia)	44
2.27. Puntos significativos de llegada Célula FRA (Elaboración propia)	45
2.28. Procedimiento de salida de la célula FRA con procedimiento STAR [36]	45
2.29. Procedimiento de salida de la célula FRA sin procedimiento STAR [36]	47
2.30. Procedimiento de entrada vertical a la célula FRA (Elaboración propia)	48
2.31. Procedimiento de entrada vertical a la célula FRA con procedimiento SID [36]	49
2.32. Procedimiento de entrada vertical a la célula FRA sin procedimiento SID [36]	50
2.33. Entrada al espacio aéreo FRA empleando un procedimiento SID (EUROCONTROL)	51
2.34. Entrada un volumen FRA total empleando un procedimiento SID (EUROCONTROL)	52
2.35. Salida de un volumen FRA empleando un procedimiento STAR (EUROCONTROL)	53
2.36. Salida de un volumen FRA sin red de rutas ATS (EUROCONTROL)	53
2.37. Espacio aéreo formado por una célula FRA y un área no FRA [38]	54
2.38. Espacio aéreo formado por una célula FRA, un área interna no FRA y un volumen FRA adyacente [38]	55
2.39. Espacio aéreo formado por una célula FRA, un área interna no FRA y un volumen no FRA adyacente [38]	56
2.40. Espacio aéreo formado por una célula FRA, una célula interna FRA y un volumen no FRA adyacente [38]	56
2.41. Operaciones entre espacios aéreos adyacentes con un aeropuerto fuera del volumen FRA [38]	57
3.1. Representación del concepto del volumen de protección (Elaboración propia)	61
3.2. Conflicto horizontal entre dos aeronaves (Elaboración propia)	66
3.3. Conflicto horizontal entre dos aeronaves (Elaboración propia)	67
4.1. Fases proyecto HISPAFRA [32]	70
4.2. Rutas ATS Canarias [Elaboración propia]	75
4.3. Trayectoria TOM279 [FlightRadar24]	76
4.4. Trayectoria empleando espacio aéreo FRA (azul) y red de rutas ATS (rosa) [Elaboración propia]	77
4.5. Método para la obtención del consumo de combustible	78
4.6. Trayectoria vuelo FR442 [Flightradar24]	88
4.7. NOTAM D1152/22 [ICARO XXI]	90
4.8. Vientos alisios	91

4.9. Vientos en el archipiélago de las Canarias en el momento de la operación del vuelo FR442 [Windy]	92
4.10. Ejemplo conflicto en sobrevuelo [Flightradar24]	96
4.11. Flight Level Orientation Scheme [55]	97
4.12. Trayectoria donde se produce el conflicto [Elaboración propia] . . .	98
4.13. Resolución al conflicto originado en sobrevuelo [Elaboración propia]	99
4.14. Resolución del conflicto modificando el rumbo de la aeronave [Elaboración propia]	100
5.1. Procedimiento SID pista 25 Tenerife Sur [ENAIRE AIP]	104
5.2. Tráficos de salida pista 25 Tenerife Sur [Elaboración propia]	105
5.3. Tráficos de salida Aeropuerto de La Palma [Elaboración propia] . .	109
5.4. Tráficos de salida pista 19 Aeropuerto de Fuerteventura [Elaboración propia]	110
7.1. Especificaciones de navegación RNAV y RNP [56]	170

Índice de tablas

4.1.	Comparación de distancias entre rutas ATS y FRA	75
4.2.	Comparación distancias entre rutas ATS y FRA	77
4.3.	Comparación de distancias entre rutas ATS y FRA	79
4.4.	Comparación de las emisiones de CO ₂	80
4.5.	Muestra aeronaves del estudio	83
4.6.	Distancia planificada según el espacio aéreo donde operan las aeronaves	84
4.7.	Consumos y ahorro de combustible	85
4.8.	Emisiones de CO ₂ según la forma de planificar la trayectoria de la aeronave	86
4.9.	Ahorro en las tasas de ruta	87
4.10.	Ahorro en el pago de tasas vuelo AFR442	93
4.11.	Ahorro en el pago de tasas en ruta aeronaves en sobrevuelo	94
4.12.	Ahorro anual en el pago de tasas en ruta aeronaves en sobrevuelo	95
4.13.	Comparación de consumo de combustible para cada una de las maniobras de resolución del conflicto	99
4.14.	Comparación de consumo de combustible en las diferentes maniobras estudiadas	101
4.15.	Comparación de consumo de combustible para cada una de las maniobras de resolución del conflicto	101
5.1.	Procedimientos de salida pista 25 Aeropuerto Tenerife Sur	107
5.2.	Procedimientos de salida pista 07 Aeropuerto Tenerife Sur	107
5.3.	Procedimientos de salida pista 12 Aeropuerto Tenerife Norte	108
5.4.	Procedimientos de salida pista 30 Aeropuerto Tenerife Norte	108
5.5.	Procedimientos de salida Aeropuerto La Palma	109
5.6.	Procedimiento de salida pista 01 Aeropuerto de Fuerteventura	110
5.7.	Procedimiento de salida pista 19 Aeropuerto de Fuerteventura	111
5.8.	Procedimiento de salida pista 03 Aeropuerto de Lanzarote	111
5.9.	Procedimiento de salida pista 21 Aeropuerto de Lanzarote	111
8.1.	Horas invertidas en el proyecto	171
8.2.	Coste de personal	171
8.3.	Coste licencias software	172
8.4.	Coste por el uso del software	173
8.5.	Coste cuota autónomo y espacio de trabajo	173

8.6. Resumen presupuestario 174

Listado de siglas empleadas

F_c Consumo de combustible en la fase de vuelo determinada.

f_{CO_2} Factor de conversión de emisiones de CO₂ emitidas por kg de combustible.

A Punto de llegada a aeródromo.

ACC Area Control Center.

AD Arrival and Departure (point).

AIP Aeronautical Information Publication.

AIS Aeronautical Information Service.

AMC Airspace Management Cell.

ANSP Air Navigation Service Provider.

ATC Air Traffic Control.

ATFM Air Traffic Flow Management.

ATM Air Traffic Management.

ATS Air Traffic Service.

AUP Airspace Use Plan.

BADA Base of Aircraft Data.

CDR Conflict Detection and Resolution.

CDR Conditional Route.

CFMU Air traffic flow management.

CO₂ Dióxido de carbono.

CTR Controlled Traffic Region.

D Punto de salida de aeródromo.

DCT Direct.

Dmin Distancia horizontal mínima de seguridad.

dr Distancia recorrida en la fase de vuelo determinada.

E Punto de entrada horizontal.

E_{CO₂} Emisiones de CO₂.

EAUP European Airspace Use Plan.

ENAIRE Proveedor de Servicios de Navegación Aérea.

ERNIP European Route Network Improvement Plan.

EUROCONTROL European Organisation for the Safety of Air Navigation.

EUUP European Updated Airspace Use Plan.

Evol Número de aeronaves modificando su nivel de vuelo.

EX Entry and Exit (point).

FAB Functional Airspace Blocks.

FEP Flight Efficiency Plan.

FIR Flight Information Region.

FL Flight Level.

FLOAS Flight Level Orientation Scheme.

FRA Free Route Airspace.

FRASAI Free Route Airspace Santiago and Asturias.

ft Pies.

FUA Flexible Use of Airspace.

FUA/R Flexible Use of Airspace Restrictions.

H24 Operaciones disponibles todo el día.

HISPAFRA Free Route Airspace in Spain.

Hmin Distancia vertical mínima de seguridad.

I Punto intermedio.

IFPS Integrated initial flight plan processing system.

IFR Instrumental Flight Rules.

kg Kilogramos.

km Kilómetros.

kts Knots.

Mil Número de aeronaves militares entrando en el sector.

MONA Monitoring Aids.

MTCD Medium Term Conflict Detection.

Nconf Número de órdenes efectuadas por el controlador para resolver conflictos.

Nhold Número de aeronaves efectuando una espera.

NM Network Manager.

NMOC Network Manager Operations Centre.

NOTAM Notice To Airmen.

RAD Route Available Document.

RV Número de órdenes referidas al rumbo de la aeronave transmitidas por el ATC.

RVSM Reduced Vertical Separation Minimum.

SEE FRA South East Europe Free Route Airspace.

SES Single European Sky.

SESAR Single European Sky ATM Research.

SID Standard Instrumental Departure.

STAR Standard Terminal Arrival.

SWIM System Wide Information Management.

TBO Trajectory Based Operations.

TMA Terminal Manoeuvring Area.

TOC Top of Climb.

Tot Número de aeronaves civiles entrando en el sector.

UIR Upper Information Region.

UUP Updated Airspace Use Plan.

X Punto de salida horizontal.

Capítulo 1

Introducción

1.1. Antecedentes

El número de operaciones aéreas que se llevan a cabo en el espacio aéreo europeo aumentan anualmente. Aunque es cierto que la pandemia producida por el COVID-19 ha reducido las operaciones aéreas, entre el 21 y el 27 de abril del 2022 se produjeron cerca de 25.426 operaciones al día, lo que representa el 83 % con respecto a las mismas fechas en 2019 [1], se prevé que las operaciones aéreas retomen las cifras del 2019 y sigan aumentando.

Se podría decir que dicho periodo de reducción de operaciones ocasionado por la pandemia ha dado una tregua a la problemática asociada a la congestión que sufre el espacio aéreo europeo. Este hecho ya fue reflejado en 1999 cuando se publica un comunicado de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo donde se insiste en la necesidad de implementar medidas que mitiguen dicha problemática [2].

Atendiendo al comunicado de la Comisión, entre los principales causantes de la congestión del espacio aéreo europeo se encuentran los usuarios o incluso las infraestructuras aeroportuarias, cuyas limitaciones operativas podrían ser solventadas mediante la ampliación de sus instalaciones. No obstante, las ampliaciones aeroportuarias suelen entrar en conflicto con los intereses medioambientales del espacio que rodea a los aeropuertos.

Un ejemplo de este tipo de conflictos medioambientales puede ser la cancelación del proyecto de ampliación del Aeropuerto Josep Tarradellas-Barcelona El Prat, donde el criterio medio ambiental se ha impuesto al problema de la congestión y capacidad del mismo. La cancelación del proyecto de ampliación afecta directamente a los planes de crecimiento del aeropuerto limitando el aumento de su capacidad o

la transformación de este en un hub internacional[3].

Aunque los usuarios y la propia infraestructura aeroportuaria representan cerca de la mitad de las causas de la congestión del espacio aéreo, cabe destacar como estos dos factores se repiten en el resto de los espacios aéreos a nivel mundial sin limitar la capacidad de los mismos [2]. El factor decisivo que ha limitado la eficiencia del espacio aéreo europeo, y que ha promovido la creación de nuevos proyectos como el Single European Sky (SES), es la estructura del mismo.

En este sentido, el espacio aéreo europeo se ha caracterizado por una elevada fragmentación ya que se han respetado los límites fronterizos de cada uno de los países del mismo. Esto ha llevado a un espacio aéreo con multitud de sectores donde la aviación civil ha convivido con la aviación militar, que cuenta con volúmenes del espacio aéreo reservados para su actividad.

La fragmentación del espacio aéreo europeo se intentó mitigar a través del SES [4]. En dicho proyecto se introduce el concepto del Functional Airspace Blocks (FAB), el cual es desarrollado en la primera edición del SES en 2001 [5]. El principal objetivo del FAB es optimizar tanto el flujo del tráfico aéreo como los servicios de tránsito aéreo (ATS) en Europa [5]. De este modo, se dejan de lado los límites fronterizos para estructurar el espacio aéreo, fomentando los bloques funcionales donde se optimizan los flujos aumentando la eficiencia.

Se puede apreciar la necesidad de implementar medidas o procedimientos que mejoren la capacidad del espacio aéreo siempre respetando los niveles de seguridad y sin repercutir negativamente en el medio ambiente [6].

En la actualidad, la estructura del espacio aéreo está basada en una red de rutas ATS, la cual permite al Air Traffic Flow Management (ATFM) mantener la seguridad en las operaciones. Las rutas ATS presentan una estructura inflexible formada por diferentes aerovías cada una de ellas conformadas por waypoints, también conocidos como puntos significativos [7]. A la hora de planificar un vuelo, los usuarios deben hacer uso de las aerovías disponibles para conectar dos puntos definidos [8].

No obstante, el programa Single European Sky ATM Research (SESAR) [9] introdujo el concepto Trajectory Based Operations (TBO) con el objetivo de implementar las trayectorias 4D en el espacio aéreo europeo. Cabe destacar como la implementación de este nuevo concepto de trayectorias supone nuevos retos relacionados con el control de las aeronaves [6]. Es por ello por lo que en abril del año 2008 EUROCONTROL inició el proyecto FRA a través del Flight Efficiency Plan (FEP) [10].

Los países miembros de EUROCONTROL deben implementar el concepto FRA en sus operaciones aéreas de manera progresiva con fecha límite el año 2025.

Una vez implementado el concepto FRA, los usuarios del espacio aéreo, a partir de un nivel de vuelo definido en cada una de las Aeronautical Information Publication (AIP), podrán planificar directos entre los límites tanto horizontales como verticales establecidos en el mismo.

En el año 2014 España introduce el concepto FRA en el espacio aéreo superior (UIR) de Madrid, concretamente en los sectores LECMASU y LECMASAN. En este nuevo espacio aéreo, que recibe el nombre de Free Route Airspace Santiago and Asturias FRASAI, los usuarios pueden únicamente planificar directos en base a los que se encuentran publicados en el Route Availability Document (RAD).

FRASAI es un proyecto que se aproxima al concepto de las operaciones FRA sin permitir a los usuarios planificar de manera libre los directos. Para implementación de FRA en el UIR Madrid y UIR Canarias ENAIRE ha puesto en marcha el proyecto HISPAFRA. La entrada de servicio de HISPAFRA comenzó el 21 de abril del 2022 [8]. Dichos volumen FRA es planificable H24 y permite a las aeronaves hacer uso del espacio aéreo FRA a partir del nivel de vuelo (FL) 305 para UIR Canarias y FL 245 para UIR Madrid-Barcelona.

1.2. Motivación

El principal objetivo de este estudio es analizar la implementación de las operaciones FRA en UIR Canarias a partir del día 21 de abril de 2022. En este sentido, aparte de analizar las principales cuestiones que rodean al concepto FRA y las implicaciones que tiene en el espacio aéreo y en el tráfico de aeronaves, cuestiones que también se abordarán en el estudio, el objetivo principal se basa en analizar la repercusión que tiene la implementación de las operaciones FRA en las trayectorias de las aeronaves, el consumo de combustible y emisiones contaminantes.

En concreto se analizarán las implicaciones que tienen las operaciones FRA en las rutas de sobrevuelo que atraviesan el UIR Canarias. El espacio aéreo canario se caracteriza principalmente por las rutas aéreas que conectan las islas entre sí y con diferentes destinos del continente europeo. No obstante, existe un gran flujo de aeronaves, que conectan Europa con Latinoamérica, que desarrollan parte de la fase de crucero sobre el UIR Canarias. Del estudio se espera obtener conclusiones acerca de la implicación que tiene el concepto de operaciones FRA sobre la fase de crucero en el espacio aéreo de canarias.

Del mismo modo, al cambiar el concepto de operaciones eliminando la red de rutas ATS e introduciendo los directos entre puntos significativos, se efectuará un estudio de los conflictos potenciales y la forma óptima de resolverlos teniendo en

cuenta las ventajas que ofrece el concepto de operaciones FRA.

Uno de los principales flujos de tráfico son los que conectan las Islas con el continente europeo. Otro de los objetivos del estudio se centra en analizar cómo se efectúa la incorporación de estos tráfico al volumen FRA y si estos entran en conflicto con las aeronaves que se encuentran efectuando la fase de crucero.

1.3. Estructura

El estudio se estructura según en los diferentes apartados:

- Capítulo 2: Se efectúa un análisis de las diferentes consideraciones a tener en cuenta a la hora de operar en un espacio aéreo FRA.
- Capítulo 3: Tras analizar las operaciones en un espacio aéreo FRA, se procede a analizar los conflictos que se pueden generar entre las aeronaves que operan en el espacio aéreo y la forma de caracterizarlos.
- Capítulo 4: Se procede a estudiar la implementación del proyecto HISPAFRA y el efecto que ha tenido en las operaciones en el espacio aéreo de Canarias.
- Capítulo 5: Se extraen las conclusiones acerca de la implementación del concepto FRA en UIR Canarias.

Capítulo 2

Free Route Airspace

2.1. Concepto de operaciones

El Free Route Airspace , FRA, es un concepto que se aplica a un volumen específico del espacio aéreo donde los usuarios pueden planificar de manera libre directos entre un punto de entrada y otro de salida de dicho espacio aéreo. Entre estos dos puntos el usuario tiene la posibilidad de hacer uso de puntos intermedios los cuales están publicados en el AIP de cada país. Para efectuar la entrada y la salida de la célula FRA desde un aeródromo situado dentro del mismo existen diferentes puntos como los de llegada a aeródromo (A) y salida de aeródromo (D) los cuales se estudiarán más adelante.

La implementación del concepto FRA en el espacio aéreo permite dejar de emplear la red de rutas ATS. No obstante, implementar dicho concepto de operaciones supone un reto tecnológico y conceptual que se desarrollará en los próximos capítulos.

A modo de comparación, donde se pueden apreciar las ventajas entre operar en un espacio aéreo FRA y uno basado en una red de rutas ATS, se presenta en el siguiente ejemplo del espacio aéreo español.

Designador de ruta // Route Designator										
▲ / Δ REP obligatorio / a petición // Compulsory / on request REP										
NAV	TR MAG		DIST (NM)	LÍMITES VER VER LIMITS	LL (NM)	DCL		ASC	UNIDAD CTL CTL UNIT	RMK
	↓	↑				Impar Odd	Par Even			
UM871										(1)
Δ	NANDO 395920N 0021028W									
RNAV5	107°		33.5	FL660 FL155			↓	C	MADRID ACC	
Δ	MINGU 394934N 0012851W									
RNAV5	107°		9.5	FL660 FL155			↓	C	MADRID ACC	
Δ	ABOSI 394645N 0011705W									
RNAV5	155°		15.1	FL660 FL095			↓	C/D	MADRID ACC	
Δ	MABUX 393257N 0010859W									
RNAV5	119°		12.9	FL660 FL095			↓	C/D	BARCELONA ACC	
Δ	RETBA 392637N 0005432W									
RNAV5	119°		3.8	FL660 FL095			↓	C/D	BARCELONA ACC	
Δ	MOPIR 392445N 0005016W									
RNAV5	119°		15.7	FL660 FL095			↓	C/D	BARCELONA ACC	
Δ	LASPO 391657N 0003240W									
RNAV5	086°		45.5	FL660 FL095			↓	C/D	BARCELONA ACC	
Δ	ORVUS 391954N 0002553E									
RNAV5	086°		45.7	FL660 FL095			↓	C/D	BARCELONA ACC	(2)
Δ	GODDX 392221N 0012439E									
RNAV5	086°		46.9	FL660 FL095			↓	C/D	BARCELONA ACC	

Figura 2.2: Puntos significativos aerovía UM871 (AIP ENR 3.3)

La trayectoria resultante de la aeronave sería la que se muestran en la Figura 2.3,

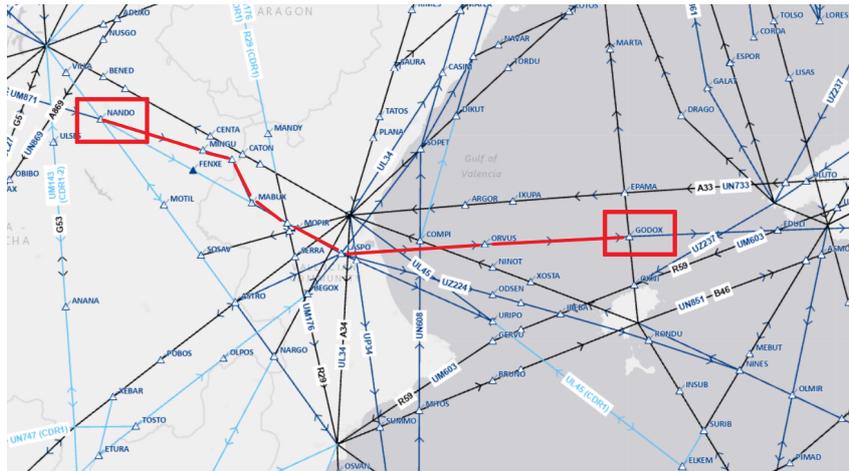


Figura 2.3: Trayectoria de la aeronave siguiendo la red de rutas ATS

Al seguir los tramos marcados por la aerovía, la aeronave no efectúa la trayectoria más eficiente, la cual sería una línea recta (directo). No obstante, si se hace uso del espacio aéreo basado en el concepto FRA, la trayectoria efectuada por la aeronave resultaría la que se aprecia en la Figura 2.4

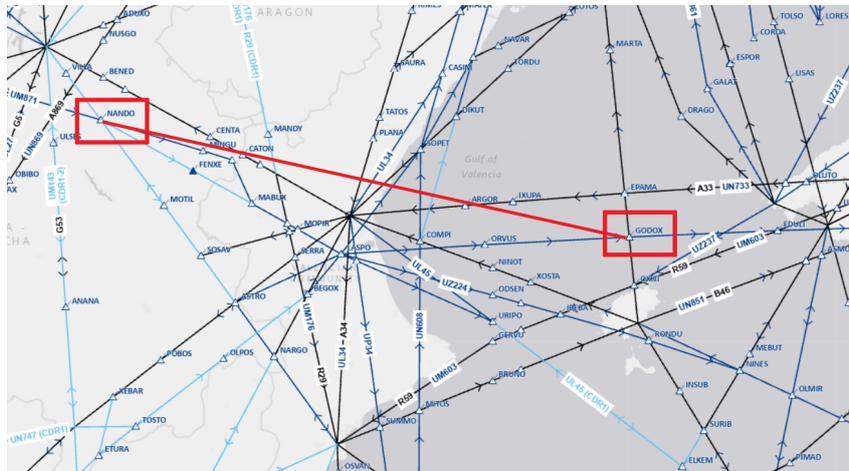


Figura 2.4: Trayectoria de la aeronave en el espacio aéreo FRA (Insignia ENAI-RE)

La distancia recorrida basándose en un espacio aéreo que emplea el concepto FRA en comparación con aquel que emplea una red de rutas ATS es mucho menor. Esta es una de las principales razones que han llevado a los países europeos a la implementación de este concepto de espacio aéreo.

De este modo, el concepto FRA busca transformar el espacio aéreo europeo basándose en los siguientes principios como base para su desarrollo y mejora: [12]

- Cumplir los niveles de seguridad ya presentes en el espacio aéreo europeo.
- Asegurar la compatibilidad con las operaciones que se desarrollan en la actualidad.
- Capacidad de expansión y conexión con los espacios aéreos contiguos.
- Poder ser exportable a otras regiones.

Estos principios se ven aplicados en espacios aéreos donde dicho concepto FRA ya se ha implementado, como sería el caso de Hungría. En dicho espacio aéreo, el cual se retomará a lo largo de este estudio, tras el cambio de las operaciones al modelo FRA se ha estimado que los índices de seguridad operativa han mejorado, al igual que las operaciones aéreas han aumentado [13].

A la hora de efectuar el diseño de los espacios aéreos en los que se implementa el concepto de operaciones FRA, es necesario que las autoridades tengan en cuenta los siguientes principios: [12]

- La implementación de las operaciones FRA deben aportar beneficios para los operadores del espacio aéreo.
- La coordinación civil-militar debe llevarse a cabo para alcanzar los objetivos comunes.
- Seguir las recomendaciones recogidas en el European Route Network Improvement Plan (ERNIP) [14].

De este modo, se consigue adaptar el espacio aéreo a un modelo flexible en el que se busca aumentar la capacidad del mismo así como cumplir con las exigencias de cada uno de los usuarios de este.

2.2. Ventajas del concepto FRA

Las operaciones aéreas basadas en el concepto FRA permiten aumentar la eficiencia, la capacidad y reducir el impacto medioambiental de la aviación ya que al reducir las distancias planificadas se reducen las emisiones de CO_2 y el consumo de combustible.

Gracias a esta implementación, la extensión de las rutas aéreas se redujo de un 3.58 % en 2007 a un 2 % en diciembre de 2021 en el conjunto del espacio aéreo europeo donde las operaciones FRA fueron implementadas [7].

A continuación se presenta una estimación de ahorros en las operaciones de las aeronaves en cuanto las operaciones FRA se implementen en el espacio aéreo europeo [7],

- 1 billón de millas náuticas.
- 6 millones de toneladas de combustible.
- 20 millones de toneladas de CO2 emitidas.
- Ahorro de 5 mil millones de euros en ahorro de combustible.

Otra ventaja que supone la implementación del concepto FRA se aplica a los espacios aéreos prohibidos, restringidos o peligrosos, es decir, aquellos en los que existe un peligro para la operación de las aeronaves.

En el caso de España, al igual que otros espacios aéreos europeos, existe un gran número de estos espacios aéreos que pueden presentar un peligro para las operaciones de las aeronaves o se restringen a las operaciones civiles. La restricción de estas zonas puede ser temporal o permanente afectando a las operaciones de las aeronaves [15].

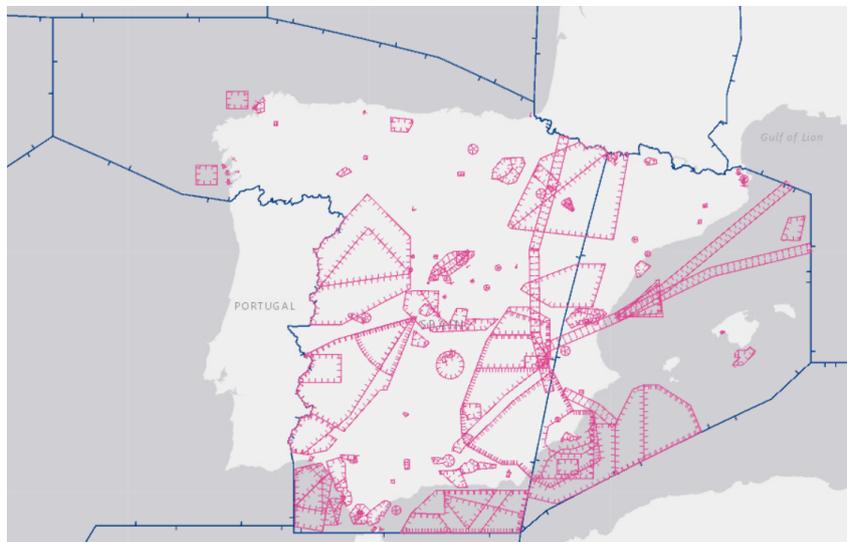


Figura 2.5: Espacios restringidos, peligrosos y prohibidos en la célula continental (Insignia ENAIRE)

En la célula Canarias, el número de zonas restringidas, peligrosas y prohibidas es mucho menor que en el caso de la célula continental[15].

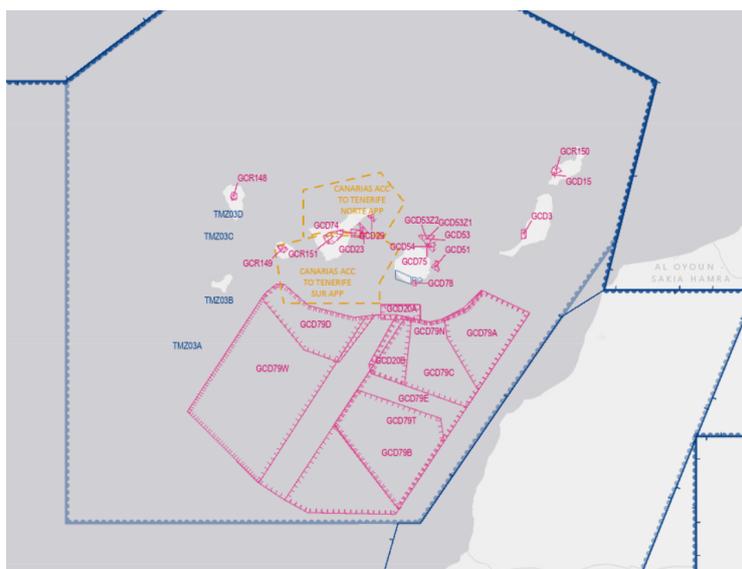


Figura 2.6: Espacios restringidos, peligrosos y prohibidos en la célula Canarias (Insignia ENAIRE)

En un espacio aéreo formado por una red de rutas ATS, en el momento en el que una de estas zonas se reserva, por cualquiera de los motivos que aparecen en la columna de “observaciones” dentro del ENR 5.1 del AIP [15], el Integrated Initial Flight Plan Processing System (IFPS) no permite a las aeronaves civiles planificar sus tráficos a través del volumen de espacio aéreo reservado. El IFPS es un sistema centralizado del Network Manager Operations Centre (NMOC) que se encarga de procesar y distribuir los planes de vuelo IFR en el espacio aéreo europeo [16].

Aunque se han implementado proyectos como FUA en los que se busca flexibilizar el uso del espacio aéreo optimizando el uso que hacen de él tanto la aviación civil como la militar [17], esto obliga a los usuarios del espacio aéreo a modificar la ruta planificada aumentando el tiempo de vuelo y los costes de la operación. Este aspecto se produce en aquellos espacios aéreos en los que se mantiene una estructura basada en una red de rutas ATS.

Una vez se implementa el concepto FRA en las operaciones, los usuarios tienen la capacidad de poder planificar su ruta empleando puntos que puedan optimizar la trayectoria para evitar las zonas reservadas. De este modo, se consigue reducir impacto que tiene sobre las operaciones la activación de una de dichas áreas anteriormente mencionadas.

Además de los beneficios relacionados con la reducción del consumo de combustible y las emisiones de CO₂, con sus consecuentes ahorros en los costes de operación de las aeronaves, también es importante destacar la capacidad de adaptación de los espacios aéreos en los que se ha aplicado las operaciones FRA.

La capacidad de adaptación de un espacio aéreo FRA se ve reflejado en la facilidad que este tiene de adaptarse a las necesidades del tráfico aéreo como consecuencia de un evento. La crisis surgida tras la invasión rusa de Ucrania ha supuesto la reordenación del flujo de tráfico aéreo que conectan el continente europeo con el asiático.

Para reordenar el flujo de tráfico aéreo uno de los volúmenes FRA más grandes [18] de Europa, el South East Europe Free Route Airspace (SEE FRA), ha tenido que asimilar gran parte de dichas aeronaves.

En la Figura 2.7 se observan los espacios aéreos de Bulgaria, Hungría, Rumania, Eslovaquia y la Republica de Moldavia que componen SEE FRA [18], que además se encuentra operativo H24. A través de dicho FAB se producen un gran número de operaciones aéreas que conectan los principales hubs europeos con Oriente y países asiáticos. Esta es una de las principales regiones del espacio aéreo europeo pues concentra uno de los mayores flujos de aeronaves en ruta.

Dentro de este espacio aéreo también se incluyen aeropuertos con un número de operaciones elevado como es el caso del Aeropuerto Internacional Budapest-Ferenc Liszt, donde en el año 2019 el flujo de pasajeros alcanzó la cifra de 16.173.489, [19] o el Aeropuerto Internacional de Bucarest-Henri Coandă con cerca de 14.729.894 en el año 2019 [20]

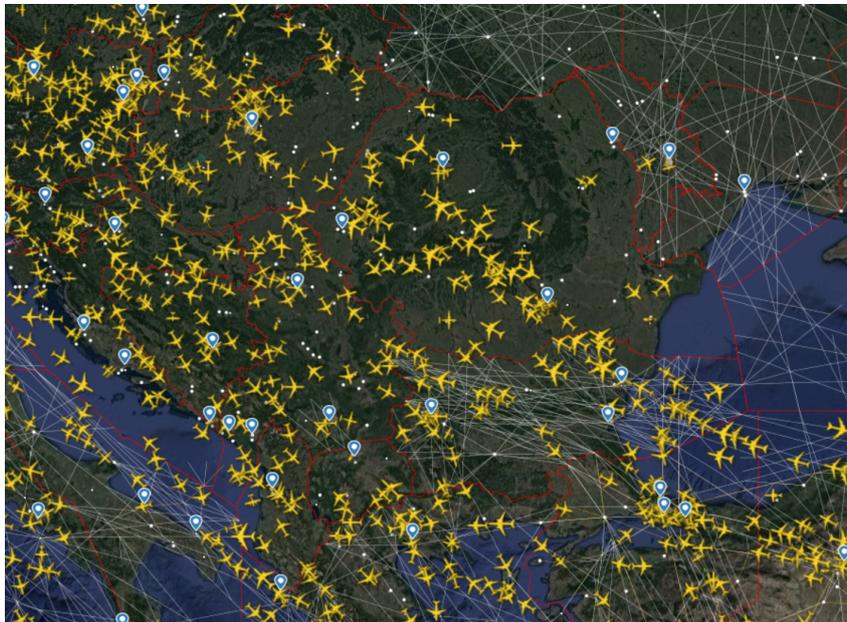


Figura 2.7: Aeronaves operando en la célula SEE FRA (FlightRadar24)

Este espacio aéreo basado en el concepto FRA comparte frontera con el espacio aéreo ucraniano. Este hecho es relevante pues, debido al cierre del espacio aéreo

como consecuencia de la invasión rusa [21], muchas de las rutas que atravesaban este espacio aéreo han sido redirigidas a través de los diferentes espacios aéreos aledaños.

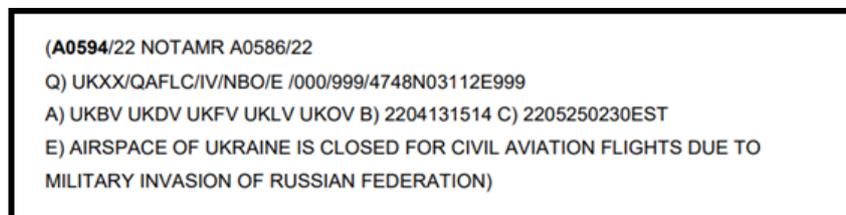


Figura 2.8: NOTAM informando del cierre del espacio aéreo ucraniano [22]

Países como Lituania han visto reducidas sus operaciones un 46 % mientras que otros espacios aéreos, como el húngaro, han aumentado sus operaciones un 29 % [23]. En definitiva, las rutas aéreas que conectaban regiones europeas con diferentes países asiáticos hacían uso del espacio aéreo ruso, una vez se ha cerrado dicho espacio aéreo, las operaciones se han redirigido tal y como se muestra en la siguiente ilustración.

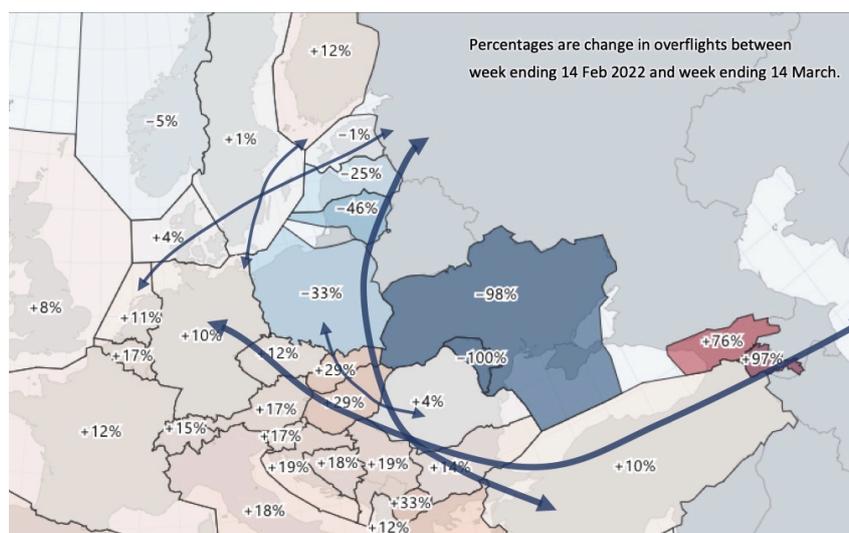


Figura 2.9: Impacto de la redirección de las trayectorias aéreas [23]

Como se puede apreciar, en la Figura 2.9 dicho volumen FRA ha absorbido gran parte de las operaciones aéreas que transcurrían por los espacios aéreos de Rusia y Ucrania.

El primer efecto de dicha medida tiene que ver con el aumento de las distancias para las rutas que atraviesan alguno de estos espacios aéreos que se encuentran cerrados a las operaciones de aeronaves bajo bandera de países con restricciones. Este

hecho se puede apreciar en la comparativa de las rutas aéreas que unen Europa con Asia antes y después de la invasión rusa de Ucrania. Cabe destacar como las aerolíneas de países que no están presentes en el conflicto no han visto sus operaciones afectadas en gran medida, este sería el caso de las aerolíneas de origen chino.

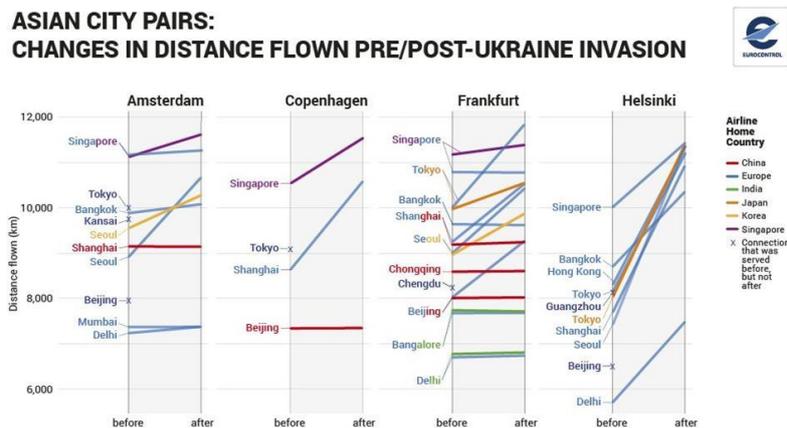


Figura 2.10: Comparativa de la longitud de rutas aéreas debido al conflicto ucraniano [23]

Además del aumento del tiempo de vuelo asociado al uso de las rutas aéreas que transcurren por el espacio aéreo ruso o ucraniano, un hecho apreciable es la capacidad de adaptación de los espacios aéreos FRA implementadas en Europa. Con este ejemplo, se puede dar por demostrado la capacidad que tienen los procedimientos asociados al concepto FRA, para asimilar los vuelos que han tenido que ser redirigidos para cumplir con las restricciones interpuestas.

2.3. Inconvenientes del sistema FRA y posibles soluciones

La aplicación en el espacio aéreo de las operaciones FRA acarrearán una serie de inconvenientes a los diferentes actores que planificarán sus tráficos siguiendo los principios operativos del volumen de espacio aéreo asociado. Para cada uno de los actores que intervienen en las operaciones aéreas, existe la posibilidad, de implementar dichas operaciones FRA. Realmente, el mayor poder de decisión entre operar siguiendo la red de rutas ATS o la normativa FRA recae sobre el propio usuario del espacio aéreo en los casos en los que ambos conceptos operativos se encuentren disponibles.

Los proveedores de servicios aéreos se enfrentan a una serie de retos a la hora

de efectuar la implementación de las operaciones FRA. La complejidad del espacio aéreo será un elemento a tener en cuenta a la hora de planificar operaciones aéreas en un futuro. Dicha complejidad está relacionada con la propia estructura del sistema así como de las características del mismo, entre las que destaca el flujo de tráfico aéreo operando en el mismo.

El flujo de tráfico aéreo varía en función del tiempo y depende de diferentes factores, [24] [25] [26]

- Número de aeronaves.
- Condiciones meteorológicas.
- Velocidad de las aeronaves.
- Tráficos efectuando una variación vertical de su posición.
- Tráficos efectuando un cambio en su rumbo.
- Separación entre los tráfico.
- Proximidad tanto vertical como horizontal entre dos tráfico.

La combinación entre las características estructurales del espacio aéreo y factores anteriormente mencionados fomentan el aumento en la carga de trabajo del sistema ATC. [24]

Para efectuar una estimación de la carga de trabajo a la que está sometido el sistema ATC se acude a métodos matemáticos tal y como se puede apreciar en un estudio de EUROCONTROL [27] donde emplean el siguiente modelo para efectuar la simulación,

$$\text{MBB} = \text{Tot} + 0.2 \cdot \text{Mil} + 0.24 \cdot \text{Evol} + 0.26 \cdot \text{FIR} + 0.30 \cdot \text{TMA} + 0.38 \cdot \text{RV} + 1.4 \cdot \text{Nconf} + 0.6 \cdot \text{Nhold}$$

Figura 2.11: Modelo de EUROCONTROL para analizar la carga de trabajo sobre el sistema ATC [27]

donde,

- Tot = Número de aeronaves civiles entrando en el sector.
- Mil = Número de aeronaves militares entrando en el sector.

- Evol = Número de aeronaves modificando su FL.
- FIR = Número de aeronaves en tránsito entre el FIR y el UIR.
- TMA = Número de aeronaves en tránsito desde/hacia la aproximación.
- RV = Número de órdenes referidas al rumbo de la aeronave transmitidas por el ATC.
- Nconf = Número de órdenes efectuadas por el controlador para resolver conflictos.
- Nhold = Número de aeronaves efectuando una espera.

Este estudio se efectúa para un espacio aéreo basado en una red de rutas ATS. No obstante, para efectuar la adaptación al sistema basado en el concepto FRA, únicamente influyen el RV y el Nconf. De este modo, disponiendo de la información correspondiente a las operaciones en un determinado espacio aéreo, es posible determinar la carga de trabajo a la que se sometería al sistema ATC una vez se implementan las operaciones FRA.

Otro inconveniente, relacionado con la eliminación de las aerovías, tiene que ver con la necesidad de disponer de información acerca de la disponibilidad de los diferentes sectores para que los usuarios puedan planificar atendiendo a la situación operativa. Es por ello que el sistema ATC debe disponer de equipos que puedan actualizar continuamente la disponibilidad de los sectores del espacio aéreo, al mismo tiempo que la Central Flow Management Unit (CFMU) debe disponer de sistemas que permitan procesar los planes de vuelo creados por los usuarios, existiendo la posibilidad de necesitar diferenciar entre periodos de tiempo según la implementación horario del volumen FRA.

Un factor decisivo en la implementación de las operaciones FRA tiene que ver con la disponibilidad de información actualizada acerca de los diferentes sectores del espacio aéreo. Esto es debido a la necesidad de disponer de la información necesaria a lo largo de los diferentes espacios por los que la aeronave transcurrirá en la operación. Es de gran importancia disponer de un sistema que permita transferir la información entre los diferentes sectores o ACC de manera eficaz y fiable.

El sistema ATC se enfrenta a otro reto que tiene que ver con los nuevos procedimientos que se deben establecer para optimizar la capacidad operativa de los diferentes sectores que es implementar formación en estos nuevos procedimientos a los integrantes del sistema ATC [13].

La implementación de las operaciones FRA presentan una serie de retos a cada uno de los integrantes del espacio aéreo. Los beneficios potenciales que este presenta

[7] llevan a los diferentes actores a implementar conceptos operativos basados en el concepto FRA para solventar los imprevistos. Los mayores retos recaen sobre el sistema ATC y el CFMU requiriendo el desarrollo de nuevos sistemas de transmisión de información acerca del estado de las operaciones.

Para mejorar la transición de un modelo basado en una red de rutas ATS a otro que emplea el concepto FRA, se puede implementar en diferentes fases comenzando con operaciones nocturnas en un sector del espacio aéreo [13]. De este modo, los controladores aéreos se pueden adaptar a los procedimientos en un entorno donde la carga de trabajo se reduce en comparación a otras franjas horarias.

Debido a los requerimientos de los usuarios y a los beneficios que estas operaciones ofrecen, el sistema deberá adaptarse a las operaciones H24. Para ello el sistema ATC debe disponer de equipos que permitan transmitir la información referente al estado de los diferentes sectores y tráfico que operan en el mismo de manera actualizada. Se pueden disponer de los siguientes sistemas para tal propósito:

- **Monitoring Aids (MONA):** La tarea del sistema MONA se basa en dar soporte al ATC en las funciones de monitorización del tráfico operando en el espacio aéreo. Aporta información acerca de las medidas a implementar por parte del control aéreo, tráfico que se desvían de la trayectoria esperada y su progreso [28].
- **Medium Term Conflict Detection (MTCD):** Se trata de un procesador de información referente a las características en vuelo que avisa al ATC de los conflictos potenciales que pueden llegar a producirse en un espacio aéreo en un periodo de 20 minutos [29].
- **Conflict Detection and Resolution (CDR):** Este es un sistema que aporta apoyo táctico en las operaciones del controlador aéreo. Se detectan los conflictos potenciales que pueden producir en el espacio aéreo entre los tráfico y emite una resolución para el evento [30].

Otro sistema que puede ser interesante para la transmisión de información a lo largo de la red europea es el System Wide Information Management, SWIM. Este sistema permite transmitir información entre los participantes del espacio aéreo, facilitando el acceso a la información referente al estado actual del ATM de un modo estandarizado.

Con el sistema SWIM se obtienen los siguientes beneficios [31],

- Capacidad de transmitir a los diferentes usuarios información actualizada y estandarizada acerca del estado del espacio aéreo.

- Aumentar la eficiencia de las operaciones.
- Nuevas oportunidades para la mejora de las operaciones aéreas al disponer de información actualizada en un sistema común.
- Mayor colaboración entre los diferentes sectores de la red transfronteriza.

2.4. Estructura FRA

Uno de los objetivos principales de la implementación de las operaciones FRA consiste en reducir la extensión de la trayectoria de una aeronave a lo largo del espacio aéreo, de modo que permite reducir el coste de las operaciones de las aeronaves [7].

En definitiva, el concepto operativo de un volumen FRA se basa en eliminar la red de rutas ATS, cuya estructura impide optimizar las operaciones de los operadores del espacio aéreo, en favor de un sistema que da libertad al usuario para planificar la trayectoria que mejor se adapta a sus necesidades operativas.

Existe la posibilidad de mantener la red de rutas ATS aunque el usuario no haga uso de ellas en un espacio aéreo donde se han implementado las operaciones FRA. La decisión de mantener la red de rutas ATS en un volumen donde se han implementado las operaciones FRA depende de las autoridades y debe ser publicado por medio del AIS. [12]

Mantener la red de rutas ATS en un volumen de operaciones FRA ofrece a los usuarios las siguientes ventajas operativas:

- Asegurar una correcta transición tanto lateral como vertical entre la red de rutas ATS y el volumen de operaciones FRA.
- Permitir elegir entre los dos conceptos a la hora de planificar su ruta.
- Da capacidad de operar en el espacio aéreo a los usuarios que por normativa no lo podrían hacer en un espacio aéreo FRA.

Es por ello que se pueden presentar dos modelos diferentes de espacio aéreo donde se han implementado las operaciones FRA. En ambos casos los usuarios siguen bajo el control del ATC. [7]

- Modelo full-FRA: Consiste en la implementación de las operaciones FRA desde FL 0 hasta el límite establecido por las autoridades de navegación aérea.

En definitiva, consiste en eliminar por completo la red de rutas ATS otorgando a los usuarios del mismo la capacidad de operar siguiendo la normativa FRA.

- Modelo ATS-FRA: La forma de operar en dicho espacio aéreo por parte del usuario depende del FL en cada fase del vuelo. Es decir, por debajo de un FL mínimo, el usuario opera siguiendo la red de rutas ATS, por otra parte, una vez supera dicho FL mínimo, el usuario tiene la posibilidad de operar siguiendo los principios FRA.

A la hora de efectuar el diseño del espacio aéreo, las autoridades deben analizar los diferentes factores que pueden afectar a los usuarios cuando operan en dicho espacio aéreo. A continuación se presentan algunos factores a tener en cuenta:

- Flujos de tráfico que van a operar en dicho espacio aéreo, mostrando especial atención a las conexiones que se efectuarán con los espacios aéreos colindantes.
- Flexibilización de las operaciones con el objetivo de facilitar la transición entre los diferentes espacios aéreos teniendo en cuenta las características y limitaciones de los mismos.
- Asegurar las operaciones manteniendo una coordinación civil-militar al mismo tiempo que se delimitan sectores para la actividad militar.

En el caso de diseñar un espacio aéreo donde la estructura combina la red de rutas ATS junto con un volumen de espacio aéreo FRA, puede ser necesario que las autoridades ejecuten un rediseño de la red de rutas ATS con el objetivo de maximizar las operaciones entre ambas regiones. La red de rutas ATS podría requerir ser reordenada con el objetivo de cumplir con las necesidades que pueden surgir a los usuarios de la célula FRA de manera que se puede maximizar la eficiencia entre espacios aéreos contiguos con un concepto de operaciones diferente. [12]

Si se visualiza el espacio aéreo como un conjunto de cubos donde dentro de cada uno imperan unas reglas, el concepto FRA se puede estructurar de dos maneras diferentes.

En la primera de ellas, el espacio aéreo está formado por tres bloques diferentes donde en el bloque superior se mantienen las reglas FRA. Por debajo de este bloque se encuentra el sistema convencional presente en Europa antes de la implementación del concepto FRA. Esta es la red de rutas ATS en la que el usuario debe planificar su ruta siguiendo las directrices y el procedimiento convencional. Por debajo de este se encuentra con los procedimientos normalizados de aproximación y salida, STAR y SID, en los aeródromos que dispongan de los mismos.

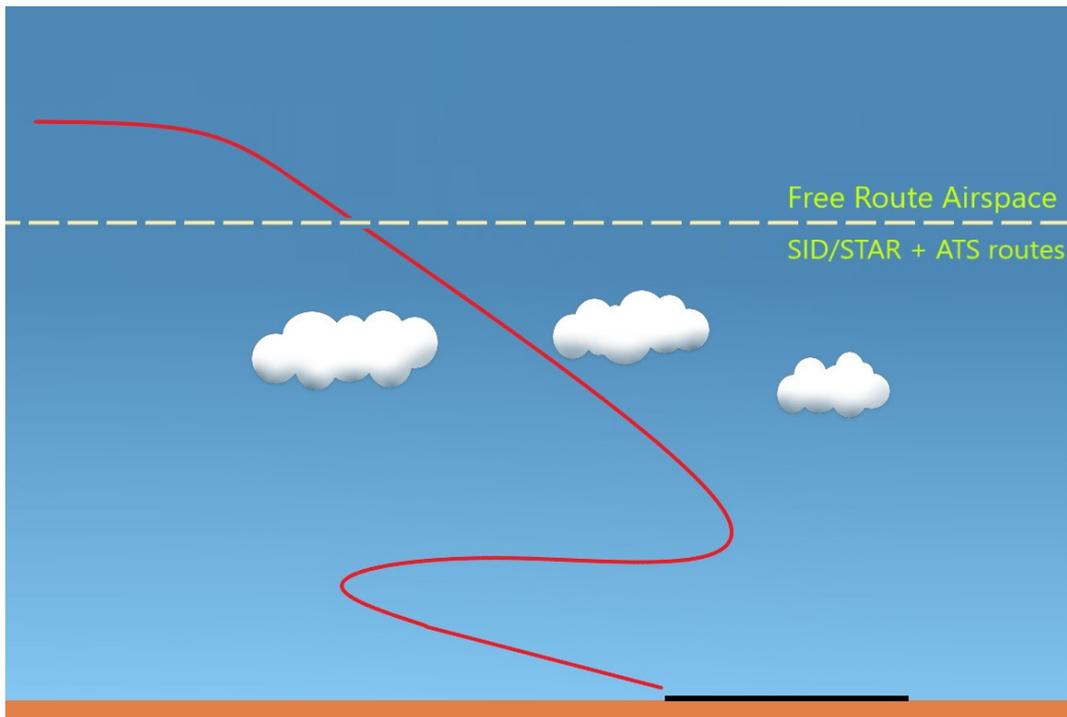


Figura 2.12: Célula FRA con red de rutas ATS (Elaboración propia)

El proyecto HISPAFRA busca implementar, en las primeras fases del proyecto, este tipo de estructura en el espacio aéreo español [32]. A continuación, se muestra la estructura que los usuarios emplearán cuando operen en UIR Canarias una vez se implemente HISPAFRA.

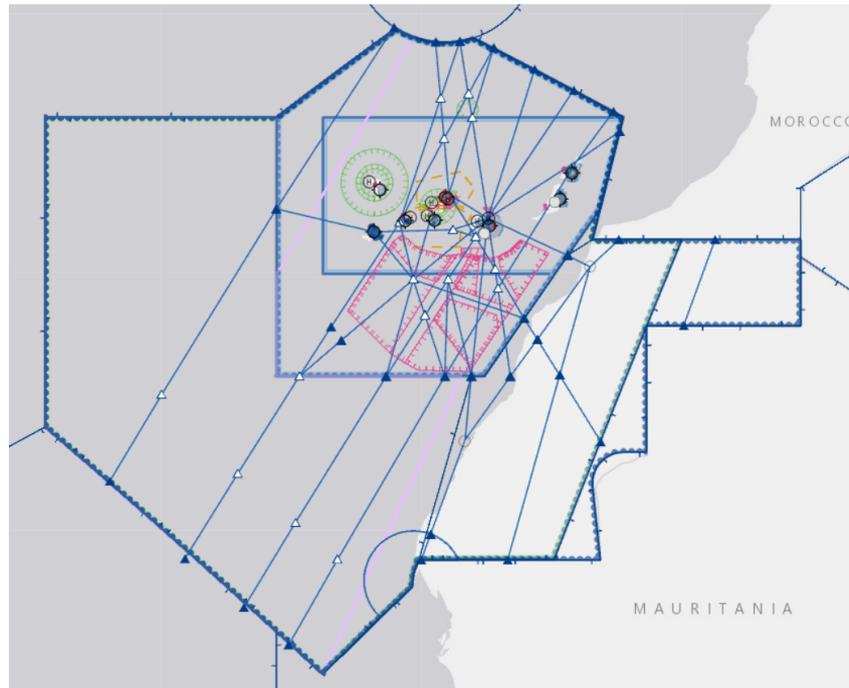


Figura 2.13: UIR Canarias con operaciones FRA implementadas (Insignia ENAIRE)

Para el caso del UIR Canarias, desde GND hasta FL305 está disponible la red de rutas ATS, y desde FL310 hasta FL660 se operará siguiendo las reglas FRA.[32]

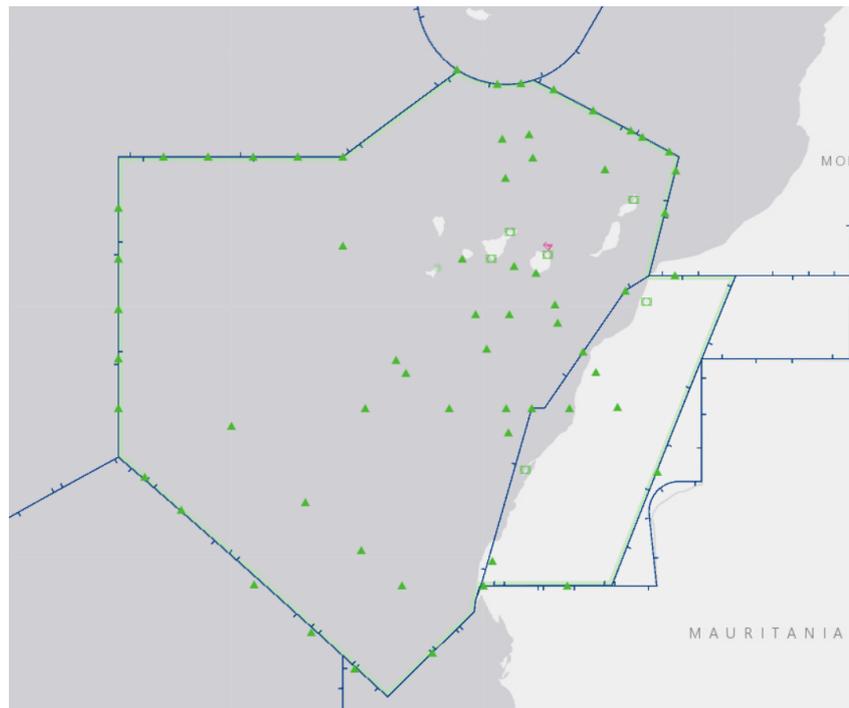


Figura 2.14: UIR Canarias sin operaciones FRA implementadas (Insignia ENAIRE)

El objetivo final de la implementación del SES es el de conseguir un volumen FRA completo en el espacio aéreo europeo. Esta es la alternativa para abordar el diseño del espacio aéreo FRA. La estructura que deberían emplear los usuarios sería la siguiente,

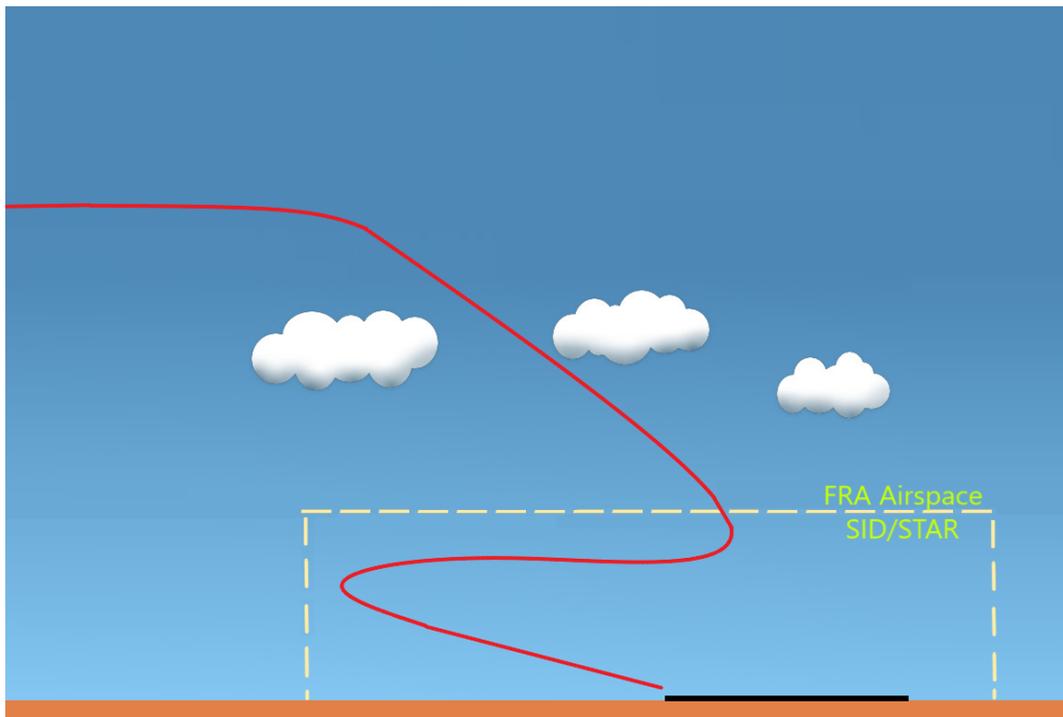


Figura 2.15: Célula FRA sin red de rutas ATS (Elaboración propia)

El límite vertical inferior de la célula FRA comienza en el suelo y se eleva hasta el nivel de vuelo establecido por el proveedor de servicios de navegación aérea. Se siguen manteniendo los procedimientos SID y STAR en los aeródromos y aeropuertos que dispongan de los mismos. Destaca como se elimina por completo la red de rutas ATS, de modo que los usuarios del espacio aéreo no podrán planificar empleando las reglas de navegación convencionales.

El concepto FRA permite a los usuarios del espacio aéreo planificar su ruta a través de este sin algunas de las limitaciones que presentaba operar en base a la red de rutas ATS. El anterior diseño presentaba una estructura inflexible que obligaba a planificar la trayectoria a través de unas aerovías con sus respectivos *waypoints*.

Aunque es cierto en la red de rutas ATS se permite cierta flexibilidad al existir directos entre diferentes *waypoints*, los cuales quedan reflejados en el apéndice 4 del RAD bajo ciertas restricciones [33], las rutas ATS presentan un concepto del espacio aéreo más rígido en comparación con el del FRA.

Los límites de las células FRA continental, correspondiente a UIR Madrid y UIR Barcelona, así como la célula FRA Canarias, UIR Canarias, se muestran en el apartado ENR 2.2 [34]. Los límites correspondientes a la célula continental son los siguientes:

Espacio aéreo de encaminamiento libre español // Spanish Free Route Airspace (HISPAFRA)	
LÍMITES LATERALES // LATERAL LIMITS	450000N 0130000W, 450000N 0080000W, 442000N 0040000W, 433500N 0014700W, 432100N 0014700W, frontera hispano-francesa hasta // Spanish-French border up to: 423623N 0012624E, frontera hispano-andorrana hasta // Spanish-Andorran border up to: 423014N 0014325E, frontera hispano-francesa hasta // Spanish-French border up to: 422600N 0031000E, 420000N 0044000E, 390000N 0044000E, 382000N 0034500E, 361500N 0013000W, 355000N 0020600W, 355000N 0072300W, 355800N 0072300W, 370744N 0072300W (MINTA), 390632N 0070142W, 391946N 0062731W, 393128N 0062605W (DVOR CCS), 403501N 0061809W (BARDI), 411827N 0061640W (NETOS), 412859N 0061648W (ADORO), 414202N 0063719W (BATA), 414854N 0080452W (ASPOR), 415222N 0085536W (AGADO), 420000N 0100000W, 430000N 0130000W, 450000N 0130000W.
LÍMITES VERTICALES // VERTICAL LIMITS, CLASIFICACION // CLASSIFICATION	FL245 / FL660 C
DEPENDENCIA ATS // ATS UNIT 1 DISTINTIVO DE LLAMADA // CALL SIGN	MADRID ACC Madrid Control
DEPENDENCIA ATS // ATS UNIT 2 DISTINTIVO DE LLAMADA // CALL SIGN	BARCELONA ACC Barcelona Control
DEPENDENCIA ATS // ATS UNIT 3 DISTINTIVO DE LLAMADA // CALL SIGN	SEVILLA ACC Sevilla Control
OBSERVACIONES // REMARKS	Ver ENR 1.3 para procedimientos generales FRA // See ENR 1.3 for general FRA procedures. Ver ENR 2.1 para frecuencias, idiomas y horarios de operación // See ENR 2.1 for frequencies, languages and hours of service.

Figura 2.16: Límites célula continental [34]

Respecto al espacio aéreo asociado a Canarias, las delimitaciones se encuentran en el mismo apartado que para el caso continental.

LÍMITES LATERALES // LATERAL LIMITS	300000N 0250000W, 300000N 0200000W, 313900N 0172500W, desde este punto siguiendo un arco de circunferencia de 100 NM de radio centrado en 330400N 0162100W hasta // from this point following an arc of circle radius of 100 NM centred on 330400N 0162100W up to: 313000N 0154500W, 300000N 0123000W, 274000N 0131000W, 274000N 0111400W, 212000N 0140000W, 212000N 0165500W, límite UIR DAKAR hasta // UIR DAKAR border up to: 204700N 0170400W, 190000N 0190000W, 240000N 0250000W, 300000N 0250000W.
LÍMITES VERTICALES // VERTICAL LIMITS, CLASIFICACION // CLASSIFICATION	FL305 / FL660 C
DEPENDENCIA ATS // ATS UNIT 1 DISTINTIVO DE LLAMADA // CALL SIGN	CANARIAS ACC Canarias Control
DEPENDENCIA ATS // ATS UNIT 2 DISTINTIVO DE LLAMADA // CALL SIGN	CANARIAS ACC/FIC Canarias Radio, Atlántico Sur // South Atlantic Canarias Radio, Atlántico Norte // North Atlantic
OBSERVACIONES // REMARKS	Ver ENR 1.3 para procedimientos generales FRA // See ENR 1.3 for general FRA procedures. Ver ENR 2.1 para frecuencias, idiomas y horarios de operación // See ENR 2.1 for frequencies, languages and hours of service.

Figura 2.17: Límites célula Canarias [34]

Relacionado con los límites verticales de un espacio aéreo FRA, no existe un

nivel mínimo exigido para su diseño. El límite vertical inferior debe ser coordinado con EUROCONTROL con el objetivo de optimizar la interconexión entre los diferentes espacios aéreos contiguos. Se debe implementar el límite vertical mínimo posible teniendo en cuenta las características del espacio aéreo así como la demanda de este. [12].

Para completar el espacio aéreo FRA, además de los límites verticales, es necesario introducir unos límites horizontales que delimiten el mismo. Uno de los principales problemas del espacio aéreo europeo que afectaba a su capacidad estaba relacionado con la organización en torno a las fronteras terrestres. Es por ello que los límites horizontales de los volúmenes FRA se deben basar en las necesidades operacionales no siendo necesaria la limitación estricta del FIR / UIR. [12]

Dentro de un espacio aéreo FRA los usuarios se pueden beneficiar planificando de manera libre con el objetivo de reducir el tiempo de vuelo. Se dispone en este espacio aéreo de diferentes puntos característicos con la finalidad de agilizar la planificación. Cada uno de esos puntos tienen unas características definidas. Existen los siguientes puntos significativos en la célula FRA,

- Punto de entrada (E).
- Punto de salida (X).
- Punto intermedio (I).
- Punto de llegada a aeródromo (A).
- Punto de salida de aeródromo (D).

A partir de los puntos nombrados anteriormente, se pueden crear combinaciones entre los diferentes puntos significativos. Es posible hacer uso de un punto significativo para diferentes propósitos operativos como podría ser emplear un punto para efectuar tanto la entrada como la salida horizontal del volumen FRA o la entrada y salida vertical del FRA. Las diferentes combinaciones que se puede llevar a cabo son las siguientes:

E	EA		
X		XD	EXAD
EX	EXA	EXD	EXADI
I	IA	ID	IAD
	A	D	AD

Figura 2.18: Combinaciones de puntos significativos en una célula FRA [12]

A partir de dichos puntos de la Figura 2.18, los usuarios tienen las herramientas necesarias para planificar libremente dentro del espacio aéreo FRA. Antes de efectuar su análisis, con las diferentes consideraciones a tener en cuenta, se procede al estudio de uno de los volúmenes FRA más grandes de Europa, el SEE FRA. [18]



Figura 2.19: Estructura SEE FRA [18]

Este espacio aéreo es interesante pues aglutina un gran número de países y se encuentra operativo H24. A través de dicho FAB se producen un gran número de operaciones aéreas que conectan los principales hubs europeos con Oriente y países asiáticos.

Este volumen permite asimilar el concepto FRA y las pretensiones que este tiene, al poder planificar una ruta cruzando cinco países. Como primera aproximación de volumen de espacio aéreo, se presenta el caso de Hungría.

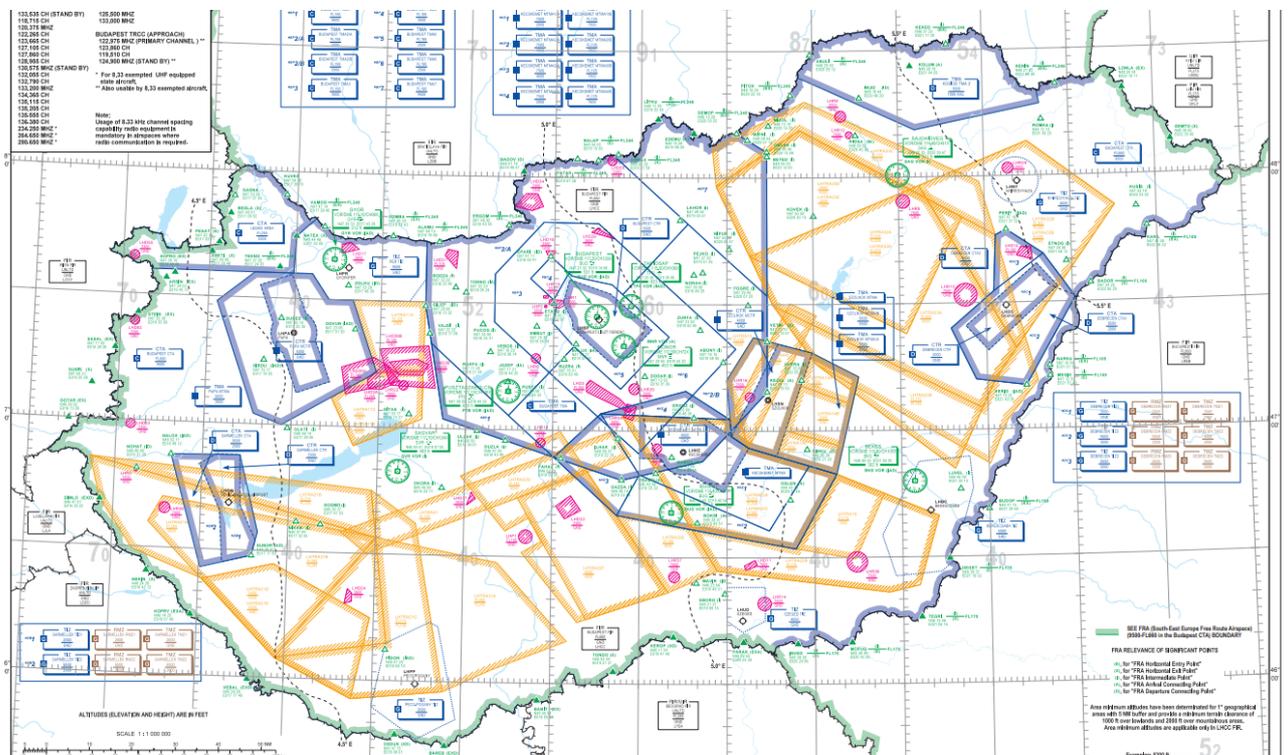


Figura 2.20: Espacio Aéreo Hungría [35]

Como se puede apreciar en el perímetro de la carta del espacio aéreo húngaro, se pueden diferenciar una serie de puntos significativos de tipo Entry (E) y de tipo Exit (X). Para efectuar la entrada o salida horizontal de la célula FRA son estos los únicos puntos disponibles.

A continuación, se muestra un ejemplo de una aeronave efectuando un vuelo dentro de la célula FRA. Esta efectúa su entrada al espacio aéreo por el punto significativo PESAT que está designado por parte del proveedor de servicios de navegación aérea como un punto significativo de entrada (E).

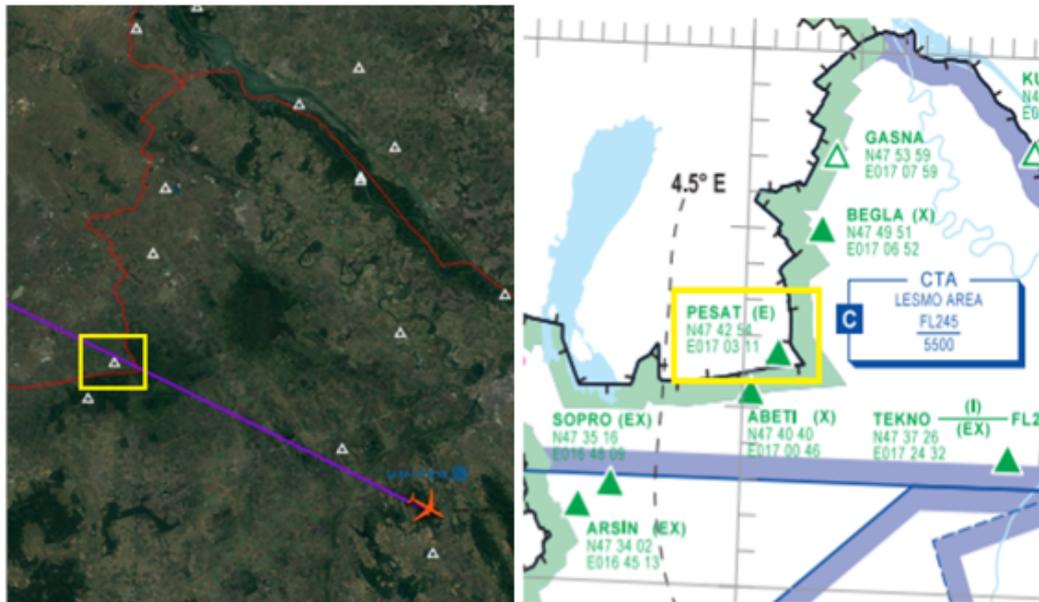


Figura 2.21: Punto significativo de entrada SEE FRA (FlightRadar24 y Hun-garoControlAIS)

Otro ejemplo de una aeronave haciendo uso de estos puntos significativos es la que se muestra en la Figura 2.21. En este caso, el usuario ha empleado el punto significativo SOPRO, que es un punto de entrada-salida (EX), para efectuar la salida de dicho volumen. Este punto significativo puede ser empleado tanto para la entrada como para la salida del volumen FRA.

Este aspecto, que será analizado en el apartado referido a dichos puntos signi-ficativos, atiende a las necesidades y características del espacio aéreo, pues se trata de un punto significativo situado en la frontera entre dos espacios aéreos FRA con-tiguos.



Figura 2.22: Punto significativo de salida SEE FRA (FlightRadar24 y HungaroControlAIS)

Una de las herramientas con las que cuentan los usuarios para planificar a lo largo del espacio aéreo FRA son los puntos significativos denominados Intermedios (I). Como se analizará en apartados posteriores estos tienen diferentes utilidades que van desde la planificación a lo largo de fase de crucero, así como para efectuar las llegadas y salidas desde los aeropuertos que se incluyen entre los límites del espacio aéreo FRA.

Finalmente, para efectuar la entrada o salida vertical de del espacio aéreo FRA, el usuario dispone de los puntos de llegada y salida de aeródromo, (A) y (D). En el siguiente apartado se efectuará un análisis de los puntos significativos pues dependiendo de la estructura y necesidades del espacio aéreo, el usuario deberá operar siguiendo unos procedimientos diferentes en cada caso.

Es importante destacar, que existe la posibilidad de permitir, en niveles inferiores de cierto nivel de vuelo el cual determinan cada una de las autoridades aeronáuticas, que las operaciones pueden realizarse siguiendo el esquema de las rutas ATS. Este hecho repercute en los procedimientos de entrada y salida vertical a la célula FRA teniendo que seguir el procedimiento SID/STAR o la ruta ATS correspondiente.

2.5. Puntos significativos FRA

A continuación, se va a profundizar acerca de las características de cada uno de los puntos significativos de un espacio aéreo FRA. Al planificar una ruta aérea

en un entorno FRA, el usuario deberá tener en cuenta los puntos significativos y emplearlos atendiendo a sus características.

Haciendo uso del documento proporcionado por EUROCONTROL, Free Routes Airspace Design Guidelines [36], es posible analizar los puntos significativos que conforman un espacio aéreo FRA y las consideraciones a tener en cuenta a la hora de efectuar la planificación de una ruta

2.5.1. Punto horizontal de entrada (E)

Un punto de entrada (E) es aquel punto significativo publicado a partir del cual es posible efectuar la entrada horizontal en el espacio aéreo FRA correspondiente. Por norma general, estos puntos significativos deben estar incluidos en la frontera de la célula FRA por donde la aeronave planificará su entrada a la célula FRA.

Para el caso de operaciones FRA transfronterizas entre dos espacios aéreos contiguos, los puntos de entrada pueden ser establecidos como puntos intermedios (I) para la planificación de la trayectoria de la aeronave, no obstante, puede no ser obligatorio hacer uso de esos puntos para el proceso estandarizado. En caso de ser obligatorio el uso de dicho punto para la planificación, se tendría que reflejar en el documento RAD, y por tanto, el usuario del espacio aéreo deberá comprobar estos aspectos a la hora de efectuar las operaciones [33].

En el ENR 4.1 del AIP que hace alusión a las radio ayudas para la navegación aérea y en el ENR 4.4 del AIP para designadores-nombres en clave para los puntos significativos, se puede apreciar la importancia de estos puntos y las observaciones necesarias a la hora de efectuar un vuelo en un volumen de espacio aéreo FRA. También se describen las características de los puntos significativos a través de los siguientes apartados:

- Designador.
- Tipo.
- Coordenadas.
- FRA relevance.
- Afección.
- Observaciones.

En el espacio aéreo FRA asociado al UIR Canarias los puntos de entrada son los que se muestran a continuación:



Figura 2.23: Puntos significativos de entrada Célula FRA Canarias (Elaboración propia)

Observando la Figura 2.23 es posible obtener una idea aproximada de los tráficos con destino uno de los aeropuertos de las Islas Canarias, así como los vuelos con destino Cabo Verde o los diversos destinos latino-americanos que operan en dicho espacio aéreo.

2.5.2. Punto horizontal de salida (X)

Un punto de salida (X) es un punto significativo de un espacio aéreo FRA que permite a las aeronaves efectuar la salida de la célula FRA correspondiente. Este punto significativo tiene características comunes con el punto significativo de entrada (E).

Un punto de salida (X), por normal general, se encuentra situado en el límite de un volumen FRA. Este tipo de puntos significativos pueden ser designados como puntos intermedios (I) aunque el usuario puede no necesitar hacer uso de dicho punto para planificar su trayectoria. La obligatoriedad de hacer uso del punto intermedio (I) depende de las directrices impuestas por el operador del espacio aéreo.

En el UIR Canarias los puntos de salida se sitúan en el límite del espacio aéreo

tal y cómo se puede apreciar en la Figura 2.24:



Figura 2.24: Puntos significativos de salida célula FRA Canarias (Elaboración propia)

2.5.3. Punto horizontal combinado de entrada y salida (EX)

Un punto horizontal combinado de entrada y salida (EX) es un punto significativo que los usuarios pueden emplear para la entrada o salida al espacio aéreo. El procedimiento de entrada o la salida puede realizarse a través de un punto definido del espacio aéreo adyacente o mediante una ruta ATS situada en el espacio aéreo.

La Figura 2.25 muestra un espacio aéreo donde se incluyen puntos significativos combinados de entrada y salida (EX) en la región transfronteriza entre las dos espacios aéreos FRA.

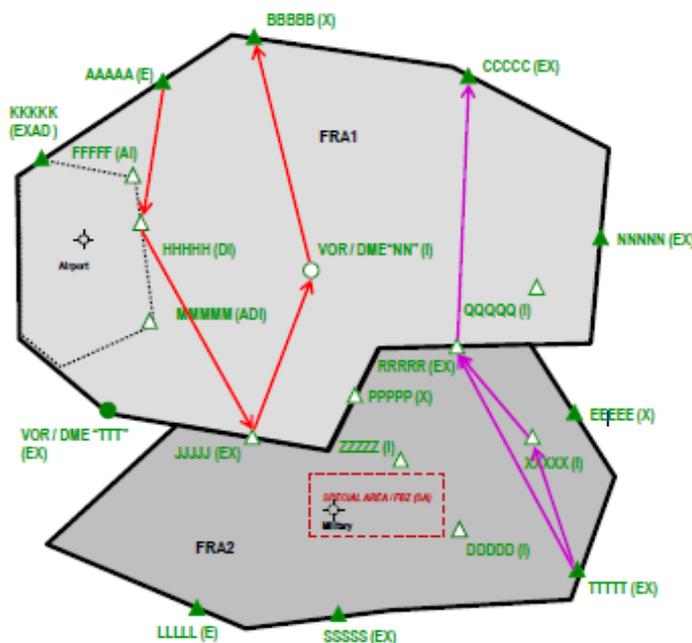


Figura 2.25: Puntos significativos de entrada y salida Célula FRA [36]

Atendiendo a la Figura 2.25, la trayectoria roja no es planificable, mientras que la morada sí lo es. En el primer caso los puntos significativos no pueden ser empleados como puntos intermedios pues no se efectúa una entrada o salida desde un espacio aéreo FRA al otro.

En el caso de la trayectoria morada, esta es planificable ya que existe una transición desde una de las células FRA a la otra. El usuario planifica su trayectoria entrando y saliendo del espacio aéreo FRA2 a través de un punto combinado de entrada y salida (EX). Para efectuar el tramo puede emplear tanto un DCT como un punto intermedio (I).

2.5.4. Punto intermedio (I)

Un punto intermedio es un punto significativo que puede ser empleado por parte del usuario para la planificación de su trayectoria a lo largo del espacio aéreo donde está publicado. Los puntos intermedios (I) tienen los siguientes usos:

- Planificar una trayectoria.
- Un punto donde efectuar un cambio de FL, velocidad o rumbo.

- Transición entre un espacio de red de rutas ATS y un volumen FRA.

Los puntos intermedios presentes en el espacio aéreo de Canarias son los que se muestran en la Figura 2.26,

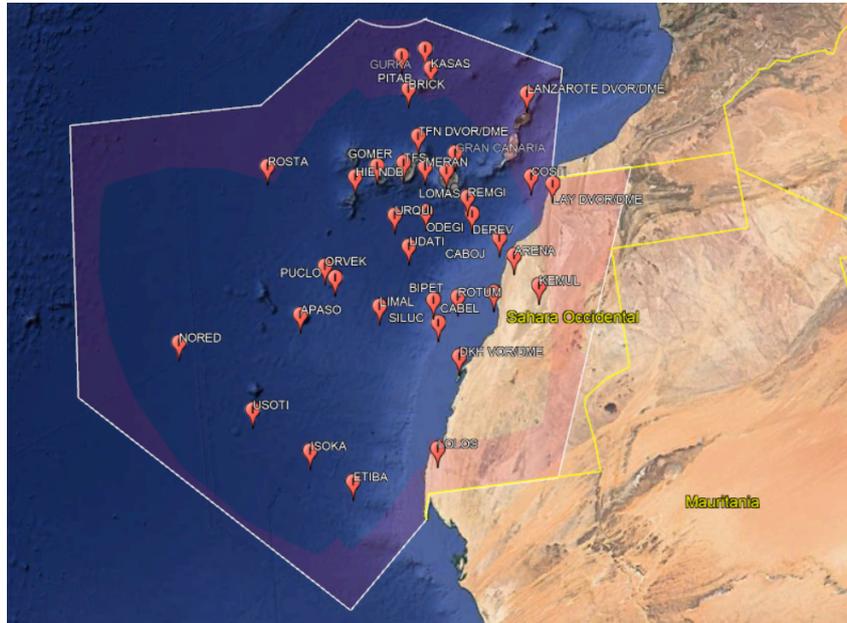


Figura 2.26: Puntos intermedios Célula FRA (Elaboración propia)

Otra de las ventajas de los puntos intermedios (I) es que pueden ser empleados para evitar espacios aéreos reservados. En el momento en el que estos espacios aéreos estén activados, el usuario puede emplear los puntos intermedios (I) para evitarlos. También es posible diseñar el espacio aéreo de modo que se establezcan nuevos puntos intermedios (I) para poder planificar y evitar las zonas reservadas.

2.5.5. Punto de llegada al aeródromo (A)

Un punto de llegada al aeródromo (A) es diseñado para que los usuarios puedan abandonar verticalmente el volumen FRA. Estos puntos significativos pueden hacer referencia a un aeródromo que se encuentra en el espacio aéreo FRA o incluso a un aeródromo de un espacio aéreo adyacente.



Figura 2.27: Puntos significativos de llegada Célula FRA (Elaboración propia)

En el apartado observaciones de ENR4.4 del AIP [37] se establecen las características del punto significativo y si hace referencia a un aeródromo con un procedimiento STAR. El punto de llegada puede estar localizado en el primer punto del procedimiento normalizado de aproximación dentro del CTR/TMA. En caso de no ser el primer punto del procedimiento de aproximación, se tiene que establecer un directo entre el punto de llegada y el primer punto de la aproximación al aeródromo.

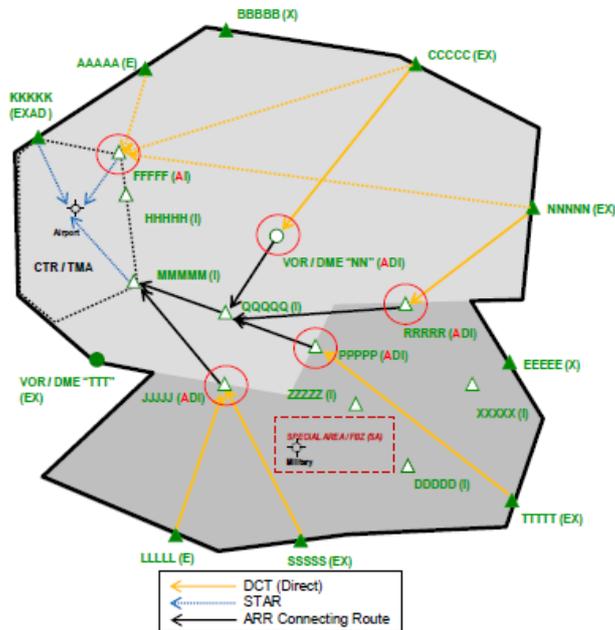


Figura 2.28: Procedimiento de salida de la célula FRA con procedimiento STAR [36]

En la Figura 2.28 se muestran diferentes trayectorias de aeronaves abandonando el espacio aéreo FRA. Las trayectorias amarillas representan un DCT que efectúa la aeronave desde el punto significativo anterior, que puede ser un punto intermedio (I) o un punto de entrada horizontal (E), hasta el punto de llegada al aeródromo (A).

Posteriormente, la aeronave comienza la aproximación dependiendo de si el punto de llegada al aeródromo (A) es el primer punto del procedimiento (STAR) o no tiene relación con este. En el segundo caso, la aeronave efectúa un tramo conocido como *arrival connecting route* que consiste en un directo entre el punto de llegada al aeródromo (A) y el primer punto del procedimiento (STAR).

Los FRA Arrival Connecting Routes se emplean para aeródromos que se encuentran tanto dentro como fuera del espacio aéreo FRA para conectar el punto de llegada al aeródromo (A) con:

- El primer punto de un procedimiento STAR.
- Un punto intermedio (I) en el supuesto de que el aeropuerto de destino no cuente con un procedimiento STAR.

Existe la posibilidad de que el aeródromo no disponga de un procedimiento (STAR), de modo que el punto de llegada al aeródromo (A), si se encuentra dentro del CTR/TMA, puede ser designado en el RAD como un arrival connecting point. En caso de situarse fuera del CTR/TMA el punto de llegada al aeródromo (A) puede estar conectado a un punto intermedio (I) a través de un *arrival connecting route*, que aparecerá publicado en el RAD, o mediante un tramo DCT al aeródromo.

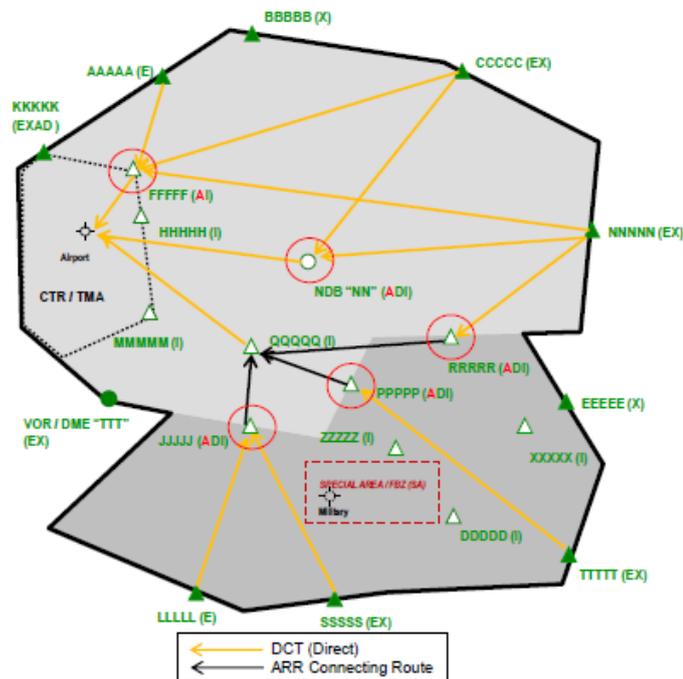


Figura 2.29: Procedimiento de salida de la célula FRA sin procedimiento STAR [36]

Según la Figura 2.29, la aproximación al aeródromo se puede efectuar con un DCT o mediante un arrival connecting route entre un punto de llegada al aeródromo (A) y otro punto intermedio (I).

La presencia de una zona restringida obliga a los usuarios a planificar su ruta evitando dichas zonas restringidas pudiendo planificar cuando estas no se encuentren activas o respetando las limitaciones impuestas.

2.5.6. Punto de salida de aeródromo (D)

Para las aeronaves que se encuentran efectuando una salida desde un aeródromo situado en un espacio aéreo donde se aplica FRA los usuarios deben emplear los puntos de salida de aeródromo (D) para efectuar la entrada vertical a la célula.



Figura 2.30: Procedimiento de entrada vertical a la célula FRA (Elaboración propia)

Los puntos de salida de aeródromo (D) se estructuran según las características y necesidades del espacio aéreo. Se presentan dos casos diferentes dependiendo de si el aeródromo cuenta con un procedimiento de salida SID, así como si se sitúa dentro o fuera del CTR/TMA.

Si el aeródromo cuenta con un procedimiento SID y el punto de salida de aeródromo (D) se encuentra dentro del CTR/TMA, este se sitúa en el último punto definido del procedimiento. En caso contrario, es posible implementar un FRA Departure Connecting Route que conecte el punto de salida de aeródromo (D) con el último punto del procedimiento SID.

Los FRA Departure Connecting Routes tiene una función parecida a los FRA Arrival Connecting Routes al unir el punto de salida de aeródromo (D) con el último punto del procedimiento SID, así como con un punto intermedio (I) cercano al aeropuerto de origen.

Los FRA Departure/Arrival Connecting Routes están diseñados según las rutas ATS del espacio aéreo. Su objetivo es reducir el impacto que puede tener en la planificación de un vuelo el hecho de que los FRA Departure/Arrival Connecting Routes coincidan con los DCT publicados.

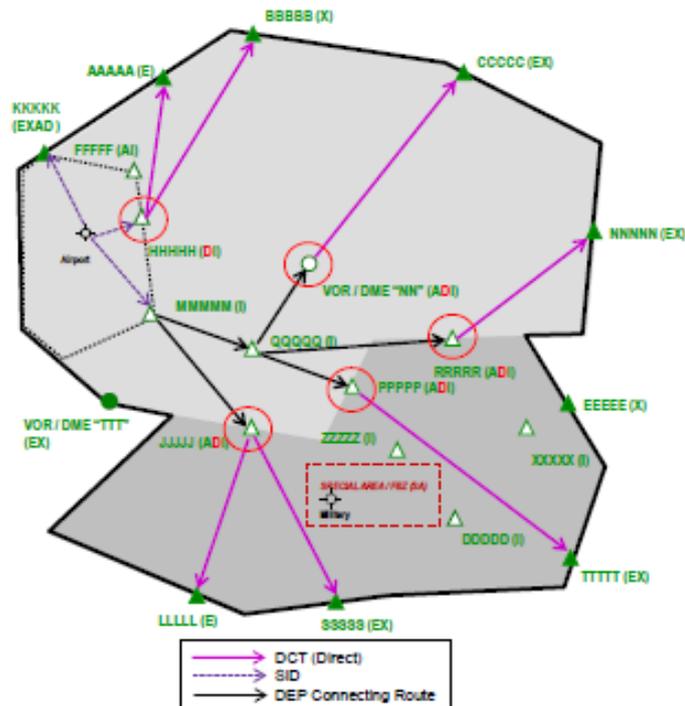


Figura 2.31: Procedimiento de entrada vertical a la célula FRA con procedimiento SID [36]

Según la Figura 2.31 el punto de salida de aeródromo (D) puede situarse en el punto final del procedimiento SID, permitiendo al usuario entrar al espacio aéreo FRA, o no pertenecer al procedimiento siendo necesario un FRA Departure Connecting Route para unir el punto final del procedimiento SID con el punto de salida de aeródromo (D).

En caso de que el aeródromo no disponga de un procedimiento SID se debe establecer un FRA Departure Connecting Route que conecte el aeródromo con el punto de salida de aeródromo (D), en caso de que este se sitúe dentro del CTR/TMA.

Si el punto de salida de aeródromo (D) se encuentra localizado fuera del CTR/TMA existen dos posibles conexiones al punto de salida de aeródromo (D):

- Mediante un FRA Departure Connecting Route que comienza en un punto intermedio (I) y se encuentra recogido en el RAD.
- Se establece un DCT entre el propio aeropuerto de salida y el punto de salida de aeródromo (D).

La Figura 2.32 refleja estos aspectos.

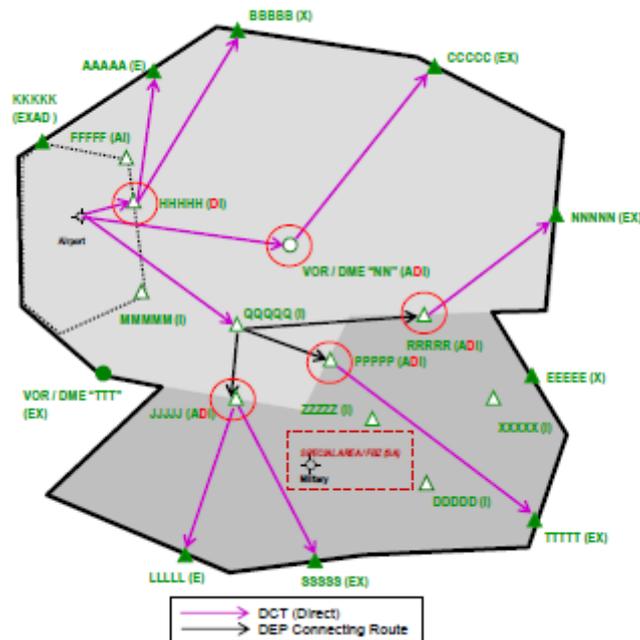


Figura 2.32: Procedimiento de entrada vertical a la célula FRA sin procedimiento SID [36]

2.6. Operaciones de entrada y salida vertical de la célula FRA

Los procedimientos de operaciones verticales establecen las normas para efectuar la entrada o salida vertical del espacio aéreo FRA, excluyendo a las aeronaves que ya se mantienen entre los límites verticales. Las aeronaves que ya se encuentran en el espacio aéreo FRA hacen uso de los puntos significativos horizontales de entrada (E) y salida (X) para entrar y salir del volumen de operaciones.

La estructura del volumen de operaciones puede estar formado por una célula FRA que abarca todos los FL, así como un volumen FRA cuyo límite inferior colinda con una red de rutas ATS. Para efectuar la entrada o salida vertical al volumen de operaciones se diferenciará entre:

- Espacio aéreo FRA junto con red de rutas ATS.
- Espacio aéreo FRA total.

2.6.1. Entrada vertical al espacio aéreo FRA

Para procedimientos de salida desde un aeródromo dentro de un espacio aéreo donde la red de rutas ATS se encuentra por debajo de la célula FRA, existen dos escenarios posibles para entrar en el espacio aéreo FRA.

El primero consiste en hacer uso de la red de rutas ATS sin hacer uso de un punto de salida de aeródromo (D), tomando como primer punto de la trayectoria un punto intermedio (I).

También se puede efectuar la entrada a partir de un procedimiento SID. En este caso, es importante la altitud establecida del último punto significativo del procedimiento SID, así como el límite inferior de la célula FRA, pues la altitud determinará si la aeronave se incorpora al espacio aéreo FRA una vez finalice el procedimiento.

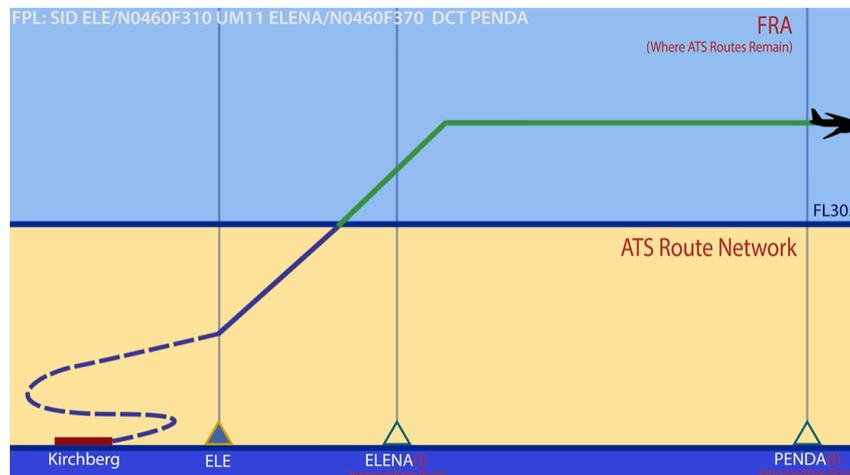


Figura 2.33: Entrada al espacio aéreo FRA empleando un procedimiento SID (EUROCONTROL)

La aeronave de la Figura 2.33 ejecuta el procedimiento SID hasta el punto final del mismo, denominado ELE. Una vez alcanzado dicho punto, la aeronave hace uso de la red de rutas ATS para incorporarse al espacio aéreo FRA en el punto intermedio (I) ELENA, comenzando a operar siguiendo las reglas FRA.

Como el último punto del procedimiento SID se encuentra por debajo del límite inferior de la célula FRA la aeronave hace uso de la red de rutas ATS para incorporarse al volumen FRA. Si el último punto del procedimiento SID se sitúa por encima del límite inferior del espacio aéreo FRA, podría ser publicado como un punto de salida de aeródromo (D) o intermedio (I), siendo la operación igual a la que se muestra en la Figura 2.33.

En caso de operar en un espacio aéreo donde el concepto FRA se encuentra implementado en todos los FL, la incorporación de la aeronave al espacio aéreo FRA se debe efectuar a través de un punto de salida de aeródromo (D).



Figura 2.34: Entrada un volumen FRA total empleando un procedimiento SID (EUROCONTROL)

Una vez la aeronave finaliza el procedimiento SID y se incorpora a la célula FRA puede operar siguiendo la normativa FRA. No obstante, si el último punto del procedimiento SID se encuentra por debajo del límite inferior de la célula FRA, es posible establecerlo como un punto de salida de aeródromo (D) y efectuar un directo entre el último punto del procedimiento SID y un punto que permita al usuario incorporarse al espacio aéreo FRA.

2.6.2. Salida vertical del espacio aéreo FRA

Tras haber estudiado la forma de incorporarse al volumen FRA según la estructura del espacio aéreo, es necesario analizar la forma de efectuar la salida. Se debe tener en cuenta la estructura del espacio aéreo, atendiendo a si se mantiene la red de rutas ATS o si esta ha sido eliminada del espacio aéreo.

En el caso de un espacio aéreo donde se mantienen las operaciones con la red de rutas ATS, la aeronave empleará el procedimiento STAR para efectuar la aproximación al aeródromo de destino. Para incorporarse al procedimiento STAR el primer punto puede corresponder a un punto de llegada a aeródromo (A) o se puede establecer un *arrival connecting route* para enlazar un punto intermedio (I) del espacio aéreo FRA con el primer punto del procedimiento STAR, tal y como muestra la Figura 2.35.

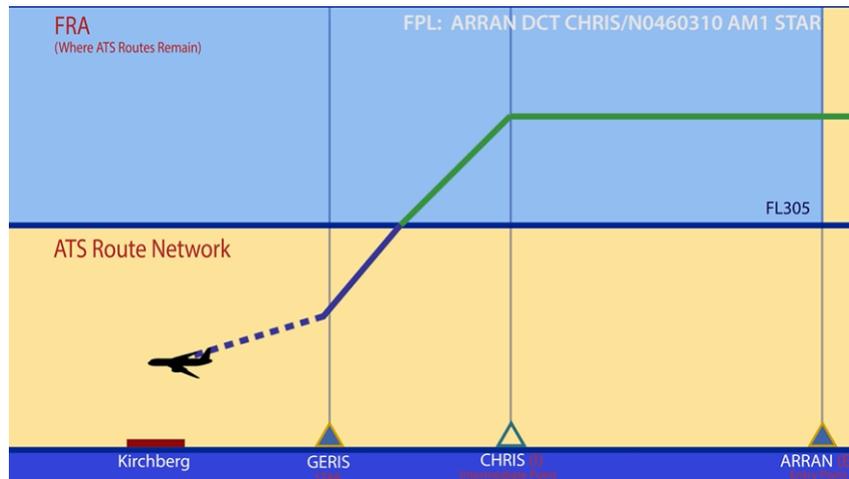


Figura 2.35: Salida de un volumen FRA empleando un procedimiento STAR (EUROCONTROL)

En caso de estar operando en un espacio aéreo donde se elimina la red de rutas ATS, los usuarios pueden abandonar el volumen FRA efectuando un directo entre un punto significativo de la célula FRA y un punto de llegada a aeródromo (A).



Figura 2.36: Salida de un volumen FRA sin red de rutas ATS (EUROCONTROL)

Una vez la aeronave sale del espacio aéreo donde se implementa el concepto FRA procede a efectuar la aproximación al aeródromo de destino.

2.7. Operaciones transfronterizas en entornos FRA

En un espacio aéreo donde se ha implementado el concepto FRA existe la posibilidad de que el usuario tenga que operar a lo largo de diferentes volúmenes con estructuras cambiantes. Existen diferentes configuraciones del espacio aéreo donde pueden coexistir las operaciones FRA junto con la red de rutas ATS. Es interesante analizar las posibles situaciones en las que el usuario del espacio aéreo tenga que planificar su ruta a lo largo de los diferentes escenarios planteados.

En escenarios donde se produce una transición entre diferentes estados, FABs o ANSP es posible que tengan diferentes normas de uso o limitaciones. Muchos de estos cambios en la forma de operar verticalmente los puntos significativos se sitúan en las regiones transfronterizas donde se produce un cambio en el suministro de los servicios ATS. Las limitaciones o restricciones en el uso de los puntos significativos vienen recogido en el AIP de los países así como en restricciones FRA DCT.

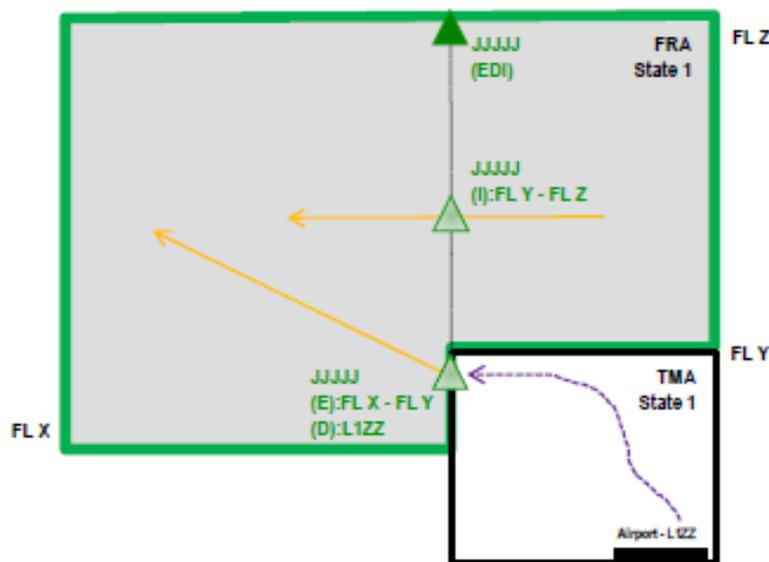


Figura 2.37: Espacio aéreo formado por una célula FRA y un área no FRA [38]

En el espacio aéreo de la Figura 2.37 el punto significativo que se encuentra en la frontera de la célula puede ser establecido como un punto de salida de aeródromo (D). Si el procedimiento SID finaliza antes de alcanzar el límite inferior de la célula FRA, es posible establecer una FRA Departure Connecting Route para que la aeronave pueda incorporarse al volumen FRA.

Si se divide la célula FRA en dos, la estructura resulta como la que se muestra en la siguiente imagen,

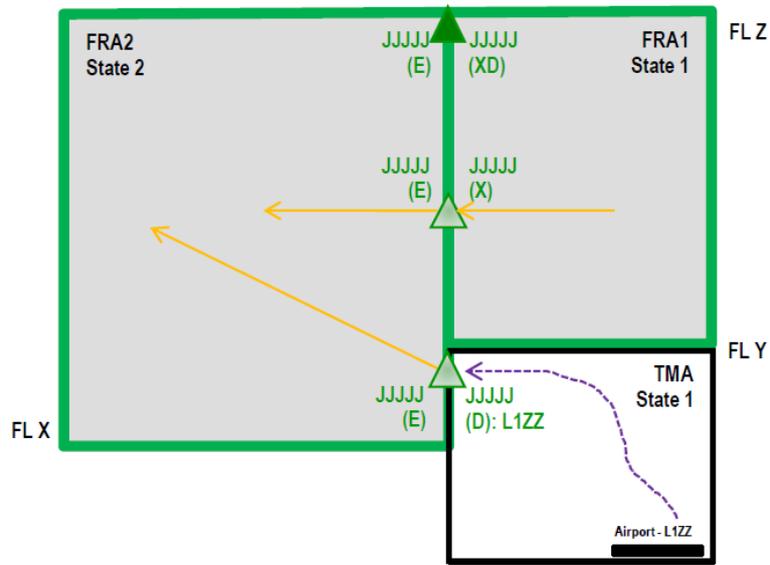


Figura 2.38: Espacio aéreo formado por una célula FRA, un área interna no FRA y un volumen FRA adyacente [38]

La entrada o salida desde el área donde no están implementadas las operaciones FRA se efectuará a través de un FRA Arrival Connecting point o un FRA Departure Connecting point. El punto significativo debe ser publicado como (E), (X) o (EX) por parte de la autoridad que gestiona la célula FRA adyacente y (A), (D) o (AD) por parte de la autoridad que gestiona la célula FRA donde se sitúa el área donde no están implementadas las operaciones FRA.

Si se introduce un espacio aéreo contiguo donde no se implementan las operaciones FRA se obtendría la siguiente estructura,

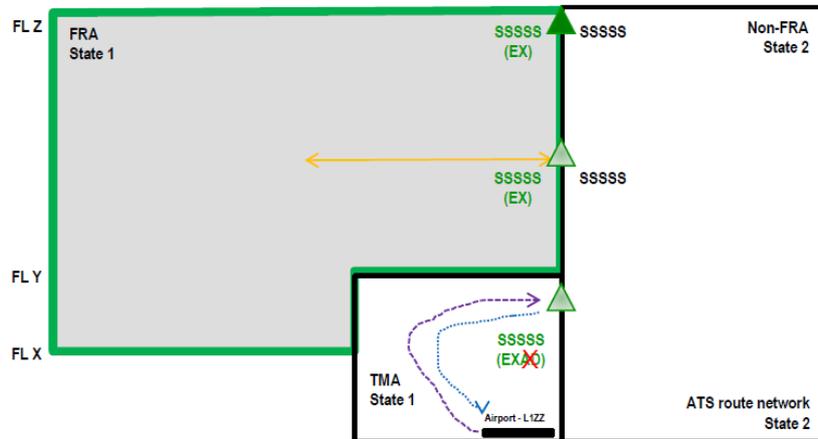


Figura 2.39: Espacio aéreo formado por una célula FRA, un área interna no FRA y un volumen no FRA adyacente [38]

El punto significativo localizado en el área interna de la célula FRA, debe ser identificado como un punto significativo (E) o (X).

Finalmente, se analiza el caso para un espacio aéreo donde una célula FRA se sitúa dentro de otra célula FRA. Justo a estos dos volúmenes se sitúa un espacio aéreo donde no se implementan las operaciones FRA.

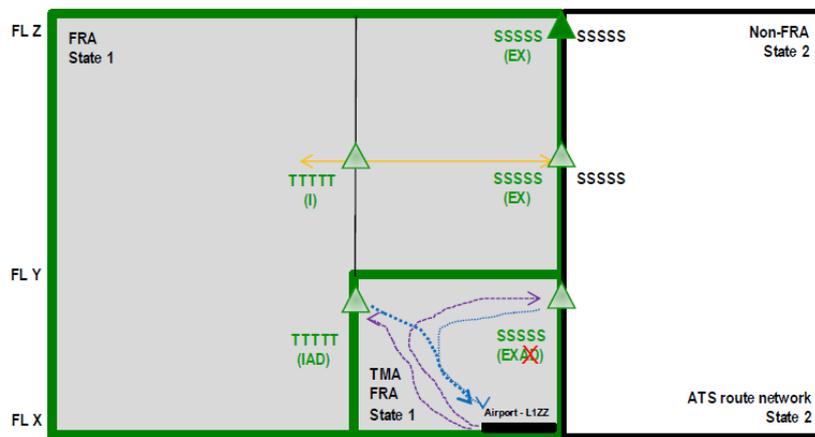


Figura 2.40: Espacio aéreo formado por una célula FRA, una célula interna FRA y un volumen no FRA adyacente [38]

Los puntos significativos empleados por los usuarios para planificar la fase en ruta deben ser publicados como (E) o (X) para poder efectuar la transición entre el espacio aéreo FRA y aquel donde el concepto FRA no está implementado. Cuando la aeronave no se encuentra en la fase de crucero, no será necesario publicar el punto

significativo por parte de la autoridad gestora del espacio aéreo FRA para efectuar la transición entre este y el espacio aéreo no FRA.

En los casos estudiados para la salida y la entrada al volumen FRA se ha tenido en cuenta que el aeródromo está situado en el interior de una célula FRA. En un escenario como el actual, donde existen países que no han implementado las operaciones FRA o que colindan con espacios aéreos que no participan en el proyecto SES, es posible que el aeródromo en el que opera la aeronave esté situado fuera de los límites de la célula FRA.

Para efectuar la entrada o la salida a un volumen FRA, es necesario emplear los puntos significativos de entrada (E) y salida (X) publicados para tal efecto. No obstante, en caso de existir un aeropuerto en las proximidades de una célula FRA puede darse el caso de que la aeronave no pueda alcanzar el FL definido para entrar en dicho volumen. El procedimiento sería inválido y el plan de vuelo no sería aceptado por el IFPS. No obstante, existe la posibilidad de acceder al espacio aéreo FRA empleando una restricción FRA DCT.

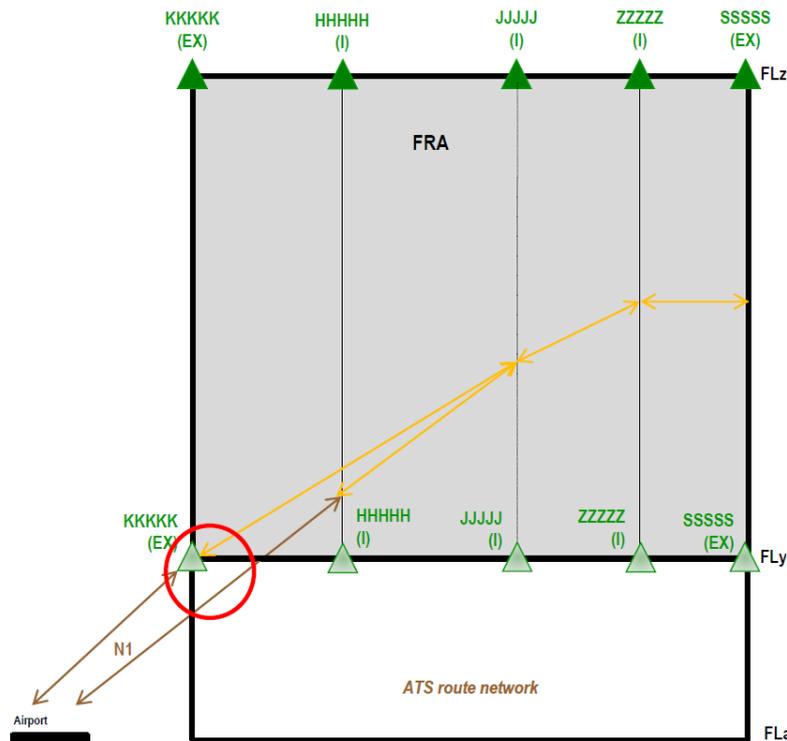


Figura 2.41: Operaciones entre espacios aéreos adyacentes con un aeropuerto fuera del volumen FRA [38]

La trayectoria deseada por la aeronave sería aquella que le permita alcanzar el punto significativo de entrada (EX) con la limitación vertical establecida. Depen-

diendo del perfil vertical y de las prestaciones de la aeronave, esto puede no ser así y tener que emplear un DCT de modo que el punto de referencia que tomaría dicha aeronave para efectuar la entrada al espacio aéreo sería un punto intermedio (I).

Capítulo 3

Conflictos entre aeronaves

3.1. Conflictos entre aeronaves

Las operaciones se suelen desarrollar en entornos donde interactúan varias aeronaves con planes de vuelos diferentes. En el espacio aéreo, el ATC es el encargado de implementar las medidas necesarias para que las aeronaves, que operan en un volumen de operaciones, lo hagan manteniendo unos niveles mínimos de seguridad [39].

El objetivo principal del ATC es reducir al mínimo los conflictos potenciales que puedan generarse entre los tráficos involucrados en las operaciones. En situaciones de emergencia los servicios de ATM establecidos en tierra pueden asumir la responsabilidad de mantener la separación entre las aeronaves. [40]

Un conflicto o evento de proximidad se puede definir como una situación en la que un número determinado de aeronaves traspasan las separaciones mínimas establecidas para el mantenimiento de la seguridad operacional. Es necesario diferenciar entre una separación mínima horizontal, D_{min} , y una vertical, H_{min} .

Para que se produzca un evento de proximidad o conflicto entre dos aeronaves se deben dar las siguientes situaciones:

- La separación vertical entre las dos aeronaves debe ser menor al valor prefijado como distancia mínima vertical, H_{min} .
- La separación horizontal entre las dos aeronaves debe ser menor al valor prefijado como distancia mínima horizontal, D_{min} .

Un instrumento para detectar los posibles conflictos entre las aeronaves son los planes de vuelo. Estos se adaptan al espacio aéreo en el que están operando las aeronaves y permite conocer sus intenciones a lo largo de las fases del vuelo. No obstante, las condiciones y eventos meteorológicos pueden afectar a las operaciones aéreas modificando los planes de vuelo iniciales haciendo que dejen de ser efectivos para la predicción de las trayectorias [41].

Otro elemento que se emplea para detectar dichos conflictos son los sistemas de vigilancia como el radar primario o el secundario. Estos últimos presentan ventajas relacionadas con la capacidad de poder modular la respuesta con información adicional acerca de diferentes características de la aeronave. Al disponer de más información acerca de las características de la aeronave, el sistema de control dispone de más información para resolver un conflicto entre dos aeronaves.

La tarea de identificación y posterior resolución de los conflictos recae sobre el controlador aéreo pudiendo valerse de diferentes sistemas para la detección de los instantes en los que dos aeronaves trasgreden las volúmenes de seguridad prefijados.

Los sistemas automáticos que emplea el ATM se han basado en el análisis y adquisición de la información de los potenciales conflictos. Está previsto que los futuros desarrollos mantengan el nivel de automatización tomando decisiones e implementando las acciones para resolver los conflictos [42].

3.2. Conflictos en FRA Canarias

Para analizar el número de conflictos que se pueden generar es necesario hacer uso de unos volúmenes de protección que se asocian a cada una de las aeronaves que operan en el espacio aéreo. Este volumen está formado por la separación horizontal y vertical mínima de seguridad.

En la Figura 3.1 es posible visualizar el concepto de los volúmenes de protección horizontal que se asocian a cada una de las aeronaves en el espacio.

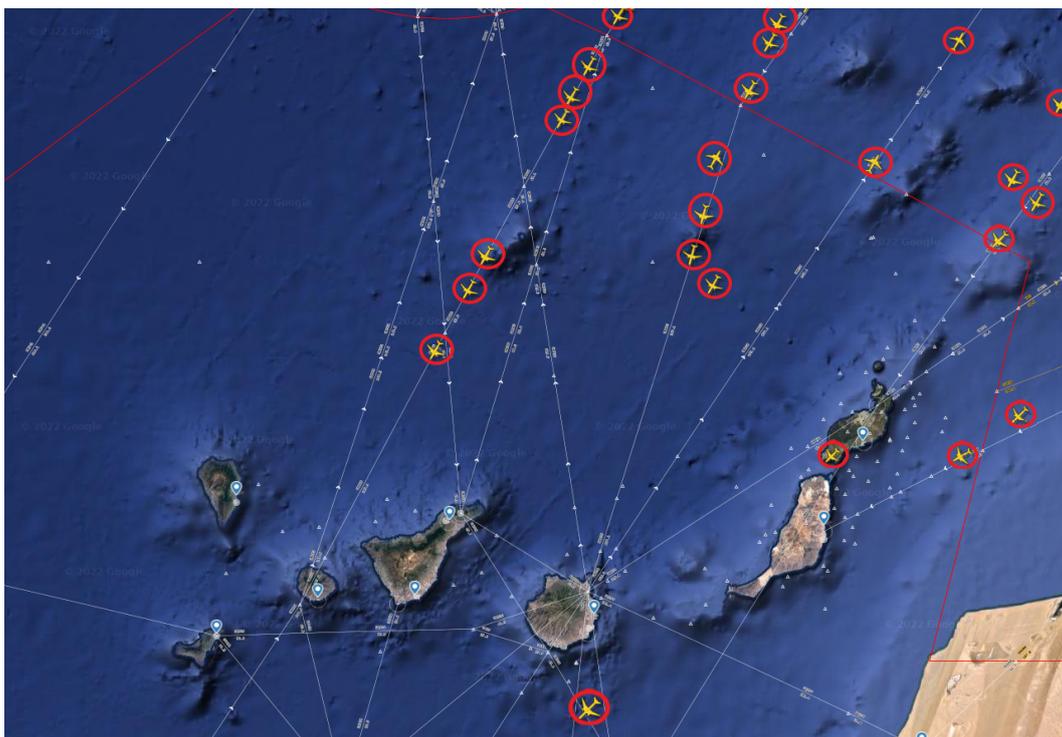


Figura 3.1: Representación del concepto del volumen de protección (Elaboración propia)

La separación vertical mínima, establecida en el Real Decreto 894/2002 del 30 de agosto, que modifica al Real Decreto 443/2001 del 27 de abril para las aeronaves en el espacio aéreo español, depende de la altitud a la que se encuentra operando la aeronave: [43]

- 1000ft entre aeronaves con aprobación de separación vertical reducida mínima (RVSM).
- 2000ft entre aeronaves cuando al menos una de ellas no tenga aprobación RVSM.
- 2000ft entre formaciones o entre una formación y otra aeronave con o sin aprobación RVSM.

Con respecto a la separación horizontal mínima se establecen los siguientes valores: [43]

- 5NM.

- 3NM en caso de aprobación por parte de la autoridad ATS militar.

A partir de las distancias mínimas de seguridad es posible determinar un volumen de base D_{min} y altura dos veces H_{min} que establezca los límites de los conflictos. Cuando una aeronave penetra en el volumen predefinido se produce un conflicto con la aeronave a la que se le asocia el volumen de seguridad.

Empleando los volúmenes de protección asociados a cada una de las aeronaves se puede determinar la probabilidad de que se produzca un conflicto entre las dos aeronaves en un espacio aéreo determinado.

Tomando como ejemplo el espacio aéreo correspondiente a UIR Canarias, volumen donde se implementan las operaciones FRA, enmarcadas dentro del proyecto HISPAFRA, se establecen los siguientes parámetros correspondientes a cada una de las aeronaves:

- Distancia horizontal mínima: 5NM.
- Distancia vertical mínima: 1000 ft.

A partir de estos valores se obtiene el volumen de protección de la aeronave [41],

$$v_a = \pi D^2 2H = 5,799E + 12 \quad (3.1)$$

Teniendo en cuenta que el área donde se implementan las operaciones FRA en Canarias es de 377.029,61 millas náuticas cuadradas, el volumen del espacio aéreo, sabiendo se sitúa entre FL305 y FL660 es,

$$v_c = A(FL_{max} - FL_{min}) = 4,922E + 17 \quad (3.2)$$

Por lo tanto la probabilidad de que dos aeronaves que operan dentro del espacio aéreo FRA entren en conflicto es:

$$v_a/v_c = A(FL_{max} - FL_{min}) = 1,1788E - 5 \quad (3.3)$$

La probabilidad de que dos aeronaves entren en conflicto dentro del espacio aéreo FRA de Canarias es de 1,1788E-5.

En este cálculo únicamente se han tenido en cuenta dos aeronaves que operan en un volumen. Como es de esperar, las operaciones en el espacio aéreo se diseñan para un número de aeronaves que superan esta cifra.

El cálculo de los conflictos entre aeronaves suponiendo que se encuentra operando una muestra $\{3,4,5,\dots,N\}$ de aeronaves en el espacio aéreo no puede ser abordado con el modelo desarrollado anteriormente.

Para efectuar la estimación de los conflictos producidos en el UIR Canarias con operaciones FRA se sigue el procedimiento desarrollado en *Navegación aérea: posicionamiento, guiado y gestión del tráfico aéreo* [41].

Tomando N aeronaves que operan dentro de dicho espacio aéreo, siendo las potenciales aeronaves que pueden originar un conflicto, es posible considerar que los tráficos se encuentran distribuidos siguiendo una distribución aleatoria discreta.

Siguiendo el modelo binomial, donde se analizan n situaciones en las que se puede dar como resultado que existe un conflicto o que, en su defecto, no existe tal situación.

De este modo la función de probabilidad binomial viene dada por,

$$p_x(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} = \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x (1-p)^{n-x} \quad (3.4)$$

Y el valor medio:

$$E(x) = (N_s - 1)p \quad (3.5)$$

Como los conflictos se producen por dos aeronaves, la forma de calcular la probabilidad de que se origine el evento se limita a la siguiente expresión:

$$\frac{N_s(N_s - 1)}{2} p = 0,017 \quad (3.6)$$

Atendiendo a los cálculos, en el UIR Canarias se producen 0.017 conflictos potenciales en cada instante, cerca de 1 conflicto potencial en una hora de operaciones.

3.3. Caracterización de los conflictos

La forma de analizar los posibles conflictos generados se basa en el desarrollo efectuado en *Navegación aérea: posicionamiento, guiado y gestión del tráfico aéreo* [41].

El movimiento de dos aeronaves, una de ellas identificada como la aeronave de referencia y denominada i , volando en un mismo volumen se puede representar a través de las siguientes expresiones:

$$\vec{r}_i = \vec{r}_{i0} + \vec{v}_i(t - t_0) \quad (3.7)$$

$$\vec{h}_i = \vec{h}_{i0} + \dot{h}_{i0}(t - t_0) \quad (3.8)$$

En el caso de la segunda aeronave, la expresión de su movimiento viene representado de la misma forma,

$$\vec{r}_j = \vec{r}_{j0} + \vec{v}_j(t - t_0) \quad (3.9)$$

$$\vec{h}_j = \vec{h}_{j0} + \dot{h}_{j0}(t - t_0) \quad (3.10)$$

A partir de estas expresiones, el objetivo es establecer la distancia relativa entre ambas para así determinar el conflicto horizontal que pueda generarse entre las dos. Para determinar la distancia relativa entre ambas aeronaves se toma la aeronave denominada i como la aeronave de referencia.

Por lo tanto, se puede demostrar que,

$$\vec{r}_{ji} = \vec{r}_{j0} - \vec{r}_{i0} + \vec{v}_j(t - t_0) - \vec{v}_i(t - t_0) = \Delta\vec{r}_{ji} + \vec{v}_{ji}(t - t_0) \quad (3.11)$$

$$\vec{h}_{ji} = \vec{h}_{j0} - \vec{h}_{i0} + \dot{h}_{j0}(t - t_0) - \dot{h}_{i0}(t - t_0) = \Delta\vec{h}_{ji} + \dot{h}_{ji}(t - t_0) \quad (3.12)$$

Analizando las expresiones anteriores, se puede apreciar cómo es posible obtener la diferencia de distancias tanto desde el punto de vista horizontal como vertical. A partir de dichas expresiones, es posible caracterizar el instante en el que la distancia entre las dos aeronaves es menor a la distancia de seguridad especificada.

No obstante, en espacios aéreos donde conviven un número elevado de aeronaves es posible que este procedimiento sobredimensione los conflictos originados siendo necesario aplicar condiciones para discernir entre los diferentes casos [44].

Para diferenciar las situaciones que pueden originarse se realiza un cálculo comprendido en un intervalo de tiempo entre un instante de inicio y otro final, correspondiente al tiempo de búsqueda de conflictos.

El algoritmo que se propone [41] diferencia primero entre las aeronaves que cumplen la condición de vulneración de la distancia mínima de seguridad, tanto vertical como horizontal, para posteriormente detectar los pares de aeronaves que se ven afectadas.

Por lo tanto, en el plano vertical se pueden diferenciar dos casos en los que dos aeronaves pueden ser propensas a entrar en conflicto. Las dos condiciones cinemáticas que se deben dar para que se produzca dicho conflicto son las siguientes:

$$\dot{h}_{ji} \vec{h}_{ji}(t_0) \text{ y } \vec{h}_{ji}(t_0) < H \quad (3.13)$$

$$\dot{h}_{ji} \vec{h}_{ji}(t_0) < 0 \quad (3.14)$$

Estas dos situaciones se corresponden con un posible conflicto que pueda originarse en el plano vertical. En el primer caso se trata de una aeronave que se encuentra aproximándose a la aeronave de referencia con una velocidad de ascenso positiva. La aeronave se encuentra ascendiendo y alejándose a la vez de la aeronave de referencia. En el instante en el que comienza el conflicto la aeronave se encuentra vulnerando la distancia mínima vertical ya definida.

El segundo caso consiste en una aeronave que se encuentra aproximándose a la aeronave de referencia con una velocidad vertical negativa. El instante en el que comienza a vulnerar la distancia mínima vertical se produce tras un intervalo de tiempo, no en el instante inicial como pasaba en el primer caso.

Los instantes en los que se producen los conflictos verticales son aquellos en los que las aeronaves vulneran las distancias mínimas preestablecidas [43]. Estos instantes son el instante inicial, en el primer caso, hasta que la altura de la aeronave es mayor que la distancia mínima vertical establecida, mientras que el segundo caso se corresponde al instante en el que la aeronave abandona el área donde se produce el conflicto.

El instante hasta que la aeronave se encuentra fuera de la distancia mínima se puede expresar de la siguiente forma,

$$t_1 = \frac{H - h_{ij}(t_0)}{\dot{h}_{ji}} + t_0 \quad (3.15)$$

Por otra parte, el instante para el segundo caso en el que la distancia entre las

dos aeronaves estudiadas es menor a la distancia mínima vertical viene dada por,

$$t_2 = \frac{h_{ij}(t_0) - H}{\dot{h}_{ji}} + t_0 \quad (3.16)$$

Una vez analizados los posibles conflictos verticales, es necesario caracterizar los conflictos horizontales originados entre las aeronaves. Es posible plantear dos situaciones en las que las aeronaves no cumplen dicha distancia horizontal de seguridad.

La primera de ellas consiste en la siguiente representación,

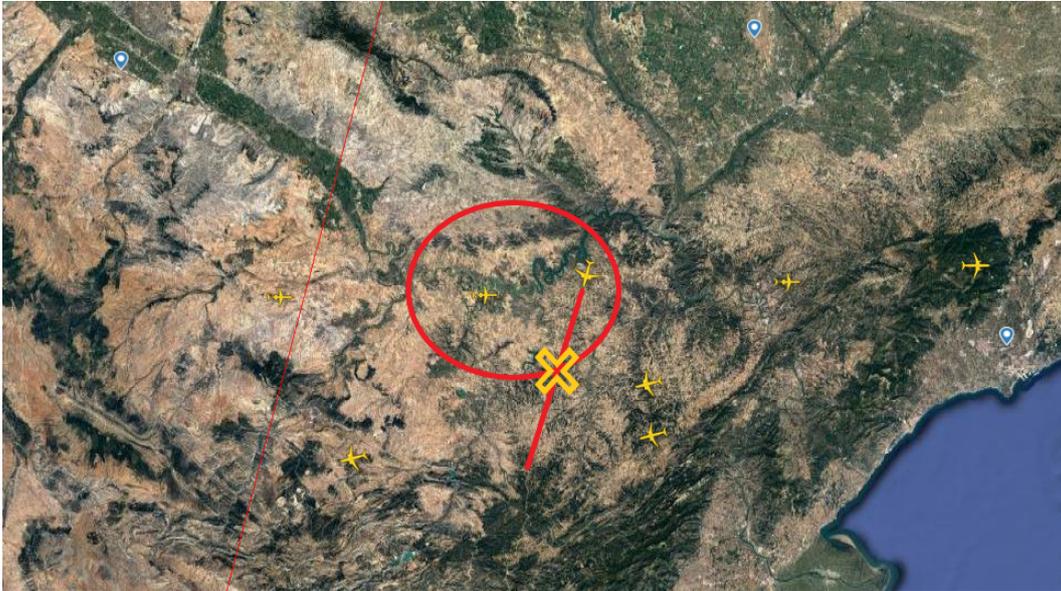


Figura 3.2: Conflicto horizontal entre dos aeronaves (Elaboración propia)

El conflicto se produce cuando,

$$v_{ji}^T r_{ji}^{\rightarrow}(t_0) \geq 0 \text{ y } |r_{ji}^{\rightarrow}(t_0)| < D \quad (3.17)$$

Esta situación de conflicto se produce al cumplirse la condición de perpendicularidad entre los vectores de velocidad y posición de la aeronave, pudiendo obtener el instante de tiempo de las ecuaciones del movimiento,

$$\vec{t}_i = t_0 - \frac{r_{ji}^{\rightarrow}(t_0) v_{ji}^{\rightarrow}}{|v_{ji}^{\rightarrow}|^2} \quad (3.18)$$

Para obtener el instante en el que finaliza el conflicto basta con sumar al instante inicial el tiempo que le lleva a la aeronave abandonar la zona de conflicto con la aeronave de referencia. Es decir, el tiempo que tarda en volar la distancia de seguridad mínima D . Este es un cálculo geométrico,

$$\vec{t}_1 = t_i + \frac{\sqrt{D^2 - r_{ji}^2}}{|v_{ji}|} \quad (3.19)$$

La segunda situación de conflicto se produce cuando,

$$v_{ji} r_{ji}(t_0) < 0 \text{ y } |r_{ji}| < D \quad (3.20)$$



Figura 3.3: Conflicto horizontal entre dos aeronaves (Elaboración propia)

El intervalo de duración del conflicto se calcula de la misma forma que en el caso anterior,

$$t_1 = t_i - \frac{\sqrt{D^2 - r_{ji}^2}}{|v_{ji}|} \quad (3.21)$$

$$t_2 = t_i + \frac{\sqrt{D^2 - r_{ji}^2}}{|v_{ji}|} \quad (3.22)$$

Los instantes de tiempo descritos caracterizan los conflictos que se generan entre las aeronaves en un espacio aéreo. Los eventos producidos tienen su origen en diferentes factores entre los que destacan los cambios de FL ordenados por el ATC o incluidos en los planes de vuelo [44].

Capítulo 4

Estudio de la implementación de HISPAFRA en UIR Canarias

4.1. Proyecto HISPAFRA

El proyecto HISPAFRA responde a la necesidad de ENAIRE de implementar las operaciones FRA en el espacio aéreo español tal y como establece la regulación (EU) No 116/2021 y (EC) No 550/2004. Una vez implementadas las operaciones FRA el espacio aéreo se dividirá en dos células FRA correspondientes al UIR Madrid-Barcelona y UIR Canarias.

La implementación de las operaciones FRA será llevada a cabo a través de 4 fases en las que se irán actualizando aspectos como la estructura del espacio aéreo y los sistemas en tierra que dan servicio a las operaciones aéreas. En la figura 4.1

Phases		Airspace Structure	Time frame	Ground System	Implemented
#1 Initial Phase	1	Structurally Limited *Airspace Volumes unmodified + ATS Fixed Route Network eligible	24H	Current ATC system +new functionalities adapted to FRA	7 OCT 2021 Cell 2 2 DEC 2021 Cell 1
#2 Inter-mediate Phase	2	Initial Relaxation of Structural Limitations via: -New directs within 1 ACC jurisdiction. -Possible cross-ACC directs also. *Airspace Volumes unmodified **ATS Fixed Route Network eligible	24H	Advanced ATC tools	DEC 2022
#3 Advanced Phase	3	Structural limitations reduced to the minimum via: -Additional new directs. -Cross-ACC directs *Airspace Volumes adapted **ATS Fixed Route Network deletion?	24H	Advanced ATC tools	DEC 2023
#4 Final Phase	4	Free Route Cross-Border with at least one neighbouring state *Airspace Volumes adapted? **ATS Fixed Route Network deletion?	24H	Advanced ATC tools, IOP?	DEC 2024

Figura 4.1: Fases proyecto HISPAFRA [32]

Las fechas previstas para la entrada en servicio del proyecto HISPAFRA se han visto alteradas de modo que la primera fase del proyecto entró en servicio el 21 de abril de 2022 y el resto han visto modificadas sus fechas de implementación.

Según la figura 4.1 está previsto que en el espacio aéreo convivan las operaciones FRA junto con la red de rutas ATS. Se trata de una de las estructuras disponibles para el desarrollo de las operaciones aéreas que permite al usuario decidir acerca de la forma en la que planifica su trayectoria al mismo tiempo que los servicios ATS pueden adaptarse al nuevo concepto de operaciones.

No obstante, como paso previo a la implementación del proyecto HISPAFRA, se han tenido que efectuar modificaciones en la estructura espacio aéreo debido a la eliminación de la red de rutas ATS. Un ejemplo son los cambios efectuados para permitir el cierre de zonas reservables del espacio aéreo.

La tarea de cerrar una zona reservable del espacio aéreo recae sobre la AMC mediante la publicación del Airspace Use Plan (AUP). Una vez que esta zona se encuentra reservada, las aeronaves que no cuentan con autorización no pueden planificar su ruta en el periodo de tiempo publicado. En el caso de que una aeronave emita un plan de vuelo haciendo uso de una zona que se encuentra reservada el IFPS deniega su solicitud debido a que la aeronave no tiene autorización para operar en dicha zona.

En un espacio aéreo en el que existe una red de rutas ATS, las zonas son atravesadas por tramos de las aerovías conocidas como rutas condicionales (CDR). Una CDR es una ruta o tramo de una ruta ATS que puede ser empleado por los usuarios bajo ciertas condiciones publicadas. Las CDR están clasificadas según la disponibilidad para su uso:

- CDR 1: Las rutas CDR1 están disponibles para la planificación del vuelo durante los tiempos publicados en el AIP. La falta de disponibilidad de una CDR 1 debe ser publicada a través del AUP/UUP y promulgada a través de EAUP/EUUP.
- CDR 2: Las CDR2 no están disponibles para planificar por norma general. Es posible hacer uso de una CDR2 de conformidad con las condiciones publicadas en los EAUP/EUUP. La disponibilidad de estas rutas puede ser solicitada según las necesidades del tráfico aéreo.
- CDR 3: Este tipo de ruta condicional no se establece en el plan de vuelo, el uso queda restringido a la autorización ATC.

Para proceder al cierre o liberación de un tramo por parte de la AMC, estos tramos previamente son definido como CDR. Por lo tanto, si un usuario emite un plan de vuelo atravesando una zona reservada dentro del periodo establecido, el IFPS puede denegar el plan de vuelo pues la CDR que atraviesa la zona que no se encuentra disponible para planificar.

Una vez se implementa el proyecto HISPAFRA, el espacio aéreo pasa a estar formado por una estructura que combina las operaciones FRA y la red de rutas ATS a partir de un FL definido. Por lo tanto, en un espacio aéreo donde desaparecen las rutas ATS, el IFPS no dispone de las rutas condicionales para determinar si una aeronave opera en una zona reservada.

Para proceder al cierre de un volumen determinado del espacio aéreo se crean las FUA restrictions. Las FUA/R son reglas que se aplican sobre un volumen del espacio aéreo existente y establece las restricciones o la forma en la que se debe operar. Estas reglas quedan establecidas en el Apéndice 7 del RAD [33].

No obstante, las FUA/R no son eficaces para las CDR 2 pues no tienen la capacidad de modificar zonas que se encuentran fuera del horario de publicación. Por lo tanto, mediante las FUA/R es posible cerrar un volumen del espacio aéreo en un entorno en el que no se encuentra disponible una red de rutas ATS.

Por otra parte, también se llevó a cabo a la implementación de la CDR única que sustituye los tres tipos de CDR disponibles anteriormente. La implementación de la CDR única permite pasar, desde el punto de vista de la planificación del vuelo, de una mezcla de estructuras disponibles, que pudieran hacerse no disponibles, y estructuras no disponibles, que podrían estar disponibles o no, a una estructura conformada por rutas disponibles por defecto para la aviación civil que se pueden hacer no disponibles cuando sea requerido.

Los criterios que debe cumplir la CDR única son los siguientes:

- Disponibilidad de ser planificada por defecto con el objetivo de dar previsibilidad a los usuarios del espacio aéreo.
- Debe ser lo suficientemente flexible para poder operar de una manera dinámica.
- Debe ser compatible con las restricciones técnicas y con situaciones de contingencia.
- La introducción de la CDR única debe garantizar el uso táctico basándose en los procedimientos de coordinación preestablecidos entre los usuarios civiles y militares.

4.2. UIR Canarias

La célula Canarias es junto con la célula continental, que aglutina al UIR Madrid y UIR Barcelona, los dos volúmenes que conforman el espacio aéreo español una vez implementadas las operaciones FRA.

El espacio aéreo de Canarias da servicio a diferentes tipos de rutas aéreas y sus operaciones varían en función de la época del año. Las principales rutas aéreas que hacen uso del espacio aéreo canario son las siguientes:

- **Interislas:** Los vuelos, ofrecidos por aerolíneas como Binter Canarias o Canaryfly, entre las islas del archipiélago canario conforman uno de los gruesos

de las operaciones en los aeropuertos que se incluyen dentro del espacio aéreo. Para operar los vuelos regionales, las aerolíneas emiten planes de vuelo con FL que no supera los 15000 ft de altitud con aeronaves ATR72 por lo que no hacen uso del espacio aéreo FRA.

- **Península y continente europeo:** El mayor número de operaciones que se efectúan en los aeropuertos canarios están relacionados con las conexiones entre el continente europeo y el archipiélago canario. Estos vuelos tienen un carácter estival por lo que las operaciones varían dependiendo de la época del año presentándose los máximos en la temporada de verano. Las aeronaves que suelen emplearse para efectuar estas operaciones son modelos de la familia A320 y B737 llegando a emplear aeronaves de mayor capacidad como el A330 o B757.
- **Rutas hacia/desde Latinoamérica, trayectorias Norte-Sur:** Las principales conexiones entre Latinoamérica y destinos europeos hacen uso del espacio aéreo canario en la fase de crucero. Las aeronaves que efectúan las conexiones con Latinoamérica hacen uso del espacio aéreo donde el concepto de operaciones FRA está disponible.
- **Trayectorias Este-Oeste:** Existen conexiones entre el continente africano y América del Norte que planifican para de su trayectoria a través del espacio aéreo canario. Estas trayectorias también se enmarcan en la fase de crucero de las aeronaves operando dentro del volumen de operaciones FRA. Estos enlaces presentan un volumen marginal con respecto al resto de tráfico.

Los principales aeropuertos en los que operan las aeronaves que hacen uso del espacio aéreo canario son los siguientes:

- Aeropuerto de Tenerife Sur.
- Aeropuerto de Gran Canaria.
- Aeropuerto de Lanzarote.
- Aeropuerto de Fuerteventura.
- Aeropuerto de La Palma.
- Aeropuerto de La Gomera.
- Aeropuerto de El Hierro.

A continuación, se analizan las diferentes trayectorias que se efectúan en el espacio aéreo de Canarias. Las rutas interislas se desestiman pues operan en FL que no entran dentro de los límites verticales del volumen de operaciones FRA.

Por tanto, las trayectorias que se van a estudiar son las siguientes:

- Rutas de sobrevuelo
- Salidas de aeropuertos canarios
- Llegadas a aeropuertos canarios

4.2.1. Rutas de sobrevuelo UIR Canarias

Las rutas de sobrevuelo que operan en el espacio aéreo canario conectan los principales hubs europeos con destinos de Latinoamérica y la isla de Cabo Verde. Las trayectorias cruzan el espacio aéreo en el sentido Norte-Sur y viceversa. Cabe destacar como existen trayectorias Este-Oeste que unen destinos de África con América del Norte.

Las aeronaves que operan estas rutas son *widebodies*, generalmente aeronaves del tipo A330, A350, B777 y B787, que operan entre FL 300 y FL 400 por lo que hacen uso del espacio aéreo donde las operaciones FRA están implementadas.

4.2.1.1. Planificación del sobrevuelo en Canarias

Antes de la implementación de las operaciones FRA en el UIR Canarias, en el entorno de operaciones con una red de rutas ATS, los usuarios planificaban las rutas de sobrevuelo empleando las siguientes aerovías:

- UN741.
- UN866.
- UN873.
- UN857.
- UL660.

En la Figura 4.2 se puede apreciar la representación de estas aerovías en el espacio aéreo. Las aerovías UN866, UN873, UN857 y UL660 están diseñadas con respecto a ayudas radioeléctricas situadas en tierra por lo que presentan una estructura que no está optimizada.

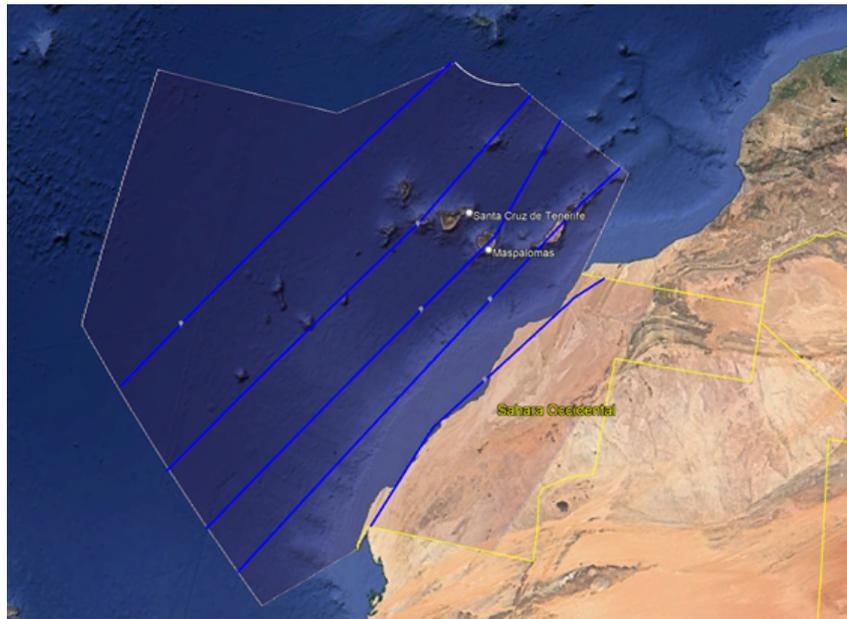


Figura 4.2: Rutas ATS Canarias [Elaboración propia]

En caso de optimizar la trayectoria en sobrevuelo, uniendo los mismos puntos finales que las rutas ATS, el concepto de operaciones FRA permite reducir la distancia planificada.

En la Tabla 4.1 se muestran las distancias entre los puntos de entrada y salida en caso de operar con las red de rutas ATS y con el concepto de operaciones FRA.

Tramo	Distancia ATS [NM]	Distancia FRA [NM]
TENPA-KONBA (UN866)	695,2	694
IPERA-SAMAR (UN873)	721,3	716
GUNET-TERTO (UN857)	735,7	735,6
MAURI-SOLNA (UL660)	449,8	445

Tabla 4.1: Comparación de distancias entre rutas ATS y FRA

La diferencia en la distancia entre las rutas planificadas siguiendo el concepto FRA y la red de rutas ATS no es sustancial a primera vista. No obstante, si se toman trayectorias reales antes y después de la implementación del concepto FRA en el UIR Canarias se puede apreciar el ahorro referente a la distancia planificada por los usuarios.

A continuación, se estudia el caso de una trayectoria entre el Aeropuerto Internacional Aristides Pereira, Boa Vista, y el Aeropuerto Londres Gatwick.

La figura 4.3 muestra la trayectoria efectuada por el vuelo de Thomson Airways TOM279 el día 1 de enero de 2022 antes de la aplicación de las operaciones FRA en el UIR Canarias.



Figura 4.3: Trayectoria TOM279 [FlightRadar24]

El plan de vuelo emitido por el operador de la aeronave contempla que esta haga uso de las aerovías UN873 y UN981, efectuando la entrada a través del waypoint IPERA y la salida en BIMBO.

Mediante la implementación de las operaciones FRA es posible optimizar la trayectoria del vuelo aproximándola a la ruta más corta que se correspondería con la ruta ortodrómica.

La trayectoria óptima de la aeronave es aquella que se aproxima en mayor medida a la recta ortodrómica que une el aeropuerto de origen con el de destino. La navegación ortodrómica se basa en que la trayectoria más corta entre dos puntos de una superficie se encuentra en una circunferencia máxima. Este tipo de navegación permite optimizar las trayectorias con el inconveniente de que se tiene que modificar continuamente el rumbo de la aeronave.

Para planificar una ruta dentro del espacio aéreo FRA se establece el punto de entrada horizontal IPERA, un punto intermedio PUCLO y el punto de salida horizontal BIMBO.

La figura 4.4 representa la trayectoria óptima dentro del espacio aéreo FRA [azul] en comparación con la trayectoria seguida según la red de rutas ATS.

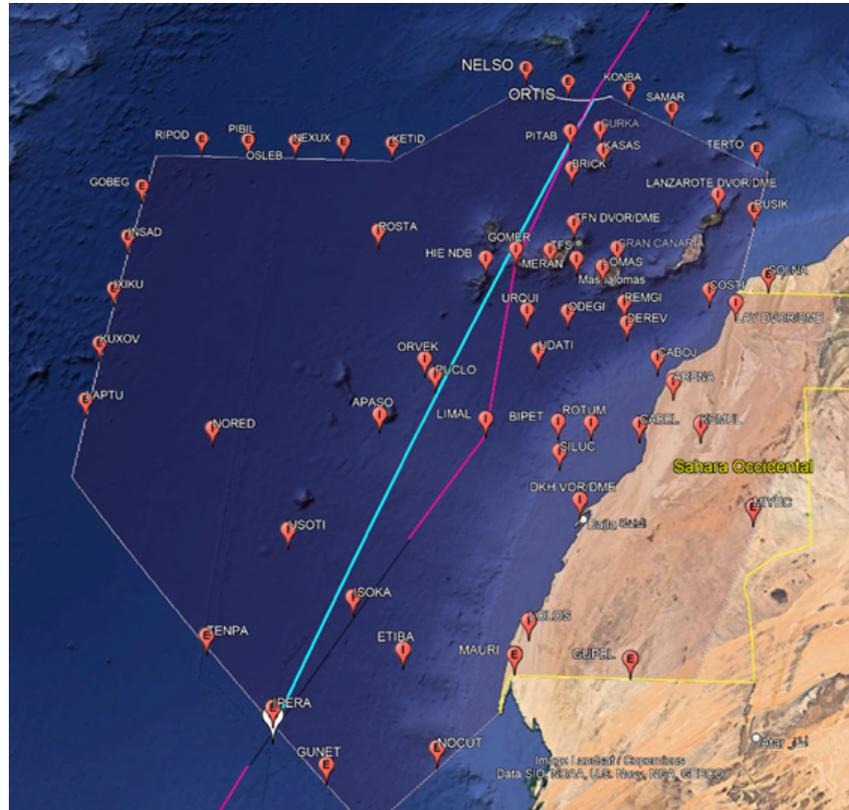


Figura 4.4: Trayectoria empleando espacio aéreo FRA (azul) y red de rutas ATS (rosa) [Elaboración propia]

La distancia recorrida en ambos casos es la que se muestra en la Tabla 4.2 entre rutas ATS y FRA.

Trayectoria	Distancia recorrida [NM]
Red de rutas ATS	726,8
Operaciones FRA	707,7

Tabla 4.2: Comparación distancias entre rutas ATS y FRA

La diferencia entre la trayectoria siguiendo la red de rutas ATS y la trayectoria empleando las normas FRA es de 19,1 NM o 35,37 km. El uso del espacio aéreo FRA supone a la aerolínea, Thomson Airways/Tui Fly, un ahorro de 35,37 km, que representa una reducción del 0,807% en la extensión de la ruta, en la trayectoria estudiada.

4.2.1.2. Consumo de combustible

Para analizar el consumo de combustible de las aeronaves que efectúan las trayectorias analizadas se hace uso de la base de datos BADA. Cabe destacar como los datos publicados por EUROCONTROL a través de BADA son una aproximación de las prestaciones reales de las aeronaves.

Tomando los datos correspondientes a una aeronave B737-800, equipo empleado por Thomson para cubrir la ruta, que se encuentran contenidos en la base de datos de BADA se puede obtener el consumo de combustible.

Como se produce una reducción del peso de la aeronave a medida que consume combustible, se itera hasta que el resultado converge. La Figura 4.5 es un extracto del código empleado para el cálculo del consumo de combustible. Las condiciones iniciales que se han establecido para abordar el problema son una altitud constante de 35000 ft y una velocidad de 456 kts.

```

%COMPUTE FUEL CONSUMPTION ITERATIVELY

Wfprev=0;
while ( abs((W(2)-Wfprev)/W(2)) >1e-9 )
    Wfprev=W(2);

    %- COMPUTE INITIAL T, D, WDOT
    [T(2),D(2),Wdot(2),Tr(2)] = BADA_jet2(ac,h(2),V(2),W(2),phase,[],VS(2),Vdot(1));

    %- COMPUTE AVERAGE VALUES OF T, D, WDOT IN A LEG #####
    [hav, Vav, Tav, Dav, Wav, Wdotav, Trav, Vdotav]=average(h,V,T,D,W,Wdot,Tr,Vdot);

    % Compute time interval
    dt= dr/Vav;

    % Compute Flight Path Angle
    FPA(1)=asind(VS(1)/V(1));
    FPA(2)=asind(VS(1)/V(2));
    FPAav=sum(FPA)/length(FPA);

    % Compute Fuel Consumption
    W(2)=W(1)+Wdotav*dt;
    FC=Wdotav*dt/G_CONST; %Kg (mass)

    % Compute BADA Energy Share Factor
    ESF(1)=W(1)*VS(1)/((T(1)-D(1))*V(1));
    ESF(2)=W(2)*VS(2)/((T(2)-D(2))*V(2));
    ESFav=sum(ESF)/length(ESF);

end

```

Figura 4.5: Método para la obtención del consumo de combustible

La Tabla 4.3 muestra el consumo de combustible de la trayectoria estudiada

dependiendo de si se ha operado tomando el espacio aéreo FRA o si por el contrario se ha empleado la red de rutas ATS

Trayectoria	Consumo de combustible [kg]
Red de rutas ATS	3890,41
Operaciones FRA	3784,87

Tabla 4.3: Comparación de distancias entre rutas ATS y FRA

Al planificar la ruta entre Boa Vista y Londres Gatwick empleando la normativa FRA la compañía aérea obtiene un ahorro de 105,54 kg de combustible.

Para analizar el impacto económico se supone que el combustible empleado es el Jet A-1 cuyo precio es de 1,007€ por litro y tiene una densidad de 0.804 kg/L. [45]

Por tanto, a partir de la densidad, se obtiene que para 1 kg de combustible Jet A-1 se tienen 1,2438 litros lo que lleva a un ahorro de 131,27 L de combustible. El impacto económico fruto de la optimización de la trayectoria le supone a la aerolínea un ahorro de 132,18€ en gastos de combustible.

4.2.1.3. Impacto medioambiental

Otro de los beneficios de la aplicación de las operaciones FRA en un espacio aéreo tiene que ver con la reducción del impacto medioambiental por parte de las aeronaves. Los principales gases emitidos por las aeronaves son CO_2 , CH_4 , N_2O , que son gases de efecto invernadero, y contaminantes como NO_x , CO y SO_2 [46].

Entre los gases emitidos destaca el CO_2 , pues se trata de un gas de efecto invernadero que en la aviación se emite en mayor porcentaje que el resto de gases producidos [47].

No obstante, unos de los beneficios del espacio aéreo FRA radica en el hecho de que al reducir la distancia para unir dos puntos se consigue reducir tanto el consumo de combustible como las emisiones de CO_2 .

Tanto el cálculo del consumo de combustible como de las emisiones de CO_2 depende de diferentes factores tales como el tipo de aeronave, la distancia de vuelo, la etapa del vuelo o incluso las capacidades de la aeronave en vuelo.

Una forma de estimar las emisiones de CO_2 es a través de la siguiente expre-

sión:

$$E_{CO_2} = \left(\sum d_r F_c \right) f_{c_{CO_2}} \quad (4.1)$$

Donde:

- E_{CO_2} : Emisiones CO_2 .
- d_r : Distancia recorrida en la fase de vuelo determinada.
- F_c : Consumo de combustible en la fase de vuelo determinada.
- $f_{c_{CO_2}}$: Factor de conversión de emisiones de CO_2 emitidas por kg de combustible.

Para efectuar una estimación del impacto medioambiental que el concepto FRA tienen en las operaciones de las aeronaves se parte de las características del combustible empleado. Se ha establecido que el combustible utilizado por la aeronave es Jet A-1 que emite 2,527 kg de CO_2 por litro de combustible consumido o 3,157 kg de CO_2 por kg de combustible [48].

Trayectoria	Emisiones CO_2 [kg]
Red de rutas ATS	12282,02
Operaciones FRA	11948,83

Tabla 4.4: Comparación de las emisiones de CO_2

El cálculo efectuado para la operación planificada entre Boa Vista y Londres Gatwick supone un ahorro de 131,27 L de combustible en caso de operar siguiendo el concepto de operaciones FRA. Por lo tanto, al planificar en un espacio aéreo FRA se obtiene una reducción de 331,71 kg de emisiones de CO_2 .

4.2.1.4. Tasas por uso del espacio aéreo

Al operar en un espacio aéreo el usuario debe afrontar el pago de unas tasas por su uso. En el caso de ENAIRE, la mayor parte de los ingresos que percibe se deben al pago que efectúan los usuarios por el uso de las instalaciones y los servicios de navegación aérea recibidos. Estos pagos se realizan a través de las tasas de ruta y aproximación [49].

Las tasas de ruta representan el pago que efectúan los usuarios del espacio aéreo que tiene como concepto el coste de las instalaciones y de los sistemas de navegación aérea en ruta. Las tasas quedan establecidas por el Decreto 1675/72 de 26 de junio [50] que es actualizado anualmente por las Órdenes Ministeriales publicadas por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Al participar en el sistema de tasas de ruta de EUROCONTROL es este organismo el que factura dichos ingresos.

Existen determinados usuarios u operaciones que quedan exoneradas del pago de las tasas en ruta. Estas operaciones están relacionadas con el transporte de autoridades, vuelos de salvamento o militares, así como operaciones de formación siguiendo las reglas de vuelo visual.

El cálculo de las tasas se efectúa siguiendo la siguiente expresión:

$$r_i = txN \quad (4.2)$$

Donde r_i es la tasa que debe abonar el usuario del espacio aéreo, t el precio unitario en euros y N un factor compuesto por el peso de la aeronave que opera el usuario y la distancia recorrida.

La tasa de ruta en España es de 49,73 €/km para la zona continental mientras que en canarias se aplica una tarifa de 42,70€. Si se comparan estas tarifas con las impuestas en el año 2018 se puede apreciar cómo se han reducido un 28,62 % para el caso de las tasas de ruta aplicadas para las aeronaves operando en el espacio aéreo continental y del 24,74 % para los usuarios operando en Canarias [51].

Las rebajas en las tasas de ruta en el espacio aéreo español hacen que el importe aplicado a los usuarios se vea reducido y sea de los más bajos a lo largo de la red europea [51].

Aunque no en todas las trayectorias se cumple, las operaciones FRA posibilitan la reducción de la distancia entre dos puntos determinados del espacio aéreo. Al optimizar las trayectorias se pueden reducir las distancias planificadas y disminuir las tasas de ruta que debe abonar el usuario.

En el caso del vuelo 279 de Thomson Airways el ahorro por las tasas de ruta es de 30,34€ por vuelo. Para obtener el ahorro global obtenido por la compañía referente al pago de las tasas de ruta es necesario calcular las frecuencias programadas a lo largo del año.

Las rutas operadas entre los aeropuertos de Cabo Verde y Londres Gatwick son:

- BY305.
- BY783.
- BY279.
- BY313.
- BY611.

Todas las rutas cuentan con una frecuencia semanal por lo que a lo largo del año se programan 260 vuelos entre Cabo Verde y Londres Gatwick. El ahorro en las tasas de ruta supone 7.888,40€ anuales a la compañía. Si se tiene en cuenta el trayecto entre Londres Gatwick y Cabo Verde este ahorro supone 15.776,80€ anuales.

Por lo tanto, otro de los beneficios potenciales de los que se pueden beneficiar los usuarios del espacio aéreo FRA tiene que ver con el ahorro en las tasas de ruta.

4.2.2. Representación rutas de sobrevuelo

A continuación se toma una muestra representativa de aeronaves que planifican parte de su trayectoria en el UIR Canarias. Se procede a comparar las trayectorias de las aeronaves que operan en el volumen de operaciones FRA con respecto a los mismos vuelos operando según la red de rutas ATS.

Al comparar las trayectorias en cada uno de los escenarios es posible analizar el impacto que tiene la implementación de las operaciones FRA sobre las aeronaves operando en la fase de crucero. El impacto que tiene el cambio del concepto de operaciones se representa a través de los siguientes indicadores:

- Distancia planificada a través de la red de rutas ATS y en el espacio aéreo FRA.
- Consumo de combustible.
- Reducción de las emisiones de CO_2 .
- Ahorro en las tasas de ruta.

La tabla 4.5 recoge las características principales referidas a las trayectorias que conforman la muestra que se ha tomado para efectuar el estudio. Como se puede

apreciar a partir de los FL, las trayectorias que se estudian se corresponden con vuelos en el sentido Norte-Sur y Sur-Norte.

Vuelo	Aeronave	FL [ft]	Velocidad [kts]
BEL204	A332	370	468
BOV777	B763	340	427
ENT7004	B738	350	493
LCO1501	B763	380	411
TAM8073	B77W	320	465
TAP011	A339	340	435
BY741	B738	350	487
BEL204	A332	350	491
AFR780	A332	370	464
AFR442	B77W	340	458
TAP079	A339	360	445
PPVSS	F7X	430	426
TAM8115	B763	380	411
UX25	B789	370	449
IB6012	A332	380	509

Tabla 4.5: Muestra aeronaves del estudio

La muestra se corresponde con vuelos reales analizados a partir de FlightRadar24. Cabe destacar como la muestra no se ha limitado a un tipo definido de aeronave pues se incluyen tanto aviones de pasillo único como aeronaves de doble pasillo.

La Tabla 4.6 compara la distancia planificada según si se opera en el volumen FRA o si la trayectoria es planificada siguiendo la red de rutas ATS.

Vuelo	ATS [NM]	FRA [NM]	Diferencia [NM]
BEL204	748,6	684,3	64,3
BOV777	686,7	647,5	39,2
ENT7004	721,2	719,3	1,9
LCO1501	721,2	717,4	3,8
TAM8073	734,4	716,2	18,2
TAP011	760	741,5	18,5
BY741	721,2	717,4	3,8
BEL204	406,6	401	5,6
AFR780	406,6	401	5,6
AFR442	721,2	717,4	3,8
TAP079	748,6	741,5	7,1
PPVSS	747,6	631,5	116,1
TAM8115	721,2	717,4	3,8
UX25	745,2	679,8	65,4
IB6012	718,2	716,4	1,8

Tabla 4.6: Distancia planificada según el espacio aéreo donde operan las aeronaves

Al planificar en un volumen FRA las aeronaves consiguen reducir la distancia planificada con respecto a un espacio aéreo basado en una red de rutas ATS. No obstante, no se produce un impacto sustancial salvo en determinados casos.

A partir de la distancia planificada se puede obtener la cantidad de combustible consumida por la aeronave al operar bajo las condiciones descritas. La Tabla 4.7 muestra el ahorro de combustible tras la optimización de la trayectoria.

Vuelo	Consumo ATS [kg]	Consumo FRA [kg]	Ahorro fuel [kg]	Porcentaje
BEL204	8456,05	7738,56	717,49	8,48493091
BOV777	7101,44	6702,55	398,89	5,61702979
ENT7004	3994,38	3983,98	10,4	0,26036581
LCO1501	7449,49	7411,15	38,34	0,5146661
TAM8073	11047,4	10777,9	269,5	2,43948802
TAP011	8917,92	8703,89	214,03	2,3999991
BY741	3968,38	3947,72	20,66	0,52061547
BEL204	4873	4806,2	66,8	1,3708188
AFR780	4616,47	4553,36	63,11	1,36706185
AFR442	10666,2	10611	55,2	0,51752264
TAP079	8561,05	8481,01	80,04	0,93493205
PPVSS	1681,83	1426,64	255,19	15,1733528
TAM8115	7449,49	7411,15	38,34	0,5146661
UX25	7944,94	7256,33	688,61	8,66727754
IB6012	7522,18	7501,44	20,74	0,27571794

Tabla 4.7: Consumos y ahorro de combustible

Una vez obtenido el consumo de combustible se analiza el impacto que tiene la reducción del consumo sobre las emisiones de CO_2 . Se supone que las aeronaves hacen uso de Jet A-1 que emite 3,157 kg de CO_2 por cada kg de combustible consumido [48].

La Tabla 4.8 muestra las emisiones de CO_2 según la forma en la que se ha planificado la trayectoria de la aeronave.

Vuelo	Emissiones CO_2 ATS	Emissiones CO_2 FRA	Reducción emisiones CO_2 [kg]	Porcentaje ahorro [%]
BEL204	26695,75	24430,63	2265,12	8,48
BOV777	22419,25	21159,95	1259,30	5,62
ENT7004	12610,26	12577,42	32,83	0,26
LCO1501	23518,04	23397,00	121,04	0,51
TAM8073	34876,64	34025,83	850,81	2,44
TAP011	28153,87	27478,18	675,69	2,40
BY741	12528,18	12462,95	65,22	0,52
BEL204	15384,06	15173,17	210,89	1,37
AFR780	14574,20	14374,96	199,24	1,37
AFR442	33673,19	33498,93	174,27	0,52
TAP079	27027,23	26774,55	252,69	0,93
PPVSS	5309,537	4503,90	805,63	15,17
TAM8115	23518,04	23397,00	121,039	0,51
UX25	25082,18	22908,23	2173,94	8,67
IB6012	23747,52	23682,05	65,48	0,28

Tabla 4.8: Emisiones de CO_2 según la forma de planificar la trayectoria de la aeronave

La reducción en las emisiones de CO_2 representa uno de los aspectos más interesantes de la implementación de las operaciones FRA. Las reducciones que muestra la Tabla 4.8 se corresponde con un único vuelo.

Para analizar el impacto que esta medida tiene sobre las emisiones es necesario extrapolarlo a un escenario en el que la ruta aérea es operada con varias frecuencias a lo largo de la semana o del día. Al implementar el concepto de operaciones FRA se aprecia como la reducción de emisiones de CO_2 es significativa teniendo en cuenta el número de operaciones efectuadas.

Finalmente es posible calcular el impacto que tiene la planificación en un espacio aéreo FRA sobre el coste para el usuario de las tasas de ruta. La Tabla 4.9.

Vuelo	Ahorro tasas [€]
BEL204	104,79
BOV777	56,14
ENT7004	1,67
LCO1501	5,44
TAM8073	35,67
TAP011	30,15
BY741	3,34
BEL204	9,13
AFR780	9,13
AFR442	7,45
TAP079	11,56
PPVSS	68,54
TAM8115	5,44
UX25	108,98
IB6012	2,96

Tabla 4.9: Ahorro en las tasas de ruta

4.2.3. Casos excepcionales sobrevuelo UIR Canarias

Las aeronaves en sobrevuelo en el espacio aéreo de Canarias planifican empleando los puntos de salida y de entrada del volumen FRA que hacen que la trayectoria se aproxime en gran medida a la trayectoria ortodrómica. De esta forma se asegura que la distancia recorrida es la menor para unir el aeropuerto de origen con el de destino.

No obstante, es posible apreciar como existen usuarios que planifican sin optimizar la trayectoria y emplean un volumen pequeño del UIR Canarias.

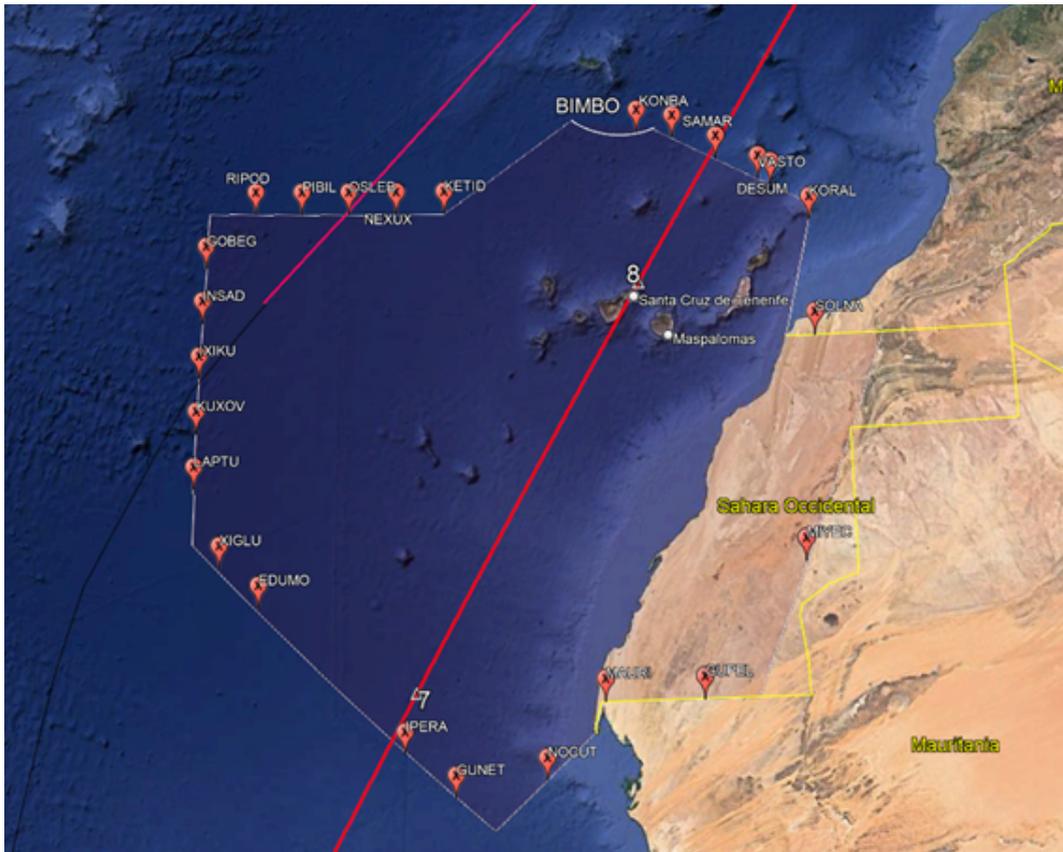


Figura 4.6: Trayectoria vuelo FR442 [Flightradar24]

Un ejemplo de este caso, en el que el usuario no planifica optimizando la trayectoria, es el vuelo AFR442 operando entre el Aeropuerto Paris Charles de Gaulle y el Aeropuerto Internacional de Galeão, Rio de Janeiro. En la Figura 4.6 se puede apreciar la diferencia que existe entre la ruta planificada y la trayectoria ortodrómica, que supone la distancia más corta entre dos puntos.

Debido a los procedimientos normalizados de los aeropuertos donde operan las aeronaves o las características del espacio aéreo, como sería el caso de las zonas reservables, la ruta planificada por el usuario no suele coincidir con la ruta ortodrómica.

El hecho de que la ruta planificada se asemeje a la ruta ortodrómica permite asegurar que la distancia será la más corta, lo que puede llevar a pensar que los costes de operación se minimizan.

No obstante, existen diferentes razones que pueden justificar la planificación de una ruta aérea que, como en el caso de la Figura 4.6, no se asemeja a la ruta ortodrómica.

Uno de los motivos que justifican la planificación realizada puede estar relacionada con la existencia de zonas reservables activas en el espacio aéreo de Canarias. La reserva de una zona del espacio aéreo se comunica diariamente a los usuarios a través del EAUP/EUUP, en este documento ya aparecen incorporados los cierres publicados en NOTAM. Si se desea más información sobre las publicaciones NOTAM, estas se pueden consultar en ICARO XXI [52].

El ejemplo mostrado en la Figura 4.6 se corresponde con un vuelo operado el día 6 de junio de 2022. Por lo tanto, es posible consultar los NOTAMS publicados para cada una de las zonas reservables para comprobar si se encontraban activos en el momento de la operación de la ruta aérea.

Las zonas reservables que pueden afectar a las aeronaves en ruta con un perfil vertical comparable al del vuelo AFR442 son las deltas GCD20, GCD53 y GCD79. El resto de las zonas reservables del espacio aéreo de Canarias están limitadas a una altitud situada por debajo del FL de una aeronave en crucero.

En la fecha en la que se producen las operaciones aparecen publicados dos NOTAMS referidos a las zonas reservables del espacio aéreo de Canarias. Los NOTAMS en cuestión son el D1152/22 y el D1083/22 referidos a los ejercicios FLOTEX-22 que se desarrollan entre el 7 y el 24 de junio.

La Figura 4.7 hace referencia al NOTAM que comunica la modificación de las zonas reservables del espacio aéreo con motivo de los ejercicios militares.

```
(D1152/22 NOTAMN
Q)LECM/QRACA/IV/NBO/W /000/999/4033N00711W371
A)LECM B)2206070000 C)2206242359
E)REF AIP-SPAIN SUP 58/22 AIRAC 07-APR-22 'FLOTEX-22 EXERCISE'
MODIFY AS FOLLOWS:

ELIMINATE THE FOLLOWING RESERVED AREAS:

- GCD20B BRIDA
- GCD3 PAJARA
- GCD79A CANASUR
- GCD79C CANASUR
- GCD79N CANASUR
- GCD53 GACELA
- GCD75 LA ISLETA
- ZONE CANARIAS NORTE 1 (AD HOC ZONE FOR CONDUCTING ADEX IN
  NORTH AREA)

DEACTIVATE THE FOLLOWING RESERVED AREAS IN DESIGNATED DATES:

- LED90A: JUN 07-08
- LED90B: JUN 07-08
- LED90C: JUN 07-08
- LED119: JUN 07-09
- LED120: JUN 07-09
- LED121: JUN 07-09
- LED122: JUN 07-09
- LED128: JUN 07-09
- LED129: JUN 07-09

MODIFY THE FOLLOWING RESERVED AREAS AS FOLLOWS:

- AOA RETIN NORTE - VERTICAL LIMITS UPPER
  MODIFY TO READ: FL160-FL190

- TRA3 RETIN SECTOR D (D/Z AGUILA) - VERTICAL LIMITS
  MODIFY TO READ: SFC-FL085

- TSA34 RETIN SECTOR B - VERTICAL LIMITS
  MODIFY TO READ: SFC-FL085

- TSA35 RETIN SECTOR C - VERTICAL LIMITS
  MODIFY TO READ: SFC-FL085

- CORTIJO DE LAS SENUELAS: DATES AND TIMES
  MODIFY TO READ: JUN 15-16 HR 0001-0445 2200-2359
```

Figura 4.7: NOTAM D1152/22 [ICARO XXI]

Una vez consultados los NOTAMS para la fecha indicada se puede observar cómo no afectan a la operación de la aeronave. Es importante destacar como la activación de las zonas reservables puede ser motivo justificado para la planificación de una trayectoria alejándose de la indicada por la ortodrómica.

Una vez descartada la opción de la activación de una zona reservable se pueden analizar otras causas. Al alejarse de la ruta ortodrómica la aeronave está operando una trayectoria más extensa que puede ocasionar un aumento del consumo de combustible. No obstante, la dirección y velocidad de los vientos puede justificar un cambio en la trayectoria planificada.

Existen diferentes estudios donde se proponen algoritmos que predicen las trayectorias óptimas en presencia de viento [53] [54]. La dirección y velocidad del viento son aspectos difíciles de predecir aunque es posible identificar corrientes de aire que aseguran que las trayectorias se verán afectadas de forma más significativa. Este es el caso de las trayectorias con dirección este-oeste en comparación con las norte-sur [54].

En el caso de Canarias se encuentran presentes los vientos alisios. Estos son vientos que parten desde zonas de alta presión hacia zonas de baja presión correspondientes con las regiones ecuatoriales. En Canarias los vientos alisios son constantes en verano y más irregulares en invierno con una dirección noreste-suroeste.

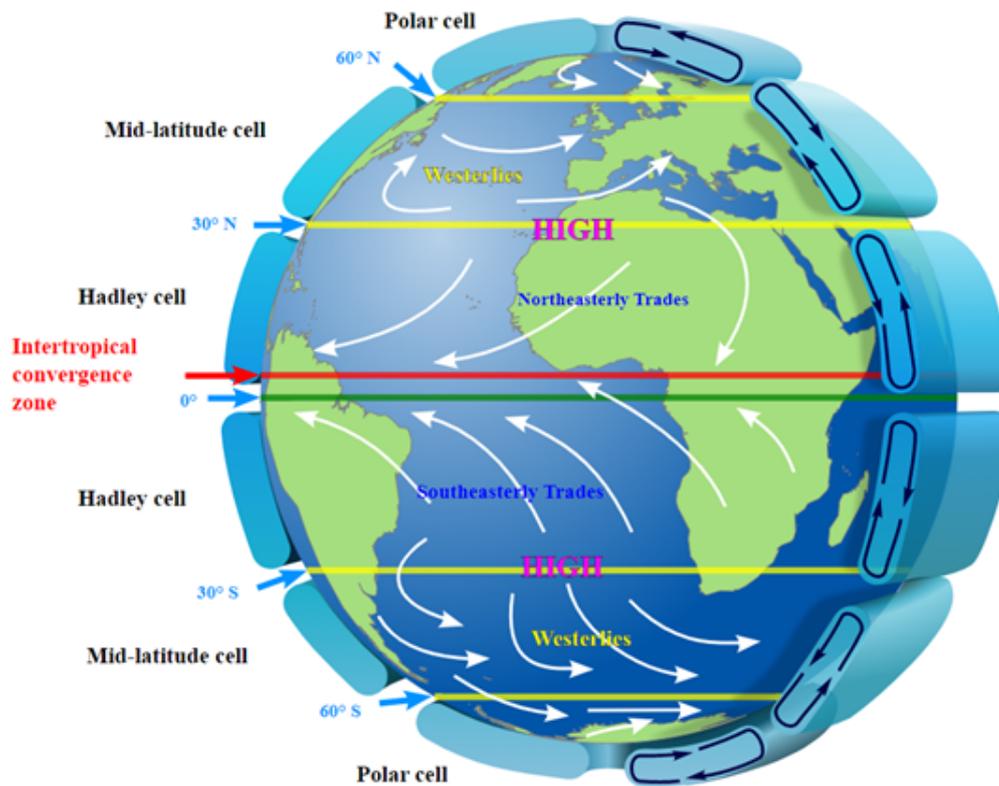


Figura 4.8: Vientos alisios

En el momento en el que se llevaron a cabo las operaciones del vuelo AFR442 la dirección y velocidad del viento era el que se muestra en la Figura 4.9.

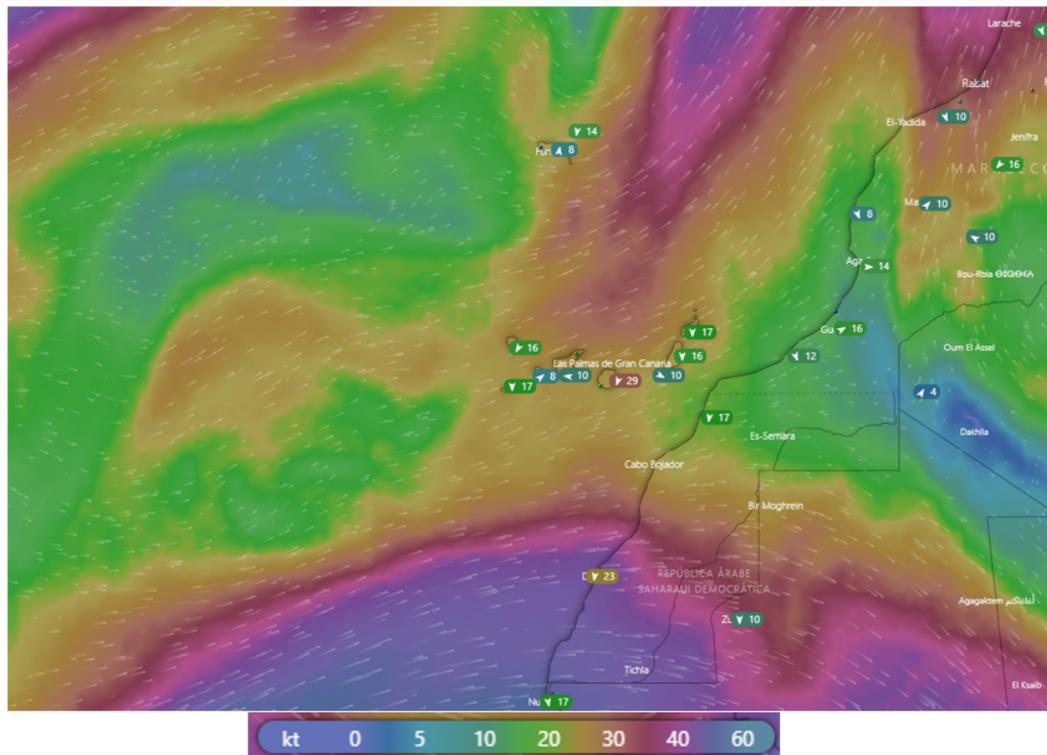


Figura 4.9: Vientos en el archipiélago de las Canarias en el momento de la operación del vuelo FR442 [Windy]

Según la Figura 4.9, en el momento de la operación la dirección del viento tenía un componente suroeste, contrario a la trayectoria de la aeronave. Al tener el viento en contra las prestaciones de la aeronave en crucero se ven penalizadas incrementando el consumo de combustible.

Puede ser interesante modificar la trayectoria para volar donde las condiciones meteorológicas sean más favorables. La velocidad del viento en la zona donde opera la aeronave es de 18 kt mientras que en la zona donde transcurre la ruta ortodrómica la velocidad es de 31kt.

Al no disponer de información acerca de la velocidad y dirección del viento no es posible determinar si este es un factor crítico para planificar alejándose de la ruta óptima. Otro factor que puede influir a la hora de planificar son las tasas de ruta y el pago que debe efectuar el usuario por el uso del espacio aéreo.

Al aumentar la distancia planificada el consumo de combustible aumenta aunque el impacto económico que este tiene puede no ser tan elevado pues las aerolíneas negocian un precio cerrado y adquieren el combustible en gran cantidad. Es por ello que al estimar el impacto económico del consumo de combustible este puede ser incongruente ya que los precios publicados no se corresponden con el precio al que

las aerolíneas adquieren el combustible.

Retomando el caso del vuelo AFR442, la ruta planificada recorre 243 NM del espacio aéreo canario mientras que si se sigue la ruta que se aproxima en mayor medida a la ortodrómica esta tiene una extensión de 712 NM.

Teniendo en cuenta que la aeronave con la que se opera la ruta es un B777-300 ER con un MTOW de 351.500 kg y las distancias recorridas en cada una de las trayectorias, la Tabla 4.10 muestra las tasas correspondientes.

Trayectoria	Tasas de ruta [€]
Trayectoria planificada vuelo AFR442	477,29
Trayectoria ortodrómica vuelo AFR442	1398,89

Tabla 4.10: Ahorro en el pago de tasas vuelo AFR442

Al planificar la trayectoria sin seguir la ruta ortodrómica la aeronave ahorra 921,6 € por trayecto. Teniendo en cuenta que esta ruta se opera diariamente, el ahorro que puede suponer a la compañía es de 336.384€ en concepto de tasas de ruta al año en esta ruta.

Ruta aérea	Distancia planificada [NM]	Distancia ortodrómica [NM]	Ahorro [€]	Ahorro %
KLM705 (B789)	287	714	696,27	58,41 %
BA249 (B788)	0	470	744,97	100,00 %
TAP081 (A339)	82	652	928,96	89,67 %
KLM791 (B77W)	160	650	962,44	75,38 %
TAP117 (A339)	82	714	1030	88,51 %
IBE6856 (A359)	319	714	677,49	55,32 %

Tabla 4.11: Ahorro en el pago de tasas en ruta aeronaves en sobrevuelo

Para las aeronaves en sobrevuelo que planifican la trayectoria evitando el espacio aéreo canario, con el objetivo de reducir el pago de las tasas de ruta, se obtiene un ahorro medio de 840,02€ que supone el 77,88 %.

Además estas no son rutas estivales que se operan durante unos meses al año,

son operadas diariamente por las compañías aéreas. La Tabla 4.12 muestra el impacto económico que este ahorro tiene.

Ruta aérea	Ahorro anual [€]
KLM705 (B789)	254.138,55
BA249 (B788)	271.914,05
TAP081 (A339)	339.070,40
KLM791 (B77W)	351.290,60
TAP117 (A339)	375.950,00
IBE6856 (A359)	247.283,85

Tabla 4.12: Ahorro anual en el pago de tasas en ruta aeronaves en sobrevuelo

4.2.4. Resolución de conflictos en sobrevuelo

Las operaciones de sobrevuelo pueden originar conflictos entre las aeronaves que se encuentran operando en el espacio aéreo. Estos conflictos potenciales pueden tener su origen en la pérdida de la distancia de seguridad tanto lateral como vertical.

Uno de los conflictos potenciales que pueden generarse entre dos aeronaves en sobrevuelo al mismo FL consiste en el alcance cuando la aeronave que se encuentra por detrás de la otra vuela a una velocidad mayor.

En un espacio aéreo basado en rutas ATS, la solución del ATC consiste en ordenar a la aeronave que se aproxima a mayor velocidad un aumento del FL para así efectuar el adelantamiento. Aumentar el FL permite a la aeronave que va más rápido no tener que disminuir la velocidad para evitar el conflicto, ya que la estructura de la aerovía no le permite modificar el rumbo y adelantar a la aeronave manteniendo el FL.

En un volumen FRA también es posible efectuar un aumento en el FL de la aeronave, no obstante, al efectuar la modificación de la altitud el consumo de combustible aumenta al tener que aplicar una mayor potencia en los motores. Al eliminar las aerovías una posible solución para corregir el conflicto potencial puede ser efectuar un cambio de rumbo por parte de la aeronave más rápida.

En la Figura 4.10 se muestra el caso de estudio:



Figura 4.10: Ejemplo conflicto en sobrevuelo [Flightradar24]

Supóngase que las aeronaves que se muestran en la figura 4.10 están operando a una altitud de 35000 ft y que el vuelo AEA046 se aproxima a una velocidad mayor que la aeronave que le precede. Al mantener la misma altitud y velocidades diferentes se puede producir un conflicto potencial entre las dos aeronaves. Se proponen dos soluciones para resolver este conflicto:

- Aumento de la altitud por parte de la aeronave que opera a una velocidad mayor.
- Cambio de rumbo.

Al operar en un espacio aéreo FRA se da la posibilidad de modificar el rumbo de una aeronave de manera libre sin que esto afecte a las operaciones en el volumen de espacio aéreo. En caso de estar operando en un espacio aéreo basado en una red de rutas ATS, la aeronave queda restringida al rumbo delimitado por la aerovía en la que se encuentra operando.

Las operaciones FRA pueden posibilitar que, con el objetivo de resolver conflictos entre dos aeronaves reduciendo el consumo de combustible y emisiones de CO_2 , sea más interesante desde el punto de vista medioambiental efectuar cambios de rumbo en vez de cambios de altitud.

Para analizar las dos posibilidades que se presentan, un cambio en el FL o la modificación del rumbo de vuelo, se analizarán ambos casos suponiendo las siguientes condiciones:

- Altitud de conflicto: 36000 ft.
- Velocidad aeronave interceptora: 510 kts.
- Velocidad aeronave interceptada: 450 kts.

Para establecer los valores de velocidad de las aeronaves se han observado diferentes trazas de trayectorias de sobrevuelo en el UIR Canarias. Respecto a la altitud se ha empleado un valor incluido dentro del Flight Level Orientation Scheme in European Area (FLOAS) que establece los niveles de vuelo según el rumbo de la aeronave [55].

En la Figura 4.11 se muestran los FL según el rumbo en cada uno de los volúmenes del espacio aéreo europeo.

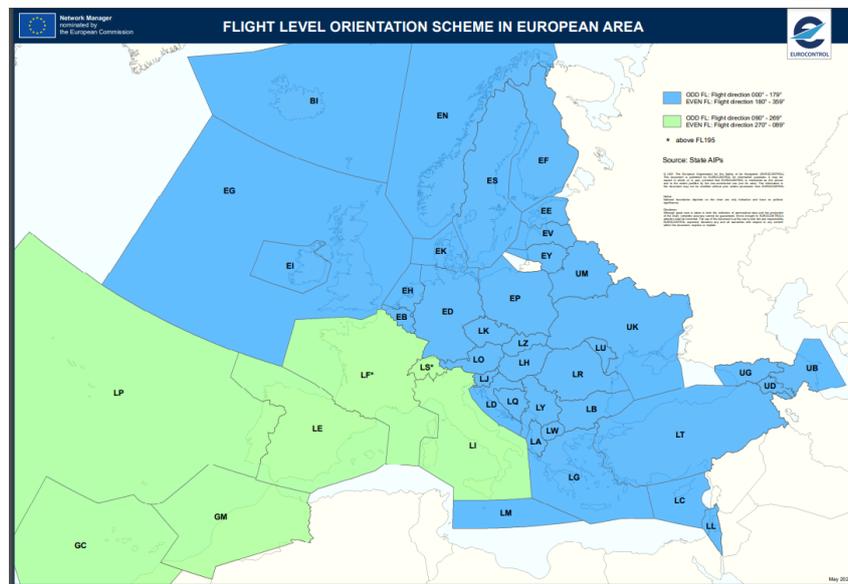


Figura 4.11: Flight Level Orientation Scheme [55]

4.2.4.1. Aumento de la altitud

Efectuar un aumento en la altitud de vuelo supone un incremento en la potencia que deben suministrar los motores de la aeronave con el consiguiente aumento del consumo de combustible.

En un espacio aéreo basado en una red de rutas ATS, en caso de originarse un conflicto entre dos aeronaves, una de las resoluciones posibles se basa en ordenar un cambio del FL de la aeronave que va más rápido.

Supóngase que la operación que efectúan las dos aeronaves se produce conectando los puntos TENPA y KONBA tal y como se puede apreciar en la Figura 4.12

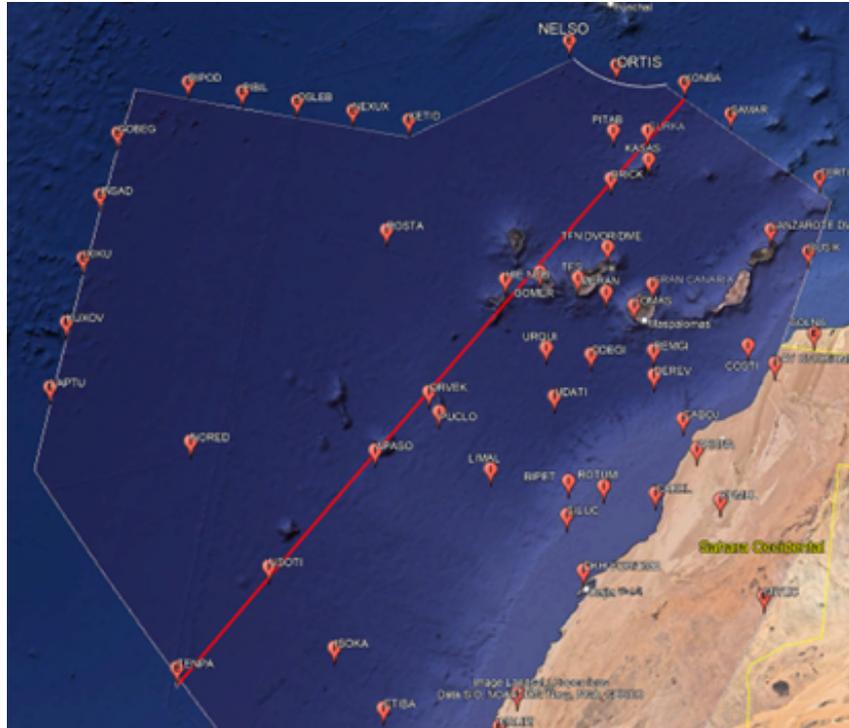


Figura 4.12: Trayectoria donde se produce el conflicto [Elaboración propia]

Suponiendo que en el punto USOTI se produce el conflicto, la aeronave interceptora deberá modificar su FL para evitar el conflicto. Se establece el punto USOTI como un punto de referencia para poder efectuar una comparación entre los procedimientos propuestos para evitar el conflicto.

El estudio donde se van a comparar los consumos de combustible tiene en cuenta los siguientes supuestos:

- Aumento de la altitud a FL380.
- Aumento de la altitud a FL380 y retorno a FL350 una vez se resuelve el conflicto.
- Altitud constante.

La Figura 4.13 muestra los diferentes supuestos que la aeronave podría efectuar.

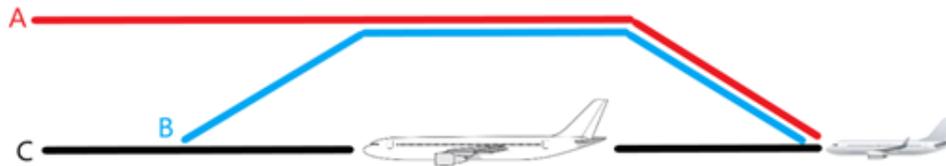


Figura 4.13: Resolución al conflicto originado en sobrevuelo [Elaboración propia]

El caso C hace referencia al supuesto en el que no existe conflicto y por tanto la aeronave mantiene el FL. Se efectúa el cálculo del consumo de combustible manteniendo la altitud constante para poder comparar el impacto que el aumento del FL tiene en el consumo final.

El cambio en el FL de la aeronave supone un aumento del consumo de combustible tal y como se puede apreciar en la Tabla 4.15.

Maniobra	Consumo de combustible [kg]
Caso A	3413,49
Caso B	3507,10
Caso C	3139,59

Tabla 4.13: Comparación de consumo de combustible para cada una de las maniobras de resolución del conflicto

Un aumento en el FL supone un aumento del consumo de combustible en comparación a mantener una altitud constante. El cambio en el FL supone un consumo de 273,91 kg de combustible extra y unas emisiones de 860,89 kg de CO₂.

En caso de efectuar un aumento del FL para adelantar a la aeronave más lenta y posteriormente volver al FL previo, el consumo de combustible aumenta levemente. Se produce un aumento de 93,603 kg en comparación al caso A.

4.2.4.2. Cambio de rumbo

En caso de producirse un conflicto entre dos aeronaves es necesario efectuar una maniobra para evitar una colisión potencial. A continuación, se analiza una ac-

ción complementaria que podría ser empleada debido a la naturaleza de las operaciones FRA.

La maniobra consiste en cambiar el punto final de salida del volumen de operaciones FRA. En el caso que se está analizando, se toma como punto significativo alternativo el punto de salida BIMBO del volumen de operaciones FRA.

La Figura 4.14 muestra la trayectoria efectuada por la aeronave en caso de efectuar un cambio de rumbo una vez alcanza el punto USOTI, donde se produce el conflicto entre las aeronaves.

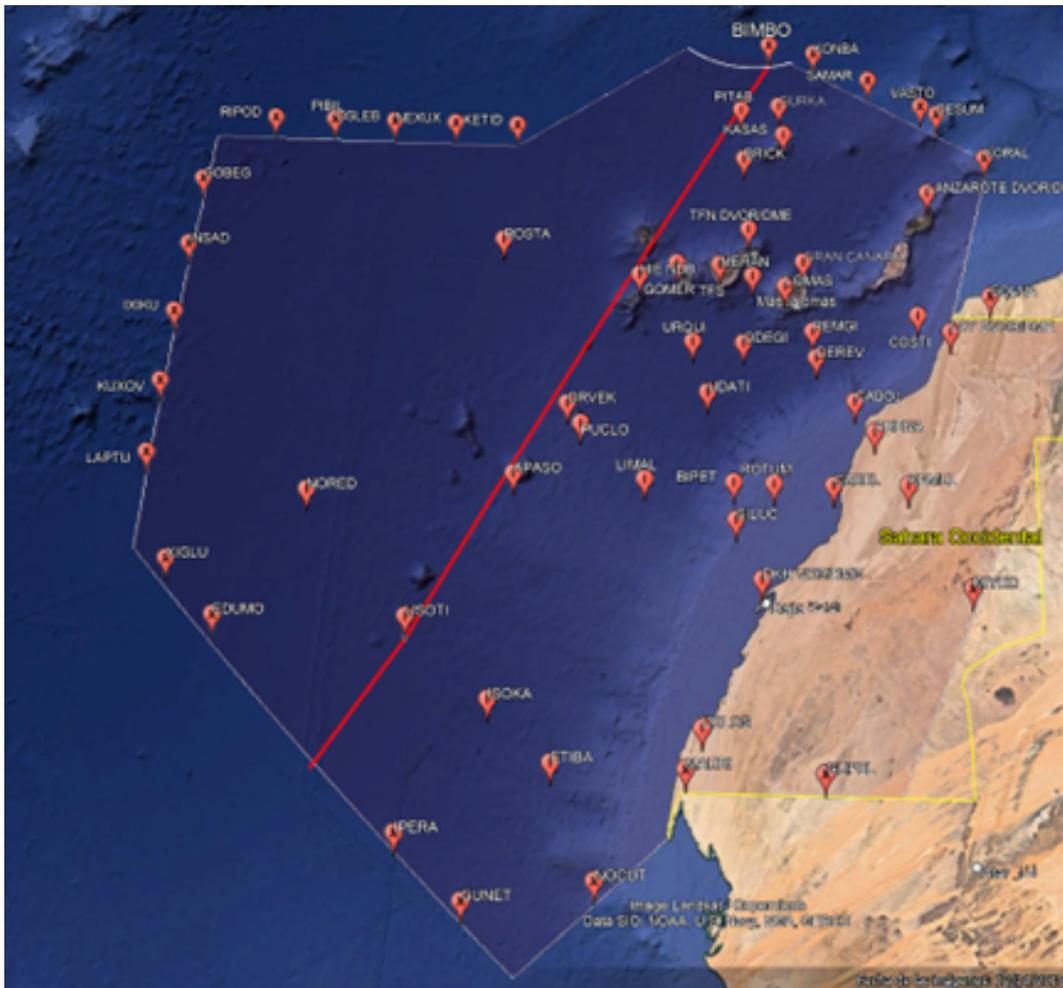


Figura 4.14: Resolución del conflicto modificando el rumbo de la aeronave [Elaboración propia]

Al modificar el rumbo de la trayectoria, con el objetivo de resolver el conflicto, la aeronave consume 3085 kg de combustible y emite 9696.16 kg de CO₂. La Tabla 4.14 muestra los consumos de combustible de la aeronave según la maniobra

realizada para corregir el conflicto.

Maniobra	Consumo de combustible [kg]
Caso A	3413,49
Caso B	3507,10
Caso C	3139,59
Cambio rumbo	3085

Tabla 4.14: Comparación de consumo de combustible en las diferentes maniobras estudiadas

Mientras que la Tabla 4.15 contiene las emisiones de CO_2 de las maniobras propuestas en caso de producirse un conflicto en sobrevuelo en un volumen de operaciones FRA.

Maniobra	Emisiones de CO_2 [kg]
Caso A	10728,62
Caso B	11022,81
Caso C	9867,73
Cambio de rumbo	9696,15

Tabla 4.15: Comparación de consumo de combustible para cada una de las maniobras de resolución del conflicto

Capítulo 5

Procedimientos de salida Aeropuertos Canarias

El procedimiento de salida de una aeronave desde un aeropuerto se produce en las primeras fases del vuelo tras el despegue. En esta etapa del vuelo la aeronave tiene como objetivo aumentar la altitud hasta alcanzar un punto conocido como Top of Climb (TOC) donde se alcanza el FL establecido en el plan de vuelo.

En el diseño de los procedimientos de salida se deben tener en cuenta los obstáculos presentes en las inmediaciones del aeropuerto que pueden poner en peligro la integridad de la aeronave.

Para garantizar la seguridad e integridad de las aeronaves existen aeropuertos con procedimientos normalizados, conocidos como Standard Instrument Departure (SID), que aseguran el ascenso seguro de las aeronaves evitando los obstáculos presentes en el entorno aeroportuario.

Los procedimientos SID están formados por diferentes tramos que pueden incluir limitaciones de altitud o velocidad con el objetivo de garantizar la seguridad de las aeronaves. En el AIP de cada país es posible consultar los procedimientos SID de cada aeropuerto en caso de contar con uno disponible.

En el caso de un espacio aéreo en el que se encuentran implementadas las operaciones FRA junto con la red de rutas ATS, la incorporación vertical al volumen FRA por parte de aeronaves operando desde aeropuertos incluidos dentro del espacio aéreo se efectúa a partir del último punto del procedimiento SID.

También es posible efectuar la entrada vertical empleando el procedimiento SID y comenzar la planificación siguiendo las reglas FRA una vez se alcanza un

punto significativo situado en el interior del volumen FRA.

Un ejemplo de estos procedimientos SID es el que se muestra en la Figura 5.1 correspondiente a la pista 25 del aeropuerto de Tenerife Sur.

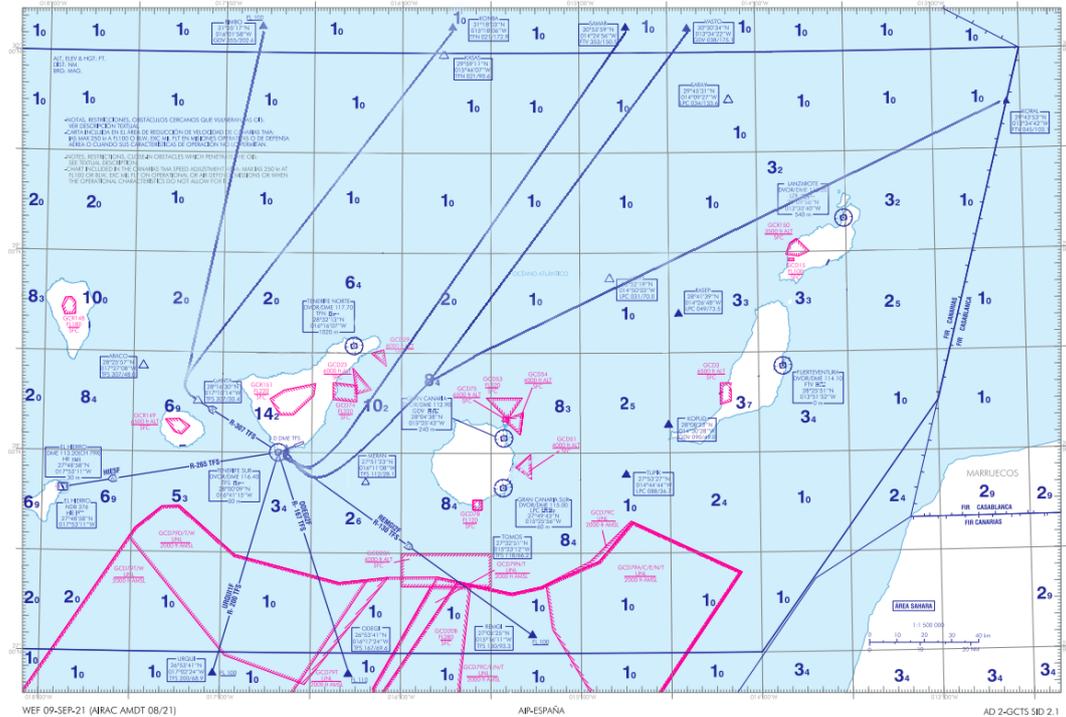


Figura 5.1: Procedimiento SID pista 25 Tenerife Sur [ENAIRES AIP]

Como se aprecia en la Figura 5.1, las aeronaves efectuando el procedimiento SID de la pista 25 del aeropuerto de Tenerife Sur deben seguir los tramos marcados según la salida escogida. En el mismo documento donde se muestran los procedimientos SID se incluye un análisis detallado de cada uno de los procedimientos así como la forma en la que deben ser efectuados.

5.0.1. Salidas Aeropuertos Canarias con operaciones FRA

La mayor parte de las aeronaves que hacen uso del espacio aéreo FRA efectúan las salidas de los siguientes aeropuertos de la red canaria:

- Aeropuerto Internacional de Tenerife Sur-Reina Sofía (GCTS).
- Aeropuerto Internacional de Tenerife Norte Ciudad de La Laguna (GCXO).

-
- Aeropuerto Internacional de La Palma (GCLA).
 - Aeropuerto de Gran Canaria (GCLP).
 - Aeropuerto de Fuerteventura (GCFV).
 - Aeropuerto Internacional César Manrique-Lanzarote (GCRR).

Analizando el espacio aéreo canario es posible determinar que los puntos significativos de salida (X) del volumen FRA que serán empleados por las aeronaves son BIMBO, KONBA, SAMAR, VASTO, DESUM y KORAL.

Cabe destacar como los procedimientos SID de los aeropuertos canarios tienen salidas diseñadas para los vuelos interislas así como para los vuelos que conectan el archipiélago con el continente europeo. Los puntos finales de estas salidas finalizan en los puntos de salida X del volumen FRA correspondientes con los límites del UIR Canarias.

La Figura 5.2 muestra las salidas del Aeropuerto Internacional de Tenerife Sur-Reina Sofía el día 29 de mayo de 2022.

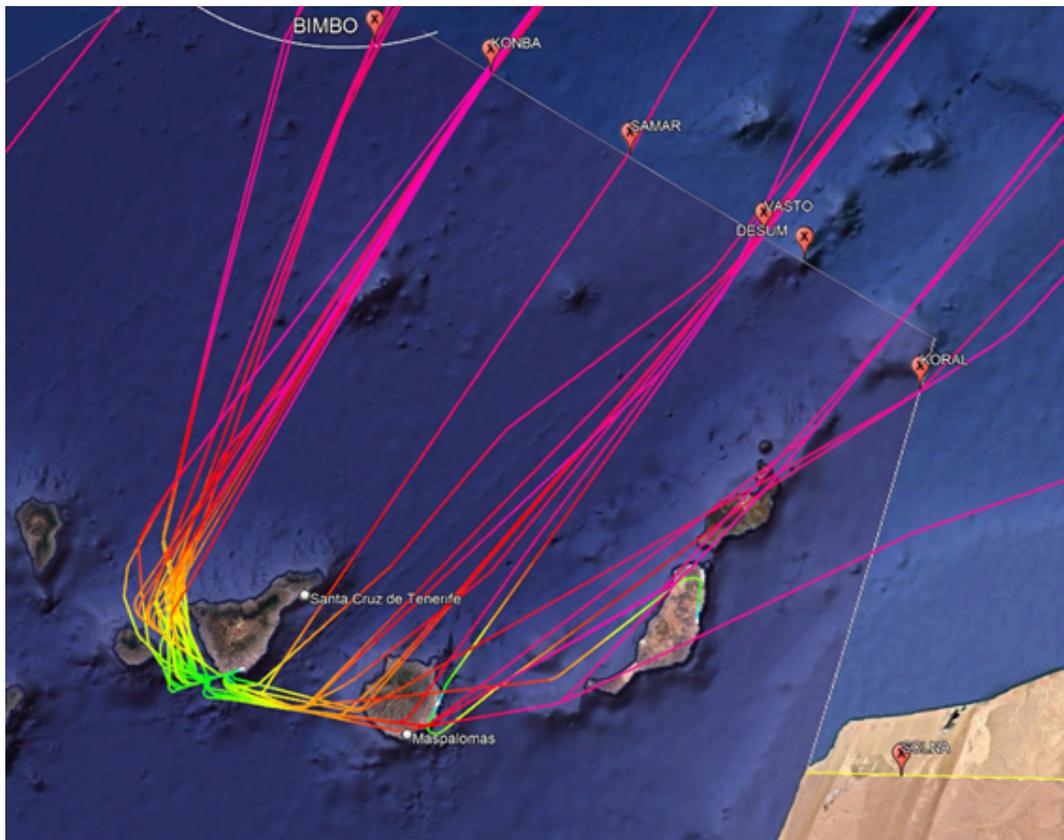


Figura 5.2: Tráficos de salida pista 25 Tenerife Sur [Elaboración propia]

Si se compara el procedimiento de salida que se encuentra publicado, Figura 5.1, con las salidas que efectúan las aeronaves, Figura 5.2, se puede observar cómo estas no se corresponden.

La diferencia entre los procedimientos publicados y los que realmente efectúan las aeronaves se debe a que estas disponen de los sistemas necesarios para poder efectuar directos sin hacer uso de las radioayudas basadas en tierra. Una vez que efectúa el despegue la aeronave el controlador aéreo le permite efectuar un directo para reducir la distancia volada.

Es por ello por lo que se propone efectuar un rediseño de los procedimientos de salida de los aeropuertos canarios en los que operan aeronaves que hacen uso del espacio aéreo FRA.

A la hora de efectuar el rediseño de los procedimientos SID se ha tenido en cuenta que se cumple con el margen de franqueamiento de obstáculos ya que los tramos que se desarrollan sobre el terreno son los mismos que aparecen publicados en el procedimiento SID. Del mismo modo, la mayor parte de los procedimientos se desarrollan sobre el océano, por lo que se cumple con el franqueamiento de obstáculos.

Por otra parte, los procedimientos se han diseñado teniendo en cuenta que las aeronaves requieren de aprobación RNAV1 y que cuentan con equipos compatibles para las operaciones GNSS.

Con los nuevos procedimientos SID propuestos se busca reducir las distancias en la fase de salida de las aeronaves que hacen uso del espacio aéreo canario. Esto supone una reducción en los costes de operación de los usuarios en materia tasas de ruta, consumo de combustible así como una reducción de las emisiones de CO_2 .

En caso de no disponer de los sistemas necesarios para efectuar las salidas diseñadas, los usuarios pueden hacer uso de los procedimientos publicados actualmente pues estos no se eliminan.

A continuación, se procede a analizar los procedimientos de salida propuestos comparándolos con los procedimientos convencionales ya implementados en los aeropuertos canarios. Las cartas donde se introducen los procedimientos optimizados se incluyen en la Parte II: Cartas aeronáuticas.

5.0.2. Comparación de los procedimientos convencionales de salida con los propuestos

5.0.2.1. Aeropuerto de Tenerife Sur

Las salidas de los tráficos procedentes del Aeropuerto de Tenerife Sur se dividen entre las pistas 07 y 25. Los procedimientos SID publicados para ambas pistas tienen la peculiaridad de que se desarrollan sobre el océano por lo que a la hora de rediseñar el procedimiento se tienen garantías de que se cumple con el franqueamiento de obstáculos.

La Figura 5.2 recoge una muestra de las salidas efectuadas por las pista 25 del Aeropuerto de Tenerife Sur. Como se puede comprobar, es posible rediseñar el procedimiento adaptándose al efectuado en la actualidad por las aeronaves.

La Tabla 5.1 compara la longitud de los procedimientos de salida propuestos para la pista 25 del Aeropuerto de Tenerife Sur.

Salida	Procedimiento actual [NM]	Procedimiento optimizado [NM]
BIMBO8E	224	217
KONBA8E	219	215,1
SAMAR8E	226	209,3
VASTO7E	234	217
KORAL2E	238	232,4

Tabla 5.1: Procedimientos de salida pista 25 Aeropuerto Tenerife Sur

La longitud de los procedimientos de salida son los que se muestran en la Tabla 5.2.

Salida	Procedimiento actual [NM]	Procedimiento optimizado [NM]
BIMBO6F	258,2	197,5
KONBA5F	253,2	205,7
SAMAR9F	272,1	228,8
VASTO8F	256,1	237
KORAL6F	262,1	251,3

Tabla 5.2: Procedimientos de salida pista 07 Aeropuerto Tenerife Sur

5.0.2.2. Aeropuerto de Tenerife Norte

El Aeropuerto de Tenerife Norte es el segundo de la islas de Tenerife y cuenta con una configuración Noroeste - Sureste. La Tabla 5.3 muestra las longitudes de los procedimientos de salida de la pista 12.

Salida	Procedimiento actual [NM]	Procedimiento optimizado [NM]
BIMBO6K	222	192,4
KONBA5K	217	187,4
SAMAR6K	224	184,4
KORAL7K	231	208,2
VASTOS5K	218	190,1

Tabla 5.3: Procedimientos de salida pista 12 Aeropuerto Tenerife Norte

La Tabla 5.4 compara las longitudes para cada uno de los procedimientos propuestos.

Salida	Procedimiento actual [NM]	Procedimiento optimizado [NM]
BIMBO6K	191,8	198
KONBA5K	197,4	193
SAMAR6K	203,2	200
KORAL7K	229	229
VASTOS5K	216	204

Tabla 5.4: Procedimientos de salida pista 30 Aeropuerto Tenerife Norte

Los cambios incluidos en los procedimientos de salida demuestran cómo es posible optimizarlos. Al reducir la extensión de los procedimientos es posible disminuir el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 de los tráficos de salida.

5.0.2.3. Aeropuerto de La Palma

La mayor parte de vuelos con origen o destino el Aeropuerto de Palma son interislas. No obstante, existen tráficos que conectan la isla con la península y con destinos en Alemania y Reino Unido.

La Figura 5.3 muestra la trayectoria que efectúan los tráficos de salida del Aeropuerto de La Palma.

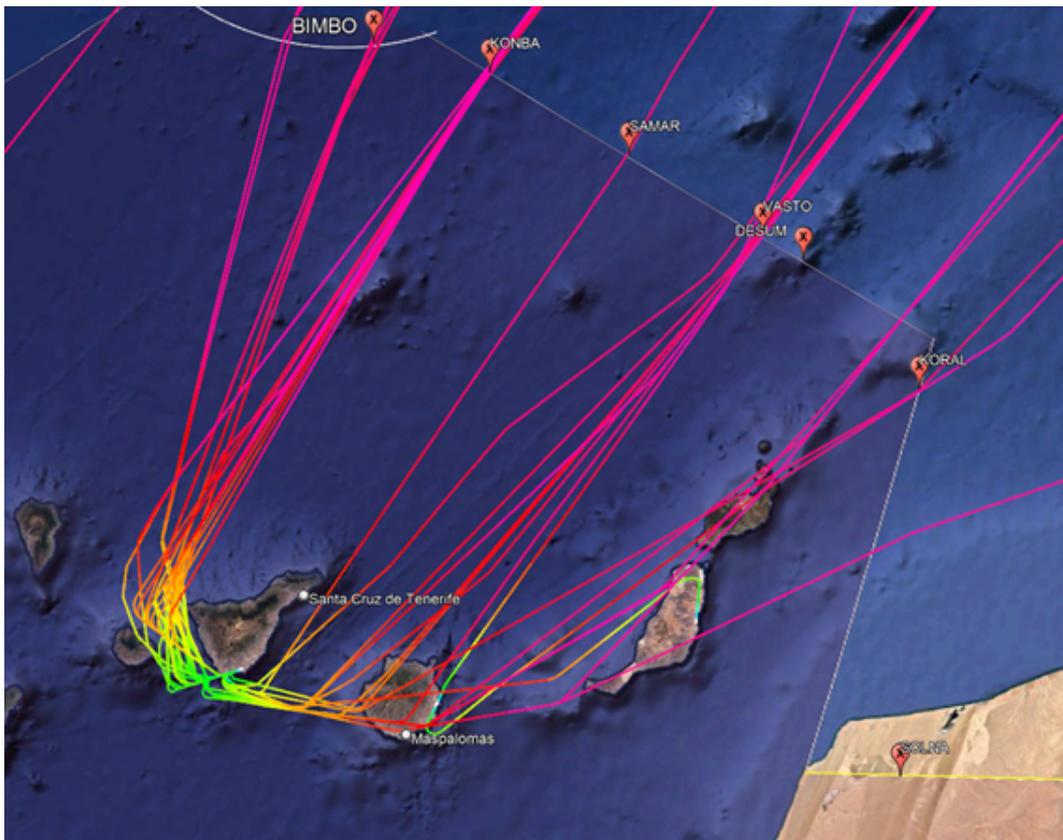


Figura 5.3: Tráficos de salida Aeropuerto de La Palma [Elaboración propia]

Al igual que en el caso del Aeropuerto de Tenerife Sur, la trayectoria de salida de las aeronaves no se corresponde con el procedimiento publicado.

La extensión del procedimiento de salida diseñado para el Aeropuerto de La Palma se muestra en la Tabla 5.5.

Salida	Procedimiento actual [NM]	Procedimiento optimizado [NM]
BIMBO6T	220	192
KONBA2T	215,3	206,3
SAMAR6T	222	247,1
KORAL7T	291	281,2
VASTOS5T	278	247,1

Tabla 5.5: Procedimientos de salida Aeropuerto La Palma

5.0.2.4. Aeropuerto de Fuerteventura

Los procedimientos optimizados para el Aeropuerto de Fuerteventura son los que conectan con los puntos significativos de salida (E) del volumen FRA, VASTO y KORAL. La Figura 5.4 muestra las trayectorias de los tráficos que efectúan la salida del aeropuerto canario.

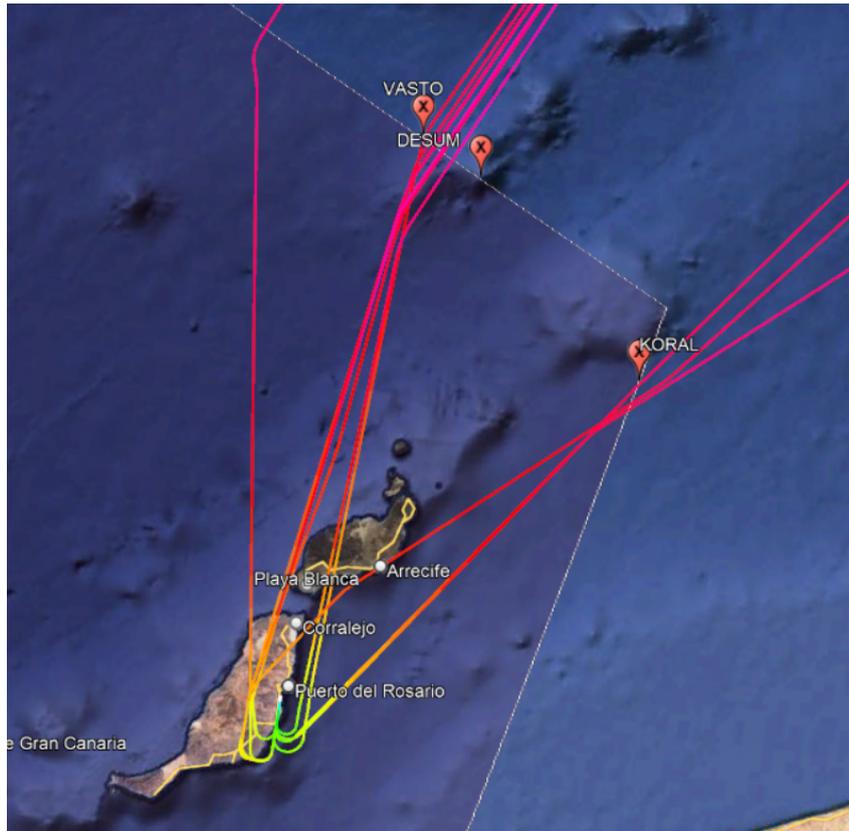


Figura 5.4: Tráficos de salida pista 19 Aeropuerto de Fuerteventura [Elaboración propia]

A partir de las trayectorias de los tráficos de salida se han propuesto las mejores en el procedimiento. La Tabla 5.6 compara la longitud del procedimiento publicado con respecto al propuesto.

Salida	Procedimiento actual [NM]	Procedimiento optimizado [NM]
VASTO	144,9	143,6
KORAL	128,6	120,5

Tabla 5.6: Procedimiento de salida pista 01 Aeropuerto de Fuerteventura

Con respecto a los procedimientos de salida de la pista 19 sólo se ha modificado el que conecta el Aeropuerto de Fuerteventura con VASTO. La Tabla 5.7 muestra la longitud del procedimiento propuesto con respecto a la salida publicada.

Salida	Procedimiento actual [NM]	Procedimiento optimizado [NM]
KORAL	121,3	119,9

Tabla 5.7: Procedimiento de salida pista 19 Aeropuerto de Fuerteventura

5.0.2.5. Aeropuerto de Lanzarote

A continuación, la Tabla 5.8 presenta la optimización que se logra al modificar el procedimiento de salida de la pista 03 del Aeropuerto de Lanzarote.

Salida	Procedimiento actual [NM]	Procedimiento optimizado [NM]
DESUM	88	90
VASTO	94	94
SAMAR	130	130
KORAL	75,82	71,5

Tabla 5.8: Procedimiento de salida pista 03 Aeropuerto de Lanzarote

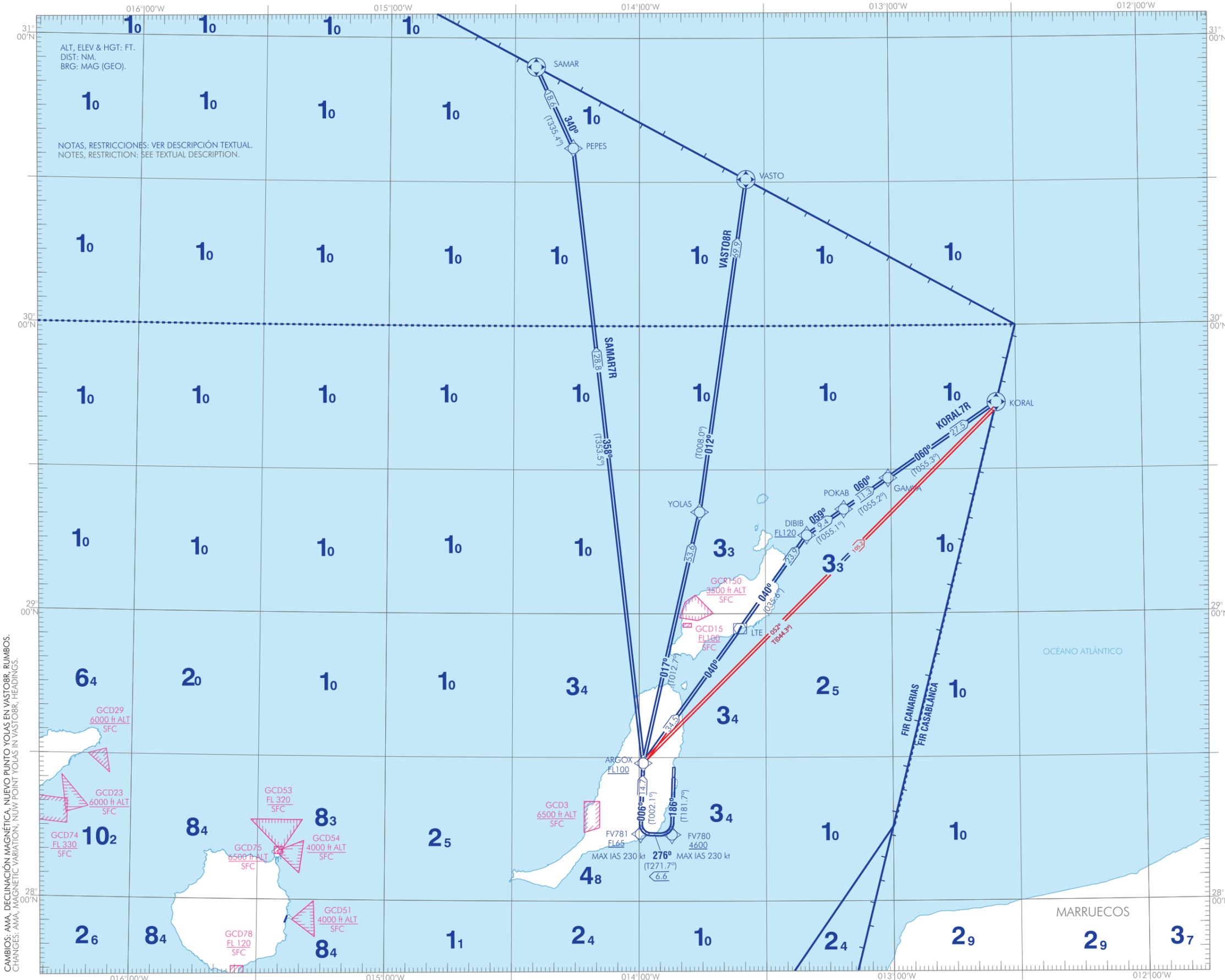
La Tabla 5.9 compara la longitud de los procedimientos propuestos con los empleados por las aeronaves en la actualidad

Salida	Procedimiento actual [NM]	Procedimiento optimizado [NM]
DESUM	111,4	91,2
VASTO	111,4	97,6

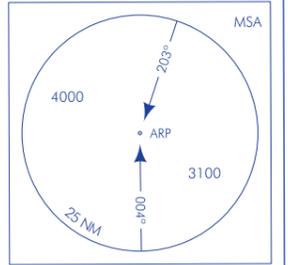
Tabla 5.9: Procedimiento de salida pista 21 Aeropuerto de Lanzarote

Capítulo 6

Parte II: Cartas aeronáuticas



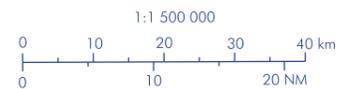
PROCEDIMIENTOS DE SALIDA
DEPARTURE PROCEDURES
RNAV1 (GNSS)
RWY 19



AD ELEV: 83 ft

Se requiere aprobación RNAV1
GNSS requerido
RNAV1 approval required.
GNSS required.

MAX IAS 250 kt hasta alcanzar FL100
MAX IAS 250 kt until reaching FL100.



CAMBIOS: AMV, DECLINACIÓN MAGNÉTICA, NUEVO PUNTO YOLAS EN VASTO8R, RUMBOS.
CHANGES: AMV, MAGNETIC VARIATION, NEW POINT YOLAS IN VASTO8R, HEADINGS.

INTENCIONADAMENTE EN BLANCO
INTENTIONALLY BLANK

FUERTEVENTURA AD
RWY 19

COORDENADAS WAYPOINTS // WAYPOINTS COORDINATES	
WAYPOINT	COORD
ARGOX	28°28'49.0"N 013°59'03.8"W
DIBIB	29°16'20.8"N 01320'09.6"W
FV780	28°13'52.1"N 01352'15.8"W
FV781	2814'03.3"N 013°59'40.6"W
GAMVA	29°28'12.3"N 013°00'41.5"W
KORAL	29°43'53.1"N 012°34'42.0"W
LTE	28°56'53.1"N 013°36'04.4"W
PEPES	30°37'04.0"N 014°15'57.0"W
POKAB	29°21'44.7"N 013°11'19.0"W
SAMAR	30°53'59.0"N 01424'56.0"W
VASTO	30°30'34.0"N 013°34'22.0"W
YOLAS	29°21'12.5"N 013°45'37.6"W

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID) RNAV1

Carta incluida en el área de reducción de velocidad de CANARIAS TMA:

IAS MAX 250 kt a FL100 o inferior excepto vuelos militares en misiones operativas o de defensa aérea o cuando sus características de operación no lo permitan.

NOTAS APLICABLES A TODAS LAS SID:

- Se requiere aprobación RNAV1.
- GNSS requerido.
- Autorización inicial atc: ascender a FL120 y esperar posterior autorización.

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID) RNAV1

Chart included in the canarias tma speed adjustment area:

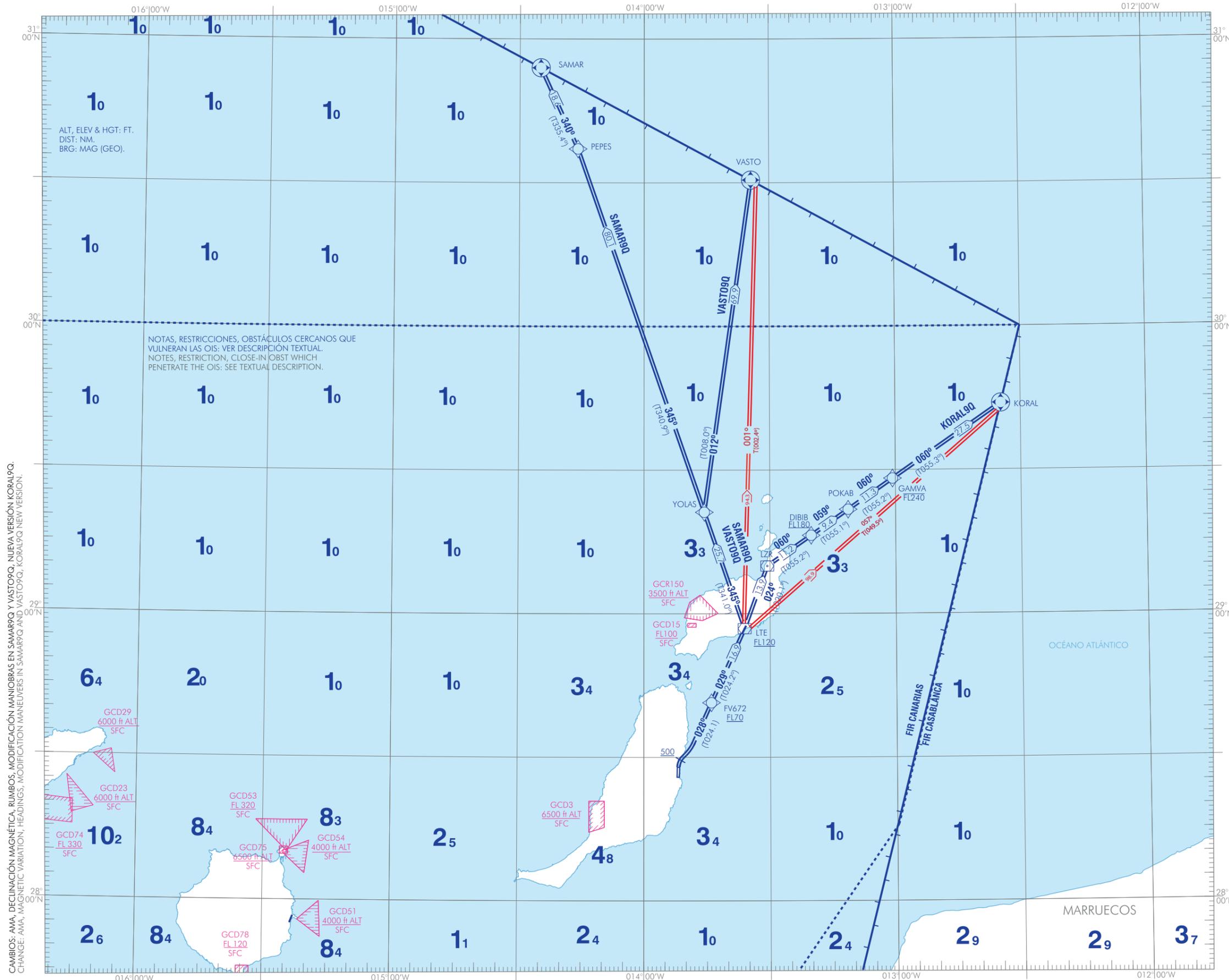
MAX IAS 250 kt at FL100 or below, except military flights on operational or air defence missions or when the operational characteristics do not allow for it.

NOTES APPLICABLE TO ALL SID:

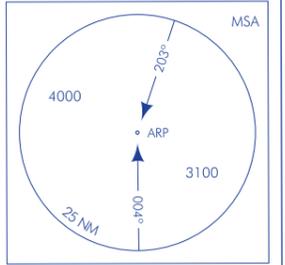
- RNAV1 approval required.
- GNSS required.
- Initial clearance: climb to FL120 and wait for further clearance.

Número de serie Serial number	Descriptor de trayectoria Path Terminator	Identificador de punto de recorrido Waypoint identifier	Sobrevuelo Fly-over	Curso/derrota Course/Track °M (°T)	Variación magnética Magnetic variation	Distancia Distance (NM)	Dirección de viraje Turn direction	Altitud Altitude (ft)	Velocidad Speed (kt)	VPA/TCH (°/ft)	Especificación de navegación Navigation specification
KORAL7R RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARGOX // Minimum climb gradient 6.0% up to ARGOX.											
001	CF	FV780	-	186 (181.7)	+4.4	-	-	+4600	-230	-	RNAV1
002	TF	FV781	-	276 (271.7)	+4.4	6.6	R	+FL65	-230	-	RNAV1
003	TF	ARGOX	-	006 (002.1)	+4.4	14.7	R	+FL100	-	-	RNAV1
004	TF	KORAL	-	052 (044.3)	+4.4	105.2	-	-	-	-	RNAV1
005	TF	DIBIB	-	040 (035.6)	+4.4	23.9	-	+FL120	-	-	RNAV1
SAMAR7R RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARGOX // Minimum climb gradient 6.0% up to ARGOX.											
001	CF	FV780	-	186 (181.7)	+4.4	-	-	+4600	-230	-	RNAV1
002	TF	FV781	-	276 (271.7)	+4.4	6.6	R	+FL65	-230	-	RNAV1
003	TF	ARGOX	-	006 (002.1)	+4.4	14.7	R	+FL100	-	-	RNAV1
004	TF	PEPES	-	358 (353.5)	+4.4	128.8	-	-	-	-	RNAV1
005	TF	SAMAR	Y	340 (335.4)	+4.4	18.6	-	-	-	-	RNAV1
VASTO8R RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARGOX // Minimum climb gradient 6.0% up to ARGOX.											
001	CF	FV780	-	186 (181.7)	+4.4	-	-	+4600	-230	-	RNAV1
002	TF	FV781	-	276 (271.7)	+4.4	6.6	R	+FL65	-230	-	RNAV1
003	TF	ARGOX	-	006 (002.1)	+4.4	14.7	R	+FL100	-	-	RNAV1
004	TF	YOLAS	-	017 (012.7)	+4.4	53.6	-	-	-	-	RNAV1
005	TF	VASTO	Y	012 (008.0)	+4.4	69.9	-	-	-	-	RNAV1

OBSTÁCULOS SIGNIFICATIVOS // SIGNIFICANT OBSTACLES					
OBSTÁCULOS OBSTACLES	RWY	LATITUD LATITUDE	LONGITUD LONGITUDE	HGT (ft)	ALT (ft)
Edificio // Building	19	28° 24' 10.8"N	013° 52' 42.2"W	27	481



PROCEDIMIENTOS DE SALIDA
DEPARTURE PROCEDURES
RNAV1 (GNSS)
RWY 01



AD ELEV: 83 ft

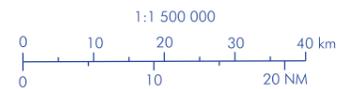
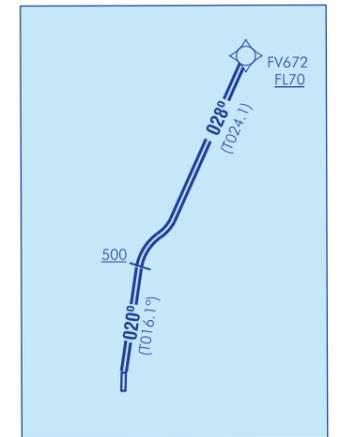
Se requiere aprobación RNAV1.

GNSS requerido.

RNAV1 approval required.

GNSS required.

IAS MAX 250 kt hasta alcanzar FL100
IAS MAX 250 kt until reaching FL100.



INTENCIONADAMENTE EN BLANCO
INTENTIONALLY BLANK

FUERTEVENTURA AD
RWY 01

COORDENADAS WAYPOINTS // WAYPOINTS COORDINATES	
WAYPOINT	COORD
DIBIB	29°16'20.8"N 013°20'09.6"W
FV672	28°41'24.8"N 013°43'58.5"W
GAMVA	29°28'12.3"N 013°00'41.5"W
KORAL	29°43'53.1"N 012°34'42.0"W
LTE	28°56'53.1"N 013°36'04.3"W
LZR	29°09'56.4"N 013°30'39.5"W
PEPES	30°37'04.0"N 014°15'57.0"W
POKAB	29°21'44.7"N 013°11'19.0"W
SAMAR	30°53'59.0"N 014°24'56.0"W
VASTO	30°30'34.0"N 013°34'22.0"W
YOLAS	29°21'12.5"N 013°45'37.6"W

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID) RNAV1

CARTA INCLUIDA EN EL ÁREA DE REDUCCION DE VELOCIDAD DE CANARIAS TMA:

IAS MAX 250 kt a FL100 o inferior excepto vuelos militares en misiones operativas o de defensa aérea o cuando sus características de operación no lo permitan.

NOTAS APLICABLES A TODAS LAS SID:

- Se requiere aprobación RNAV1.
- GNSS requerido.
- IAS MAX 250 kt hasta alcanzar FL100.
- Autorización inicial ATC: ascender a FL120 y esperar posterior autorización.

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID) RNAV1

CHART INCLUDED IN THE CANARIAS TMA SPEED ADJUSTMENT AREA:

MAX IAS 250 kt at FL100 or below, except military flights on operational or air defence missions or when the operational characteristics do not allow for it.

NOTES APPLICABLE TO ALL SID:

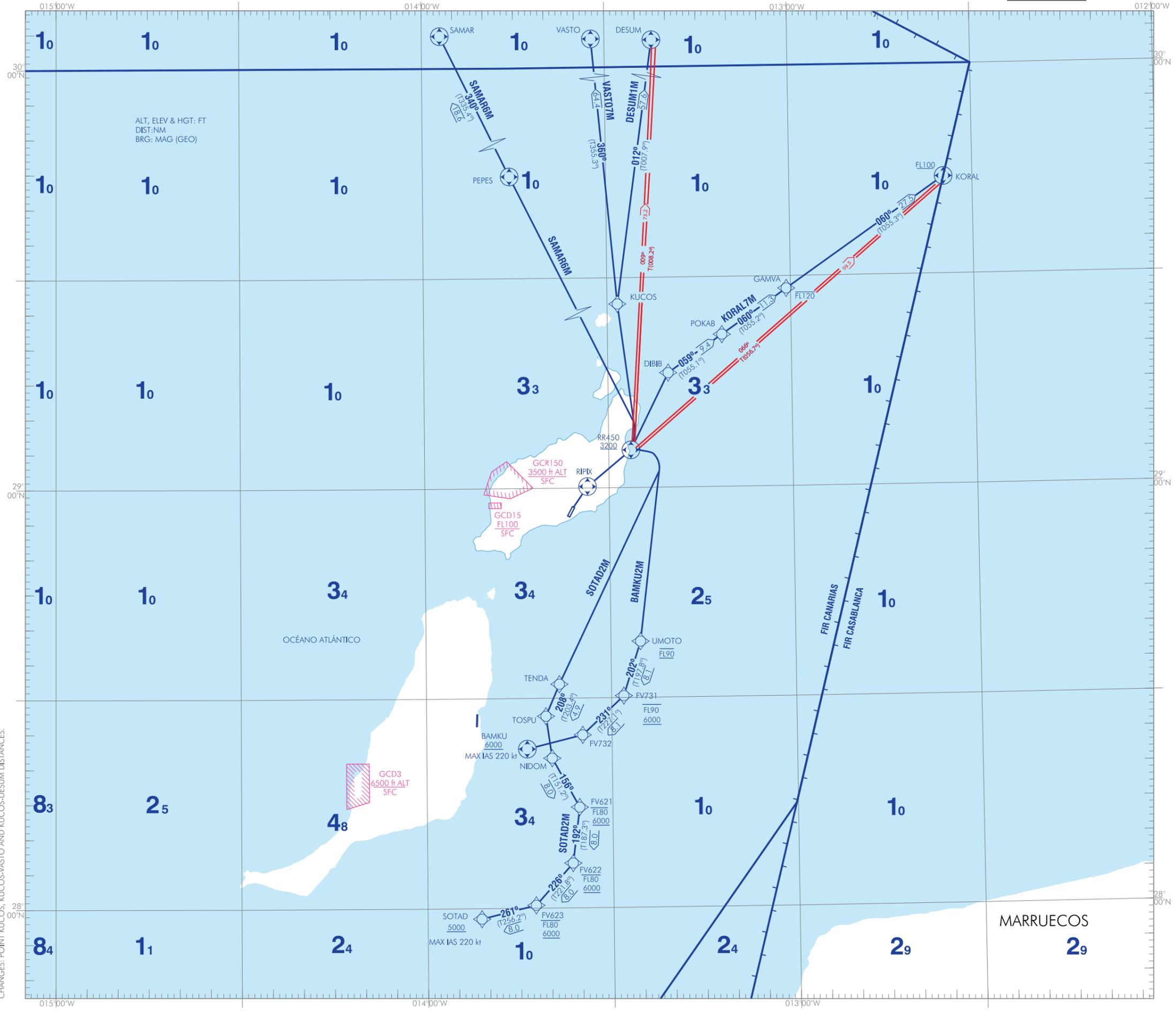
- RNAV1 approval required.
- GNSS required.
- MAX IAS 250 kt until reaching FL100.
- Initial atc clearance: climb to FL120 and wait for further clearance.

Número de serie Serial number	Descriptor de trayectoria Path Terminator	Identificador de punto de recorrido Waypoint identifier	Sobrevuelo Fly-over	Curso/derrota Course/Track °M (°T)	Variación magnética Magnetic variation	Distancia Distance (NM)	Dirección de viraje Turn direction	Altitud Altitude (ft)	Velocidad Speed (kt)	VPA/TCH (°/ft)	Especificación de navegación Navigation specification
KORAL9Q RNAV1 (GNSS) Pendiente mínima de ascenso 7.0% hasta LTE // Minimum climb gradient 7.0% up to LTE.											
001	CA	-	-	020 (016.1)	+4.4	-	-	+500	-	-	RNAV1
002	CF	FV672	-	028 (024.1)	+4.4	-	-	+FL70	-	-	RNAV1
003	TF	LTE	-	029 (024.2)	+4.4	16.9	-	+FL120	-	-	RNAV1
004	TF	KORAL	-	057 (049.5)	+4.4	98.9	-	-	-	-	RNAV1
SAMAR9Q RNAV1 (GNSS) Pendiente mínima de ascenso 7.0% hasta FL110 // Minimum climb gradient 7.0% up to FL110.											
001	CA	-	-	020 (016.1)	+4.4	-	-	+500	-	-	RNAV1
002	CF	FV672	-	028 (024.1)	+4.4	-	-	+FL70	-	-	RNAV1
003	TF	LTE	-	029 (024.2)	+4.4	16.9	-	+FL120	-	-	RNAV1
004	TF	YOLAS	-	345 (341.0)	+4.4	25.7	-	-	-	-	RNAV1
005	TF	PEPES	-	345 (340.9)	+4.4	80.1	-	-	-	-	RNAV1
006	TF	SAMAR	Y	340 (335.4)	+4.4	18.6	-	-	-	-	RNAV1
VASTO9Q RNAV1 (GNSS) Pendiente mínima de ascenso 7.0% hasta FL110 // Minimum climb gradient 7.0% up to FL110.											
001	CA	-	-	020 (016.1)	+4.4	-	-	+500	-	-	RNAV1
002	CF	FV672	-	028 (024.1)	+4.4	-	-	+FL70	-	-	RNAV1
003	TF	LTE	-	029 (024.2)	+4.4	16.9	-	+FL120	-	-	RNAV1
004	TF	VASTO	-	001 (02.4)	+4.4	94.3	-	-	-	-	RNAV1

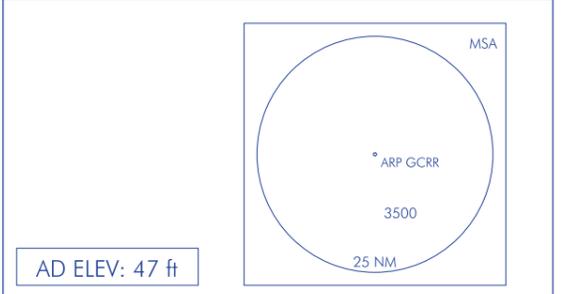


OBSTÁCULOS CERCANOS // CLOSE-IN OBSTACLES					
OBSTÁCULOS OBSTACLES	RWY	LATITUD LATITUDE	LONGITUD LONGITUDE	HGT (ft)	ALT (ft)
Valla // Fence	01	28°27'52.2"N	013°51'53.9"W	10	99
Camino // Road	01	28°27'52.7"N	013°51'52.3"W	16	99
Camino // Road	01	28°27'52.9"N	013°51'51.9"W	16	98

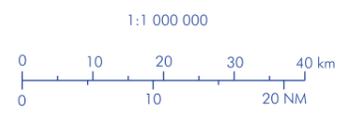
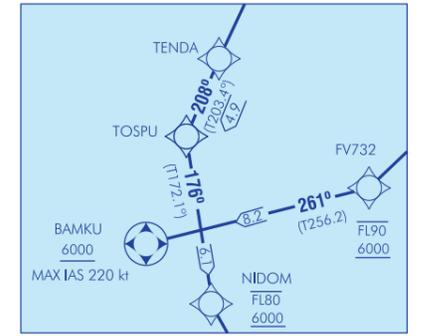
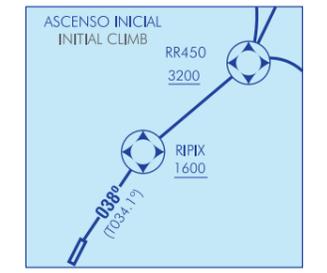
OBSTÁCULOS SIGNIFICATIVOS // SIGNIFICANT OBSTACLES					
OBSTÁCULOS OBSTACLES	RWY	LATITUD LATITUDE	LONGITUD LONGITUDE	HGT (ft)	ALT (ft)
Grúa // Crane	01	28°29'31.3"N	013°51'19.0"W	-	272



CAMBIOS: PUNTO KUCOS, DISTANCIAS KUCOS-VASTO Y KUCOS-DESUM.
CHANGES: POINT KUCOS, KUCOS-VASTO AND KUCOS-DESUM DISTANCES.



Se requiere aprobación RNAV1
GNSS requerido
IAS MAX 250 kt hasta alcanzar FL100
Carta incluida en el área de reducción de velocidad de Canarias
TMA: IAS MAX 250 kt a FL100 o BLW EXC MIL FLT en misiones operativas o de defensa aérea o cuando sus características de operación no lo permitan.
Notas, restricciones, o bstáculos cercanos que vulneran las OIS:
Ver descripción textual.
RNAV1 approval required.
GNSS Required.
MAX IAS 250 kt until reaching FL100
Chart included in the Canarias TMA speed adjustment area:
MAX IAS 250 kt at FL100 or BLW, EXC MIL FLT on operational or air defence missions or when the operational characteristics do not allow for it.
Notes, restrictions, close-in obstacles which penetrate the OIS:
See textual description.



INTENCIONADAMENTE EN BLANCO
INTENTIONALLY BLANK

LANZAROTE/César Manrique Lanzarote AD
RWY 03

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID) RNAV1 (GNSS)
STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID) RNAV1 (GNSS)

COORDENADAS WAYPOINTS // WAYPOINTS COORDINATES	
WPT	COORD
BAMKU	28°22'46.3"N 013°43'44.6"W
DESUM	30°23'23.8"N 013°19'06.8"W
DIBIB	29°16'20.8"N 013°20'09.6"W
FV621	28°14'24.1"N 013°35'21.1"W
FV622	28°06'24.5"N 013°36'30.2"W
FV623	28°00'25.6"N 013°42'31.8"W
FV731	28°30'16.3"N 013°28'00.8"W
FV732	28°24'43.8"N 013°34'44.8"W
GAMVA	29°28'12.3"N 013°00'41.5"W
KORAL	29°43'53.1"N 012°34'42.0"W
KUCOS	29°26'15.0"N 013°28'19.0"W
NIDOM	28°21'26.3"N 013°39'43.2"W
PEPES	30°37'04.0"N 014°15'57.0"W
POKAB	29°21'44.7"N 013°11'19.0"W
RIPIX	29°00'12.8"N 013°33'31.3"W
RR450	29°05'22.9"N 013°26'22.9"W
SAMAR	30°53'59.0"N 014°24'56.0"W
SOTAD	27°58'30.7"N 013°51'18.5"W
TENDA	28°32'00.0"N 013°38'26.4"W
TOSPU	28°27'26.8"N 013°40'40.1"W
UMOTO	28°38'02.0"N 013°25'12.0"W
VASTO	30°30'34.0"N 013°34'22.0"W

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID)

PISTA 03

NOTAS APLICABLES A TODAS LAS SID:

- Se requiere aprobación RNAV1
- GNSS requerido
- CONTROL DE VELOCIDAD
 - IAS MAX 250 kt hasta abandonar FL100.
- Pendiente mínima de ascenso 7.2% hasta RIPIX.

NOTAS:

- DESUM1M, KORAL7M, SAMAR6M, VASTO7M: autorización inicial ATC: ascender a FL120 y esperar posterior autorización.
- BAMKU2M, SOTAD2M: autorización inicial ATC: ascender a 4000 ft y esperar posterior autorización.

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID)

RUNWAY 03

NOTES APPLICABLE TO ALL SID:

- RNAV1 approval required.
- GNSS required.
- SPEED CONTROL:
 - MAX IAS 250 kt until leaving FL100.
- Minimum climb gradient 7.2% up to RIPIX.

NOTES:

- DESUM1M, KORAL7M, SAMAR6M, VASTO7M: initial ATC clearance: climb to FL120 and await further clearance.
- BAMKU2M, SOTAD2M: initial ATC clearance: climb to 4000 ft and await further clearance.

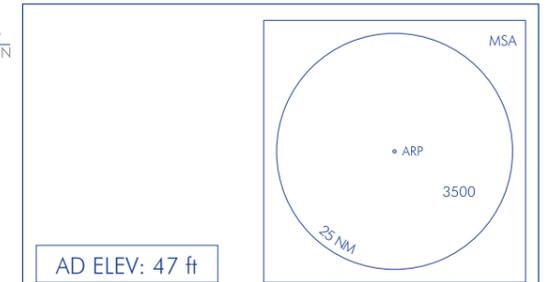
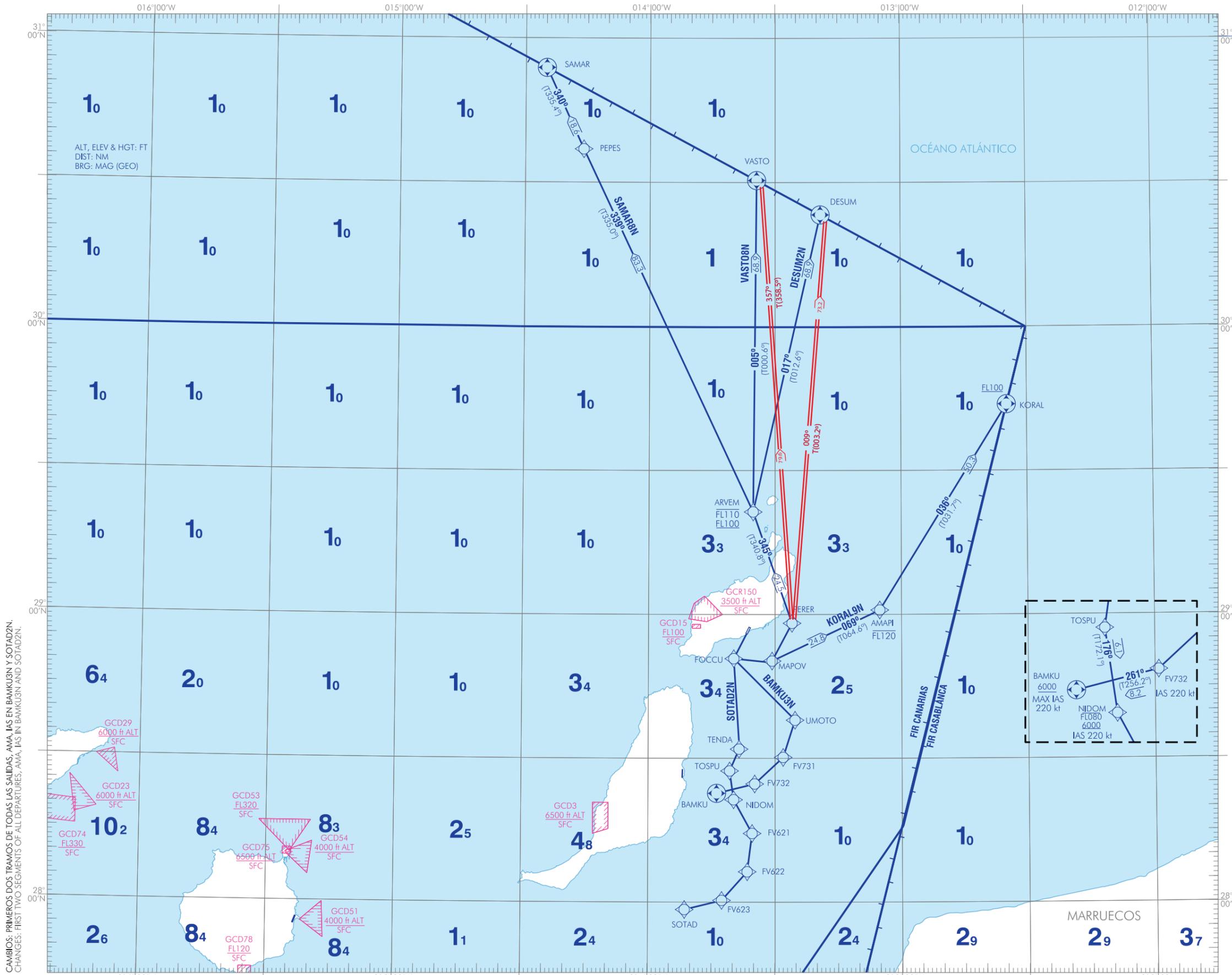
Número de serie Serial number	Descriptor de trayectoria Path Terminator	Identificador de punto de recorrido Waypoint identifier	Sobrevuelo Fly-over	Curso/Derrota Course/Track °M (°T)	Variación magnética Magnetic variation	Distancia Distance (NM)	Dirección de viraje Turn direction	Altitud Altitude (ft)	Velocidad Speed (kt)	VPA/TCH (°/ft)	Especificación de navegación Navigation specification
BAMKU2M RNAV1											
001	CF	RIPIX	Y	038 (034.1)	+4.4	-	-	+1600	-	-	RNAV1
002	DF	RR450	Y	-	+4.4	-	-	+3200	-	-	RNAV1
003	DF	UMOTO	-	-	+4.4	-	R	@FL90	220	-	RNAV1
004	TF	FV731	-	202 (197.8)	+4.4	8.1	-	+6000 -FL90	220	-	RNAV1
005	TF	FV732	-	231 (227.1)	+4.4	8.1	-	+6000 -FL90	220	-	RNAV1
006	TF	BAMKU	Y	261 (256.2)	+4.4	8.2	-	+6000	-220	-	RNAV1
DESUM1M RNAV 1											
001	CF	RIPIX	Y	038 (034.1)	+4.4	-	-	+1600	-	-	RNAV 1
002	DF	RR450	Y	-	+4.4	-	-	+3200	-	-	RNAV 1
003	DF	KUCOS	-	-	+4.4	-	-	-	-	-	RNAV 1
→ 004	TF	DESUM	Y	012 (007.9)	+4.4	57.6	-	-	-	-	RNAV 1
KORAL7M RNAV1											
001	CF	RIPIX	Y	038 (034.1)	+4.4	-	-	+1600	-	-	RNAV1
002	DF	RR450	Y	-	+4.4	-	-	+3200	-	-	RNAV1
003	DF	DIBIB	-	-	+4.4	-	-	-	-	-	RNAV1
004	TF	POKAB	-	059 (055.1)	+4.4	9.4	-	-	-	-	RNAV1
005	TF	GAMVA	-	060 (055.2)	+4.4	11.3	-	-FL120	-	-	RNAV1
006	TF	KORAL	Y	060 (055.3)	+4.4	27.5	-	+FL100	-	-	RNAV1
SAMAR6M RNAV1											
001	CF	RIPIX	Y	038 (034.1)	+4.4	-	-	+1600	-	-	RNAV1
002	DF	RR450	Y	-	+4.4	-	-	+3200	-	-	RNAV1
003	DF	PEPES	Y	-	+4.4	-	-	-	-	-	RNAV1
004	TF	SAMAR	Y	340 (335.4)	+4.4	18.6	-	-	-	-	RNAV1
SOTAD2M RNAV1											
001	CF	RIPIX	Y	038 (034.1)	+4.4	-	-	+1600	-	-	RNAV1
002	DF	RR450	Y	-	+4.4	-	-	+3200	-	-	RNAV1
003	DF	TENDA	-	-	+4.4	-	R	-	-	-	RNAV1
004	TF	TOSPU	-	208 (203.4)	+4.4	4.9	-	-	-	-	RNAV1
005	TF	NIDOM	-	176 (172.1)	+4.4	6.1	-	+6000 -FL80	220	-	RNAV1
006	TF	FV621	-	156 (151.2)	+4.4	8.0	-	+6000 -FL80	220	-	RNAV1
007	TF	FV622	-	192 (187.3)	+4.4	8.0	-	+6000 -FL80	220	-	RNAV1
008	TF	FV623	-	226 (221.8)	+4.4	8.0	-	+6000 -FL80	220	-	RNAV1
009	TF	SOTAD	-	261 (256.2)	+4.4	8.0	-	+5000	-220	-	RNAV1
VASTO7M RNAV1											
001	CF	RIPIX	Y	038 (034.1)	+4.4	-	-	+1600	-	-	RNAV1
002	DF	RR450	Y	-	+4.4	-	-	+3200	-	-	RNAV1
003	DF	KUCOS	-	-	+4.4	-	-	-	-	-	RNAV1
004	TF	VASTO	Y	360 (355.3)	+4.4	64.4	-	-	-	-	RNAV1

OBSTÁCULOS CERCANOS // CLOSE-IN OBSTACLES					
OBSTÁCULOS OBSTACLES	RWY	LATITUD LATITUDE	LONGITUD LONGITUDE	HGT (ft)	ALT (ft)
Cartel // Board	03	28°57'27.3"N	013°36'00.1"W	40	107
Farola // Lamppost	03	28°57'25.1"N	013°36'00.9"W	18	88
Luz de obstáculo // Obstacle light	03	28°57'23.4"N	013°36'02.2"W	11	72
Edificio // Building	03	28°57'25.3"N	013°36'01.3"W	22	85
Árbol // Tree	03	28°57'23.8"N	013°35'58.6"W	28	84
Farola // Lamppost	03	28°57'26.6"N	013°36'00.3"W	26	92
Árbol // Tree	03	28°57'17.5"N	013°35'43.2"W	48	84
Farola // Lamppost	03	28°57'26.7"N	013°35'59.3"W	28	92
Farola // Lamppost	03	28°57'25.8"N	013°35'59.2"W	27	88
Farola // Lamppost	03	28°57'26.3"N	013°35'59.2"W	27	90
Tendido eléctrico // Electricity Pylon	03	28°57'33.4"N	013°35'59.1"W	41	123
Edificio // Building	03	28°57'27.5"N	013°35'59.1"W	26	93
Farola // Lamppost	03	28°57'26.0"N	013°35'58.1"W	28	86
Señal // Signal	03	28°57'23.9"N	013°36'00.2"W	16	74
Farola // Lamppost	03	28°57'26.5"N	013°35'58.1"W	28	87
Farola // Lamppost	03	28°57'26.9"N	013°35'58.2"W	28	89
Carretera // Road	03	28°57'24.5"N	013°36'00.5"W	16	76
Chimenea en edificio // Chimney on building	03	28°57'31.5"N	013°35'59.2"W	36	104
Farola // Lamppost	03	28°57'17.3"N	013°35'49.6"W	35	67
Edificio // Building	03	28°57'31.6"N	013°35'59.2"W	35	103
Cartel // Board	03	28°57'27.6"N	013°35'58.3"W	26	89
Edificio // Building	03	28°57'30.9"N	013°35'58.6"W	31	99
Árbol // Tree	03	28°57'23.8"N	013°35'59.0"W	18	75
Edificio // Building	03	28°57'27.7"N	013°35'58.1"W	25	88
Orografía // Orography	03	28°57'56.0"N	013°35'46.0"W	0	191
Árbol // Tree	03	28°57'17.9"N	013°35'46.5"W	38	73
Orografía // Orography	03	28°57'37.6"N	013°35'55.5"W	0	117
Farola // Lamppost	03	28°57'17.9"N	013°35'49.6"W	34	68
Antena en edificio // Antenna on building	03	28°57'28.2"N	013°35'22.2"W	64	126
Farola // Lamppost	03	28°57'39.8"N	013°35'19.4"W	33	158
Farola // Lamppost	03	28°57'40.6"N	013°35'19.4"W	30	158
Farola // Lamppost	03	28°57'39.0"N	013°35'18.7"W	31	155
Antena en edificio // Antenna on building	03	28°57'15.5"N	013°35'39.5"W	34	73
Árbol // Tree	03	28°57'35.5"N	013°35'17.3"W	44	147
Chimenea en edificio // Chimney on building	03	28°57'51.4"N	013°35'13.6"W	22	190
Poste // Pole	03	28°57'55.0"N	013°35'15.8"W	22	196
Poste // Pole	03	28°57'54.9"N	013°35'14.6"W	22	196
Antena en edificio // Antenna on building	03	28°57'55.8"N	013°35'10.0"W	20	203
Poste // Pole	03	28°57'43.5"N	013°35'18.6"W	31	163
Árbol // Tree	03	28°57'43.3"N	013°35'19.5"W	31	162
Farola // Lamppost	03	28°57'25.8"N	013°35'35.4"W	41	102
Poste // Pole	03	28°57'54.7"N	013°35'11.4"W	23	196
Luz de obstáculo // Obstacle light	03	28°57'23.5"N	013°36'00.5"W	11	69
Farola // Lamppost	03	28°57'25.9"N	013°35'33.8"W	41	103
Cartel // Board	03	28°57'27.1"N	013°35'44.2"W	41	95
Farola // Lamppost	03	28°57'25.6"N	013°35'38.5"W	41	98
Farola // Lamppost	03	28°57'22.5"N	013°35'49.7"W	34	78

OBSTÁCULOS OBSTACLES	RWY	LATITUD LATITUDE	LONGITUD LONGITUDE	HGT (ft)	ALT (ft)
Árbol // Tree	03	28° 57' 33.7"N	013° 35' 17.0"W	45	138
Orografía // Orography	03	28° 57' 59.7"N	013° 35' 14.1"W	0	200
Farola // Lamppost	03	28° 57' 26.0"N	013° 35' 32.6"W	48	104
Farola // Lamppost	03	28° 57' 25.2"N	013° 35' 44.7"W	41	90
Edificio // Building	03	28° 57' 39.6"N	013° 35' 19.6"W	28	149
Orografía // Orography	03	28° 57' 56.4"N	013° 35' 04.0"W	0	200
Edificio // Building	03	28° 57' 51.3"N	013° 35' 14.4"W	13	180
Antena en edificio // Antenna on building	03	28° 57' 43.8"N	013° 35' 19.9"W	26	157
Orografía // Orography	03	28° 57' 44.0"N	013° 35' 51.1"W	0	125
Antena en edificio // Antenna on building	03	28° 57' 28.7"N	013° 35' 43.9"W	42	98
Orografía // Orography	03	28° 57' 55.3"N	013° 35' 53.9"W	0	213
Orografía // Orography	03	28° 58' 00.8"N	013° 35' 41.8"W	0	207
Orografía // Orography	03	28° 57' 39.9"N	013° 35' 56.8"W	0	121
Orografía // Orography	03	28° 58' 03.1"N	013° 35' 28.8"W	0	203
Orografía // Orography	03	28° 57' 39.9"N	013° 35' 56.8"W	0	121
Orografía // Orography	03	28° 58' 03.1"N	013° 35' 28.8"W	0	203

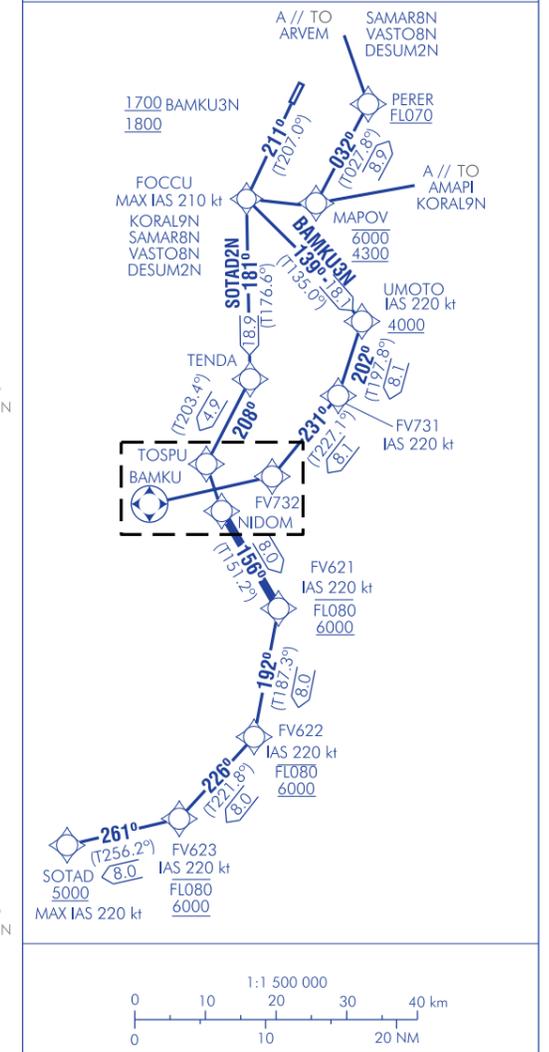
OBSTÁCULOS SIGNIFICATIVOS // SIGNIFICANT OBSTACLES

OBSTÁCULOS OBSTACLES	RWY	LATITUD LATITUDE	LONGITUD LONGITUDE	HGT (ft)	ALT (ft)
Luz de obstáculo // Obstacle light	03	29° 00' 06.7"N	013° 34' 34.0"W	13	1092
Orografía // Orography	03	28° 58' 14.4"N	013° 35' 49.9"W	0	374
Orografía // Orography	03	28° 58' 13.7"N	013° 35' 43.7"W	0	379
Orografía // Orography	03	28° 58' 01.2"N	013° 35' 53.2"W	0	285
Orografía // Orography	03	28° 58' 00.3"N	013° 35' 53.4"W	0	276
Orografía // Orography	03	28° 57' 56.1"N	013° 35' 53.7"W	0	226



Se requiere aprobación RNAV1.
GNSS requerido.
IAS MAX 250 kt hasta alcanzar FL100.
Carta incluida en el Área de reducción de velocidad de TMA CANARIAS: IAS MAX 250 Kt a FL100 o BLW, EXC MIL FLT en misiones operativas o de defensa aérea cuando sus características de operación no lo permitan.
Notas, restricciones, obstáculos cercanos que vulneran las OIS: Ver descripción textual.

RNAV1 approval required.
GNSS Required.
MAX IAS 250 kt until reaching FL100.
Chart included in the TMA CANARIAS Speed Adjustment Area: MAX IAS 250 Kt at FL100 or BLW, EXC MIL FLT on operational or air defence missions or when the operational characteristics do not allow for it.
Notes, restrictions, close-in obstacles which penetrate the OIS: See textual description.



CAMBIOS: PRIMEROS DOS TRAMOS DE TODAS LAS SALIDAS; AMA, IAS EN BAMKU3N Y SOTAD2N.
CHANGES: FIRST TWO SEGMENTS OF ALL DEPARTURES; AMA, IAS IN BAMKU3N AND SOTAD2N.

INTENCIONADAMENTE EN BLANCO
INTENTIONALLY BLANK

LANZAROTE/César Manrique Lanzarote AD

COORDENADAS WAYPOINTS // WAYPOINTS COORDINATES	
WPT	COORD
AMAPI	29°00'59.5"N 013°05'04.5"W
ARVEM	29°21'28.5"N 013°35'08.5"W
BAMKU	28°22'46.3"N 013°43'44.6"W
DESUM	30°23'23.8"N 013°19'06.8"W
FOCCU	28°50'52.0"N 013°39'42.5"W
FV621	28°14'24.1"N 013°35'21.1"W
FV622	28°06'24.5"N 013°36'30.2"W
FV623	28°00'25.6"N 013°42'31.8"W
FV731	28°30'16.3"N 013°28'00.8"W
FV732	28°24'43.8"N 013°34'44.8"W
KORAL	29°43'53.1"N 012°34'42.0"W
MAPOV	28°50'22.4"N 013°30'38.1"W
NIDOM	28°21'26.3"N 013°39'43.2"W
PEPES	30°37'03.9"N 014°15'57.0"W
PERER	28°58'15.1"N 013°25'54.4"W
SAMAR	30°53'59.0"N 014°24'56.0"W
SOTAD	27°58'30.7"N 013°51'18.5"W
TENDA	28°31'59.9"N 013°38'26.4"W
TOSPU	28°27'26.8"N 013°40'40.1"W
UMOTO	28°38'01.9"N 013°25'12.0"W
VASTO	30°30'34.0"N 013°34'22.0"W

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID) RNAV1 (GNSS)

PISTA 21

NOTAS APLICABLES ATODAS LAS SID:

- Se requiere aprobación RNAV1.
- GNSS requerido.
- IAS MAX 250 kt hasta alcanzar FL100.

➔ AUTORIZACIÓN INICAL ATC:

- DESUM2N, KORAL9N, SAMAR8N, VASTO8N: Ascender a FL120 y esperar posterior autorización.
- BAMKU3N, SOTAD2N: Ascender a 4000 ft y esperar posterior autorización.

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID) RNAV1 (GNSS)

RUNWAY 21

NOTES APPLICABLE TO ALL SID:

- RNAV1 approval required.
- GNSS required.
- MAX IAS 250 kt until reaching FL100.

INITIAL ATC CLEARANCE:

- DESUM2N, KORAL9N, SAMAR8N, VASTO8N: Climb to FL120 and await further clearance.
- BAMKU3N, SOTAD2N: Climb to 4000 ft and await further clearance.

Número de serie Serial number	Descriptor de trayectoria Path Terminator	Identificador de punto de recorrido Waypoint identifier	Sobrevuelo Fly-over	Curso/derrota Course/Track °M (°T)	Variación magnética Magnetic variation	Distancia Distance (NM)	Dirección de viraje Turn direction	Altitud Altitude (ft)	Velocidad Speed (kt)	VPA/TCH (°/ft)	Especificación de navegación Navigation specification
→ BAMKU3N RNAV1 (GNSS) Pendiente mínima de ascenso 5% hasta RODIM // Minimum climb gradient 5% up to RODIM.											
001	CF	FOCCU	-	211 (207.0)	+4.4	-	-	+1700	-	5.0	RNAV1
002	TF	UMOTO	-	139 (135.0)	+4.4	18.1	-	+4000	220	3.3	RNAV1
003	TF	FV731	-	202 (197.8)	+4.4	8.1	-	-	220	-	RNAV1
004	TF	FV732	-	231 (227.1)	+4.4	8.1	-	-	220	-	RNAV1
005	TF	BAMKU	Y	261 (256.2)	+4.4	8.2	-	+6000	-220	-	RNAV1
→ DESUM2N RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6% hasta PERER // Minimum climb gradient 6% up to PERER.											
001	CF	FOCCU	-	211 (207.0)	+4,4	-	-	+1800	-210	6.1	RNAV 1
002	TF	MAPOV	-	098 (93.5)	+4,4	8.0	-	+4300 -6000	-	6.1	RNAV 1
003	TF	PERER	-	32 (027.8)	+4,4	8.9	-	+FL070	-	-	RNAV 1
004	TF	ARVEM	-	345 (340.8)	+4,4	24.5	-	+FL100 -FL110	-	-	RNAV 1
005	TF	DESUM	Y	17 (012.6)	+4,4	63.3	-	-	-	-	RNAV 1
→ KORAL9N RNAV1 (GNSS) Pendiente mínima de ascenso 6% hasta MAPOV // Minimum climb gradient 6% up to MAPOV.											
001	CF	FOCCU	-	211 (207.0)	+4.4	-	-	+1800	-210	6.1	RNAV1
002	TF	MAPOV	-	098 (93.5)	+4.4	8.0	-	+4300 -6000	-	6.1	RNAV1
003	TF	AMAPI	-	069 (064.6)	+4.4	24.8	-	-FL120	-	3.3	RNAV1
004	TF	KORAL	Y	036 (031.7)	+4.4	50.3	-	+FL100	-	3.3	RNAV1
→ SAMAR8N RNAV1 (GNSS) Pendiente mínima de ascenso 6% hasta PERER // Minimum climb gradient 6% up to PERER											
001	CF	FOCCU	-	211 (207.0)	+4.4	-	-	+1800	-210	6.1	RNAV1
002	TF	MAPOV	-	098 (93.5)	+4.4	8.0	-	+4300 -6000	-	6.1	RNAV1
003	TF	PERER	-	032 (027.8)	+4.4	8.9	-	+FL070	-	3.3	RNAV1
004	TF	ARVEM	-	345 (340.8)	+4.4	24.5	-	+FL100 -FL110	-	3.3	RNAV1
005	TF	PEPES	-	339 (335.0)	+4.4	83.3	-	-	-	3.3	RNAV1
006	TF	SAMAR	Y	340 (335.4)	+4.4	18.6	-	-	-	3.3	RNAV1
→ SOTAD2N RNAV1 (GNSS) Pendiente mínima de ascenso 5% hasta RODIM // Minimum climb gradient 5% up to RODIM.											
001	CF	FOCCU	-	211 (207.0)	+4.4	-	-	+1800	-	5.0	RNAV1
002	TF	TENDA	-	181 (176.6)	+4.4	18.9	-	-	-	3.3	RNAV1
003	TF	TOSPU	-	208 (203.4)	+4.4	4.9	-	-	-	-	RNAV1
004	TF	NIDOM	-	176 (172.1)	+4.4	6.1	-	+6000 -FL080	220	-	RNAV1
005	TF	FV621	-	156 (151.2)	+4.4	8.0	-	+6000 -FL080	220	-	RNAV1
006	TF	FV622	-	192 (187.3)	+4.4	8.0	-	+6000 -FL080	220	-	RNAV1
007	TF	FV623	-	226 (221.8)	+4.4	8.0	-	+6000 -FL080	220	-	RNAV1
008	TF	SOTAD	-	261 (256.2)	+4.4	8.0	-	+5000	-220	-	RNAV1
→ VASTO8N RNAV1 (GNSS) Pendiente mínima de ascenso 6% hasta PERER // Minimum climb gradient 6% up to PERER											
001	CF	FOCCU	-	211 (207.0)	+4.4	-	-	+1800	-210	6.1	RNAV1
002	TF	MAPOV	-	098 (93.5)	+4.4	8.0	-	+4300 -6000	-	6.1	RNAV1
003	TF	PERER	-	032 (027.8)	+4.4	8.9	-	+FL070	-	-	RNAV1
004	TF	ARVEM	-	345 (340.8)	+4.4	24.5	-	+FL100 -FL110	-	-	RNAV1
005	TF	VASTO	Y	005 (000.6)	+4.4	22.2	-	-	-	-	RNAV1

OBSTÁCULOS CERCANOS // CLOSE-IN OBSTACLES					
OBSTÁCULOS OBSTACLES	RWY	LATITUD LATITUDE	LONGITUD LONGITUDE	HGT (ft)	ALT (ft)
Antena en edificio // Antenna on building	21	28°56'05.3"N	013°36'48.1"W	31	67
Antena en edificio // Antenna on building	21	28°56'05.0"N	013°36'48.3"W	31	67
Antena en edificio // Antenna on building	21	28°56'05.0"N	013°36'47.9"W	27	59
Edificio // Building	21	28°56'05.3"N	013°36'48.1"W	22	57
Depósito // Tank	21	28°56'05.0"N	013°36'48.0"W	23	56

CARTA DE SALIDA NORMALIZADA
VUELO POR INSTRUMENTOS (SID)-OACI

TA 6000
VAR 4°24'W (2020)

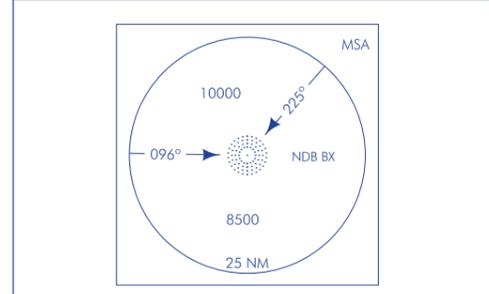
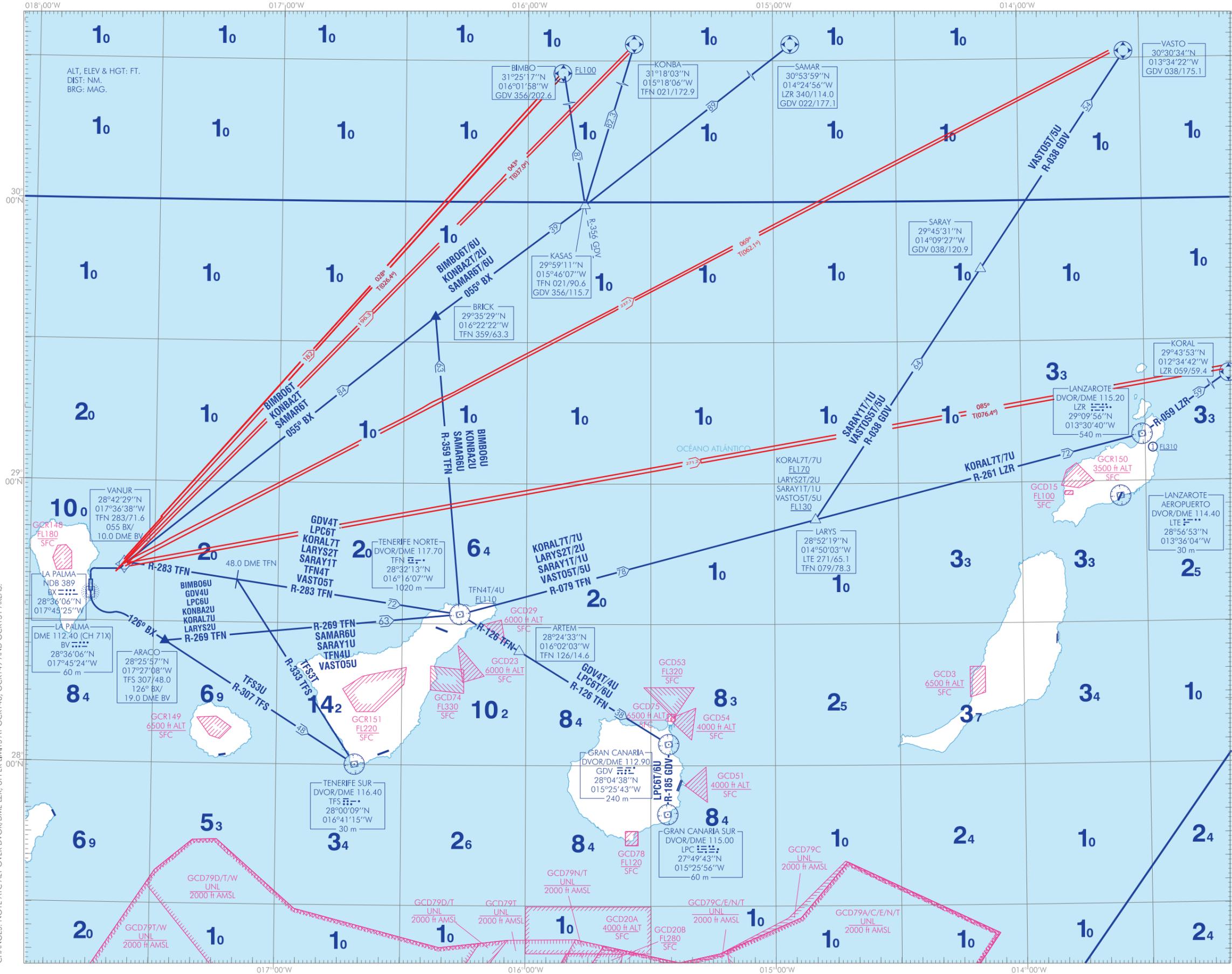
APP 126.100
TWR 118.900

RWY 18

BIMB06U GDV4U LPC6U KONBA2U
KORAL7U LARYS2U SARAR6U SARAY1U
TFN4U TFS3U VASTO5U

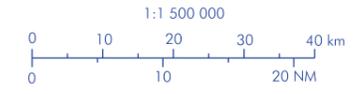
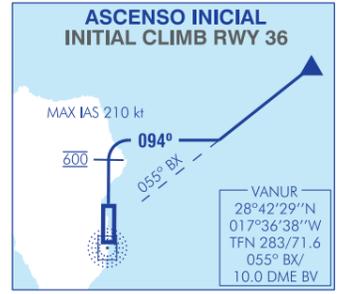
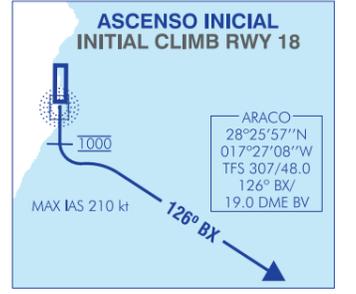
RWY 36

BIMB06T GDV4T LPC6T KONBA2T
KORAL7T LARYS2T SARAR6T SARAY1T
TFN4T TFS3T VASTO5T



NOTAS:
① ALTITUD ATC. SÓLO PARA AERONAVES CON NIVEL DE VUELO REQUERIDO FL305 O SUPERIOR EN KORAL.
- NOTAS, RESTRICCIONES Y OBST CERCANOS QUE VULNERAN LAS OIS: VER DESCRIPCIÓN TEXTUAL.
- CARTA INCLUIDA EN EL ÁREA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE CANARIAS TMA: IAS MAX 250 kt A FL100 O BLW. EXC MIL FLT EN MISIONES OPERATIVAS O DE DEFENSA AÉREA O CUANDO SUS CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN NO LO PERMITAN.

NOTES:
① ATC ALTITUDE. ONLY FOR AIRCRAFT WITH FLIGHT LEVEL FL305 OR HIGHER REQUIRED AT KORAL.
- NOTES, RESTRICTIONS AND CLOSE-IN OBST WHICH PENETRATE THE OIS: SEE TEXTUAL DESCRIPTION.
- CHART INCLUDED IN CANARIAS TMA SPEED ADJUSTMENT AREA: MAX IAS 250 kt AT FL100 OR BLW, EXC MIL FLT ON OPERATIONAL OR AIR DEFENCE MISSIONS OR WHEN THE OPERATIONAL CHARACTERISTICS DO NOT ALLOW FOR IT.



CAMBIOS: NOTA ALT SOBRE DVOR/DME LZR, LÍMITES SUPERIORES ZONAS GCRI148, GCRI149 Y GCRI151. CHANGES: NOTE ALT OVER DVOR/DME LZR, UPPER LIMITS AT GCRI148, GCRI149 AND GCRI151 AREAS.

INTENCIONADAMENTE EN BLANCO
INTENTIONALLY BLANK

LA PALMA AD

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID)

PISTA 18

NOTAS APLICABLES A TODAS LAS SID

- En caso de no poder cumplir con la pendiente mínima de ascenso, a petición del piloto y previa autorización ATC, virar a la izquierda en circuito de aeródromo, condiciones visuales (VMC), para seguir ruta magnética 126° NDB BX directo a ARACO, para integrarse en el correspondiente procedimiento de salida.
- Prohibido el viraje antes del extremo de salida de la pista (DER).

SALIDA BIMBO SEIS UNIFORM (BIMBO6U)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 1000 ft. Virar a la izquierda (IAS MAX 210 kt) para seguir ruta magnética 126° NDB BX directo a ARACO. Virar a la izquierda para interceptar y seguir R-269 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-359 TFN directo a BRICK. Virar a la derecha para interceptar y seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a KASAS. Virar a la izquierda para seguir R-356 GDV directo a cruzar BIMBO a FL100 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 10.6% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

Tramo KASAS-BIMBO: Cuando la cobertura del DVOR/DME GDV no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

SALIDA GRAN CANARIA CUATRO UNIFORM (GDV4U)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 1000 ft. Virar a la izquierda (IAS MAX 210 kt) para seguir ruta magnética 126° NDB BX directo a ARACO. Virar a la izquierda para interceptar y seguir R-269 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-126 TFN directo a ARTEM. Seguir R-126 TFN directo a DVOR/DME GDV.

Pendiente mínima de ascenso 10.6% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA GRAN CANARIA SUR SEIS UNIFORM (LPC6U)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 1000 ft. Virar a la izquierda (IAS MAX 210 kt) para seguir ruta magnética 126° NDB BX directo a ARACO. Virar a la izquierda para interceptar y seguir R-269 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-126 TFN directo a ARTEM. Seguir R-126 TFN directo a DVOR/DME GDV. Proceder por R-185 GDV directo a DVOR/DME LPC.

Pendiente mínima de ascenso 10.6% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA KONBA DOS UNIFORM (KONBA2U)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 1000 ft. Virar a la izquierda (IAS MAX 210 kt) para seguir ruta magnética 126° NDB BX directo a ARACO. Virar a la izquierda para interceptar y seguir R-269 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-359 TFN directo a BRICK. Virar a la derecha para interceptar y seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a KASAS. Virar a la izquierda para seguir R-021 TFN directo a KONBA.

Pendiente mínima de ascenso 10.6% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

➔ SALIDA KORAL SIETE UNIFORM (KORAL7U)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 1000 ft. Virar a la izquierda (IAS MAX 210 kt) para seguir ruta magnética 126° NDB BX directo a ARACO. Virar a la izquierda para interceptar y seguir R-269 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-079 TFN directo a cruzar LARYS a a FL170 o superior, para seguir R-261 LZR directo a DVOR/DME LZR a FL310 o superior. Proceder por R-059 LZR directo a KORAL.

Pendiente mínima de ascenso 10.6% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID)

RUNWAY 18

NOTES APPLICABLE TO ALL SID

- If unable to comply with the minimum climb gradient, on pilot request and only with prior ATC clearance, turn left in the aerodrome traffic circuit, visual conditions (VMC), to follow magnetic track 126° NDB BX direct to ARACO, to join the relevant departure procedure.
- No turns are permitted before the departure end of the runway (DER).

BIMBO SIX UNIFORM DEPARTURE (BIMBO6U)

Climb on runway heading until reaching 1000 ft. Turn left (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic track 126° NDB BX direct to ARACO. Turn left to intercept and follow R-269 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-359 TFN direct to BRICK. Turn right to intercept and follow magnetic track 055° NDB BX direct to KASAS. Turn left to follow R-356 GDV direct to cross BIMBO at FL100 or above.

Minimum climb gradient of 10.6% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

Segment KASAS-BIMBO: When DVOR/DME GDV coverage is not enough below FL150, radar vectoring guidance will be provided.

GRAN CANARIA FOUR UNIFORM DEPARTURE (GDV4U)

Climb on runway heading until reaching 1000 ft. Turn left (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic track 126° NDB BX direct to ARACO. Turn left to intercept and follow R-269 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-126 TFN direct to ARTEM. Follow R-126 TFN direct to DVOR/DME GDV.

Minimum climb gradient of 10.6% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

DVOR/DME GDV overflying is mandatory in order to ensure the standard separation between aircraft.

GRAN CANARIA SUR SIX UNIFORM DEPARTURE (LPC6U)

Climb on runway heading until reaching 1000 ft. Turn left (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic track 126° NDB BX direct to ARACO. Turn left to intercept and follow R-269 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-126 TFN direct to ARTEM. Follow R-126 TFN direct to DVOR/DME GDV. Proceed on R-185 GDV direct to DVOR/DME LPC.

Minimum climb gradient of 10.6% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

DVOR/DME GDV overflying is mandatory in order to ensure the standard separation between aircraft.

KONBA TWO UNIFORM DEPARTURE (KONBA2U)

Climb on runway heading until reaching 1000 ft. Turn left (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic track 126° NDB BX direct to ARACO. Turn left to intercept and follow R-269 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-359 TFN direct to BRICK. Turn right to intercept and follow magnetic track 055° NDB BX direct to KASAS. Turn left to follow R-021 TFN direct to KONBA.

Minimum climb gradient of 10.6% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

KORAL SEVEN UNIFORM DEPARTURE (KORAL7U)

Climb on runway heading until reaching 1000 ft. Turn left (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic track 126° NDB BX direct to ARACO. Turn left to intercept and follow R-269 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-079 TFN direct to cross LARYS at FL170 or above, to follow R-261 LZR direct to DVOR/DME LZR at FL310 or above. Proceed on R-059 LZR direct to KORAL.

Minimum climb gradient of 10.6% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

SALIDA LARYS DOS UNIFORM (LARYS2U)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 1000 ft. Virar a la izquierda (IAS MAX 210 kt) para seguir ruta magnética 126° NDB BX directo a ARACO. Virar a la izquierda para interceptar y seguir R-269 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL130 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 10.6% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA SAMAR SEIS UNIFORM (SAMAR6U)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 1000 ft. Virar a la izquierda (IAS MAX 210 kt) para seguir ruta magnética 126° NDB BX directo a ARACO. Virar a la izquierda para interceptar y seguir R-269 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-359 TFN directo a BRICK. Virar a la derecha para interceptar y seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a KASAS. Directo a SAMAR.

Pendiente mínima de ascenso 10.6% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA SARAY UNO UNIFORM (SARAY1U)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 1000 ft. Virar a la izquierda (IAS MAX 210 kt) para seguir ruta magnética 126° NDB BX directo a ARACO. Virar a la izquierda para interceptar y seguir R-269 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL130 o superior. Virar a la izquierda para seguir R-038 GDV directo a SARAY.

Pendiente mínima de ascenso 10.6% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

Tramo LARYS-SARAY: Cuando la cobertura del DVOR/DME GDV no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

SALIDA TENERIFE NORTE CUATRO UNIFORM (TFN4U)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 1000 ft. Virar a la izquierda (IAS MAX 210 kt) para seguir ruta magnética 126° NDB BX directo a ARACO. Virar a la izquierda para interceptar y seguir R-269 TFN directo a DVOR/DME TFN a FL110 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 10.6% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA TENERIFE SUR TRES UNIFORM (TFS3U)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 1000 ft. Virar a la izquierda (IAS MAX 210 kt) para seguir ruta magnética 126° NDB BX directo a ARACO. Seguir R-307 TFS directo a DVOR/DME TFS.

Pendiente mínima de ascenso 10.6% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA VASTO CINCO UNIFORM (VASTO5U)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 1000 ft. Virar a la izquierda (IAS MAX 210 kt) para seguir ruta magnética 126° NDB BX directo a ARACO. Virar a la izquierda para interceptar y seguir R-269 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL130 o superior. Virar a la izquierda para seguir R-038 GDV directo a SARAY. Seguir R-038 GDV directo a VASTO.

Pendiente mínima de ascenso 10.6% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

Tramo LARYS-VASTO: Cuando la cobertura del DVOR/DME GDV no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

PISTA 36

NOTAS APLICABLES A TODAS LAS SID

- En caso de no poder cumplir con la pendiente mínima de ascenso, a petición del piloto y previa autorización ATC, virar a la derecha en circuito de aeródromo, condiciones visuales (VMC), para seguir rumbo magnético 094°, para seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a VANUR, para integrarse en el correspondiente procedimiento de salida.
- Prohibido el viraje antes del extremo de salida de la pista (DER).

LARYS TWO UNIFORM DEPARTURE (LARYS2U)

Climb on runway heading until reaching 1000 ft. Turn left (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic track 126° NDB BX direct to ARACO. Turn left to intercept and follow R-269 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-079 TFN direct to cross LARYS at FL130 or above.

Minimum climb gradient of 10.6% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

SAMAR SIX UNIFORM DEPARTURE (SAMAR6U)

Climb on runway heading until reaching 1000 ft. Turn left (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic track 126° NDB BX direct to ARACO. Turn left to intercept and follow R-269 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-359 TFN direct to BRICK. Turn right to intercept and follow magnetic track 055° NDB BX direct to KASAS. Direct to SAMAR.

Minimum climb gradient of 10.6% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

SARAY ONE UNIFORM DEPARTURE (SARAY1U)

Climb on runway heading until reaching 1000 ft. Turn left (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic track 126° NDB BX direct to ARACO. Turn left to intercept and follow R-269 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-079 TFN direct to cross LARYS at FL130 or above. Turn left to follow R-038 GDV direct to SARAY.

Minimum climb gradient of 10.6% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

Segment LARYS-SARAY: When DVOR/DME GDV coverage is not enough below FL150, radar vectoring guidance will be provided.

TENERIFE NORTE FOUR UNIFORM DEPARTURE (TFN4U)

Climb on runway heading until reaching 1000 ft. Turn left (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic track 126° NDB BX direct to ARACO. Turn left to intercept and follow R-269 TFN direct to DVOR/DME TFN at FL110 or above.

Minimum climb gradient of 10.6% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

TENERIFE SUR THREE UNIFORM DEPARTURE (TFS3U)

Climb on runway heading until reaching 1000 ft. Turn left (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic track 126° NDB BX direct to ARACO. Follow R-307 TFS direct to DVOR/DME TFS.

Minimum climb gradient of 10.6% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

VASTO FIVE UNIFORM DEPARTURE (VASTO5U)

Climb on runway heading until reaching 1000 ft. Turn left (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic track 126° NDB BX direct to ARACO. Turn left to intercept and follow R-269 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-079 TFN direct to cross LARYS at FL130 or above. Turn left to follow R-038 GDV direct to SARAY. Follow R-038 GDV direct to VASTO.

Minimum climb gradient of 10.6% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

Segment LARYS-VASTO: When DVOR/DME GDV coverage is not enough below FL150, radar vectoring guidance will be provided.

RUNWAY 36

NOTES APPLICABLE TO ALL SID

- If unable to comply with the minimum climb gradient, on pilot request and only with prior ATC clearance, turn right in the aerodrome traffic circuit, visual conditions (VMC), to follow magnetic heading 094°, to follow magnetic track 055° NDB BX direct to VANUR, to join the relevant departure procedure.
- No turns are permitted before the departure end of the runway (DER).

SALIDA BIMBO SEIS TANGO (BIMBO6T)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 600 ft AMSL. Virar a la derecha (IAS MAX 210 kt) para seguir rumbo magnético 094°, para seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a VANUR. Seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a BRICK. Seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a KASAS. Virar a la izquierda para seguir R-356 GDV directo a BIMBO a FL100 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 6.2% hasta 5500 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

Tramo KASAS-BIMBO: Cuando la cobertura del DVOR/DME GDV no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

SALIDA GRAN CANARIA CUATRO TANGO (GDV4T)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 600 ft AMSL. Virar a la derecha (IAS MAX 210 kt) para seguir rumbo magnético 094°, para seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a VANUR. Virar a la derecha para interceptar y seguir R-283 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-126 TFN directo a ARTEM. Seguir R-126 TFN directo a DVOR/DME GDV.

Pendiente mínima de ascenso 6.2% hasta 2000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA GRAN CANARIA SUR SEIS TANGO (LPC6T)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 600 ft AMSL. Virar a la derecha (IAS MAX 210 kt) para seguir rumbo magnético 094°, para seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a VANUR. Virar a la derecha para interceptar y seguir R-283 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-126 TFN directo a ARTEM. Seguir R-126 TFN directo a DVOR/DME GDV. Proceder por R-185 GDV directo a DVOR/DME LPC.

Pendiente mínima de ascenso 6.2% hasta 2000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA KONBA DOS TANGO (KONBA2T)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 600 ft AMSL. Virar a la derecha (IAS MAX 210 kt) para seguir rumbo magnético 094°, para seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a VANUR. Seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a BRICK. Seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a KASAS. Virar a la izquierda para seguir R-021 TFN directo a KONBA.

Pendiente mínima de ascenso 6.2% hasta 5500 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

→ SALIDA KORAL SIETE TANGO (KORAL7T)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 600 ft AMSL. Virar a la derecha (IAS MAX 210 kt) para seguir rumbo magnético 094°, para seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a VANUR. Virar a la derecha para interceptar y seguir R-283 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL170 o superior, para seguir R-261 LZR directo a DVOR/DME LZR a FL310 o superior. Proceder por R-059 LZR directo a KORAL.

Pendiente mínima de ascenso 6.2% hasta 2000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA LARYS DOS TANGO (LARYS2T)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 600 ft AMSL. Virar a la derecha (IAS MAX 210 kt) para seguir rumbo magnético 094°, para seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a VANUR. Virar a la derecha para interceptar y seguir R-283 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL130 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 6.2% hasta 2000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA SAMAR SEIS TANGO (SAMAR6T)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 600 ft AMSL. Virar a la derecha (IAS MAX 210 kt) para seguir rumbo magnético 094°, para seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a VANUR. Seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a BRICK. Seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a KASAS. Directo a SAMAR.

BIMBO SIX TANGO DEPARTURE (BIMBO6T)

Climb on runway heading until reaching 600 ft AMSL. Turn right (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic heading 094°, to follow magnetic track 055° NDB BX direct to VANUR. Follow magnetic track 055° NDB BX direct to BRICK. Follow magnetic track 055° NDB BX direct to KASAS. Turn left to follow R-356 GDV direct to BIMBO at FL100 or above.

Minimum climb gradient of 6.2% up to 5500 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

Segment KASAS-BIMBO: When DVOR/DME GDV coverage is not enough below FL150, radar vectoring guidance will be provided.

GRAN CANARIA FOUR TANGO DEPARTURE (GDV4T)

Climb on runway heading until reaching 600 ft AMSL. Turn right (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic heading 094°, to follow magnetic track 055° NDB BX direct to VANUR. Turn right to intercept and follow R-283 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-126 TFN direct to ARTEM. Follow R-126 TFN direct to DVOR/DME GDV.

Minimum climb gradient of 6.2% up to 2000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

DVOR/DME GDV overflying is mandatory in order to ensure the standard separation between aircraft.

GRAN CANARIA SUR SIX TANGO DEPARTURE (LPC6T)

Climb on runway heading until reaching 600 ft AMSL. Turn right (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic heading 094°, to follow magnetic track 055° NDB BX direct to VANUR. Turn right to intercept and follow R-283 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-126 TFN direct to ARTEM. Follow R-126 TFN direct to DVOR/DME GDV. Proceed on R-185 GDV direct to DVOR/DME LPC.

Minimum climb gradient of 6.2% up to 2000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

DVOR/DME GDV overflying is mandatory in order to ensure the standard separation between aircraft.

KONBA TWO TANGO DEPARTURE (KONBA2T)

Climb on runway heading until reaching 600 ft AMSL. Turn right (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic heading 094°, to follow magnetic track 055° NDB BX direct to VANUR. Follow magnetic track 055° NDB BX direct to BRICK. Follow magnetic track 055° NDB BX direct to KASAS. Turn left to follow R-021 TFN direct to KONBA.

Minimum climb gradient of 6.2% up to 5500 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

KORAL SEVEN TANGO DEPARTURE (KORAL7T)

Climb on runway heading until reaching 600 ft AMSL. Turn right (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic heading 094°, to follow magnetic track 055° NDB BX direct to VANUR. Turn right to intercept and follow R-283 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-079 TFN direct to cross LARYS at FL170 or above, to follow R-261 LZR direct to DVOR/DME LZR at FL310 or above. Proceed on R-059 LZR direct to KORAL.

Minimum climb gradient of 6.2% up to 2000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

LARYS TWO TANGO DEPARTURE (LARYS2T)

Climb on runway heading until reaching 600 ft AMSL. Turn right (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic heading 094°, to follow magnetic track 055° NDB BX direct to VANUR. Turn right to intercept and follow R-283 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-079 TFN direct to cross LARYS at FL130 or above.

Minimum climb gradient of 6.2% up to 2000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

SAMAR SIX TANGO DEPARTURE (SAMAR6T)

Climb on runway heading until reaching 600 ft AMSL. Turn right (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic heading 094°, to follow magnetic track 055° NDB BX direct to VANUR. Follow magnetic track 055° NDB BX direct to BRICK. Follow magnetic track 055° NDB BX direct to KASAS. Direct to SAMAR.

Pendiente mínima de ascenso 6.2% hasta 5500 ft.
AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA SARAY UNO TANGO (SARAY1T)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 600 ft AMSL. Virar a la derecha (IAS MAX 210 kt) para seguir rumbo magnético 094°, para seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a VANUR. Virar a la derecha para interceptar y seguir R-283 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL130 o superior. Virar a la izquierda para seguir R-038 GDV directo a SARAY.

Pendiente mínima de ascenso 6.2% hasta 2000 ft.
AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

Tramo LARYS-SARAY: Cuando la cobertura del DVOR/DME GDV no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

SALIDA TENERIFE NORTE CUATRO TANGO (TFN4T)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 600 ft AMSL. Virar a la derecha (IAS MAX 210 kt) para seguir rumbo magnético 094°, para seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a VANUR. Virar a la derecha para interceptar y seguir R-283 TFN directo a cruzar DVOR/DME TFN a FL110 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 6.2% hasta 2000 ft.
AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA TENERIFE SUR TRES TANGO (TFS3T)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 600 ft AMSL. Virar a la derecha (IAS MAX 210 kt) para seguir rumbo magnético 094°, para seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a VANUR. Virar a la derecha para interceptar y seguir R-283 TFN hasta 48,0 DME TFN. Virar a la derecha para interceptar y seguir R-333 TFS directo a DVOR/DME TFS.

Pendiente mínima de ascenso 6.2% hasta 2000 ft.
AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA VASTO CINCO TANGO (VASTO5T)

Subir en rumbo de pista hasta alcanzar 600 ft AMSL. Virar a la derecha (IAS MAX 210 kt) para seguir rumbo magnético 094°, para seguir ruta magnética 055° NDB BX directo a VANUR. Virar a la derecha para interceptar y seguir R-283 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL130 o superior. Virar a la izquierda para seguir R-038 GDV directo a SARAY. Directo a VASTO.

Pendiente mínima de ascenso 6.2% hasta 2000 ft.
AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

Tramo LARYS-VASTO: Cuando la cobertura del DVOR/DME GDV no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

Minimum climb gradient of 6.2% up to 5500 ft.
INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

SARAY ONE TANGO DEPARTURE (SARAY1T)

Climb on runway heading until reaching 600 ft AMSL. Turn right (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic heading 094°, to follow magnetic track 055° NDB BX direct to VANUR. Turn right to intercept and follow R-283 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-079 TFN direct to cross LARYS at FL130 or above. Turn left to follow R-038 GDV direct to SARAY.

Minimum climb gradient of 6.2% up to 2000 ft.
INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

Segment LARYS-SARAY: When DVOR/DME GDV coverage is not enough below FL150, radar vectoring guidance will be provided.

TENERIFE NORTE FOUR TANGO DEPARTURE (TFN4T)

Climb on runway heading until reaching 600 ft AMSL. Turn right (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic heading 094°, to follow magnetic track 055° NDB BX direct to VANUR. Turn right to intercept and follow R-283 TFN direct to cross DVOR/DME TFN at FL110 or above.

Minimum climb gradient of 6.2% up to 2000 ft.
INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

TENERIFE SUR THREE TANGO DEPARTURE (TFS3T)

Climb on runway heading until reaching 600 ft AMSL. Turn right (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic heading 094°, to follow magnetic track 055° NDB BX direct to VANUR. Turn right to intercept and follow R-283 TFN up to 48.0 DME TFN. Turn right to intercept and follow R-333 TFS direct to DVOR/DME TFS.

Minimum climb gradient of 6.2% up to 2000 ft.
INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

VASTO FIVE TANGO DEPARTURE (VASTO5T)

Climb on runway heading until reaching 600 ft AMSL. Turn right (MAX IAS 210 kt) to follow magnetic heading 094°, to follow magnetic track 055° NDB BX direct to VANUR. Turn right to intercept and follow R-283 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-079 TFN direct to cross LARYS at FL130 or above. Turn left to follow R-038 GDV direct to SARAY. Direct to VASTO.

Minimum climb gradient of 6.2% up to 2000 ft.
INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

Segment LARYS-VASTO: When DVOR/DME GDV coverage is not enough below FL150, radar vectoring guidance will be provided.

COORDENADAS WAYPOINTS // WAYPOINTS COORDINATES	
WAYPOINT	COORD
BIMBO	31°25'17"N 016°01'58"W
KONBA	31°18'03"N 015°18'06"W
SAMAR	30°53'59"N 014°24'56"W
KASAS	29°59'11"N 015°46'07"W
SARAY	29°45'31"N 014°09'27"W
BRICK	29°35'29"N 016°22'22"W
SARAY	29°45'31"N 014°09'27"W
VASTO	30°30'34"N 013°34'22"W
KORAL	29°43'53"N 012°34'42"W
LZR	29°09'56"N 013°30'40"W
LTE	28°56'53"N 013°36'04"W
LARYS	28°52'19"N 014°50'03"W
VANUR	28°42'29"N 017°36'38"W
ARACO	28°25'57"N 017°27'08"W
TFS	28°00'09"N 016°41'15"W
TFN	28°32'13"N 016°16'07"W
ARTEM	28°24'33"N 016°02'03"W
GDV	28°04'38"N 015°25'43"
LPC	27°49'43"N 015°25'56"W

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID) RNAV1

Carta incluida en el área de reducción de velocidad de CANARIAS TMA:

IAS MAX 250 kt a FL100 o inferior excepto vuelos militares en misiones operativas o de defensa aérea o cuando sus características de operación no lo permitan.

NOTAS APLICABLES A TODAS LAS SID:

- Se requiere aprobación RNAV1.
- GNSS requerido.
- Autorización inicial atc: ascender a FL120 y esperar posterior autorización.

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID) RNAV1

Chart included in the canarias tma speed adjustment area:

MAX IAS 250 kt at FL100 or below, except military flights on operational or air defence missions or when the operational characteristics do not allow for it.

NOTES APPLICABLE TO ALL SID:

- RNAV1 approval required.
- GNSS required.
- Initial clearance: climb to FL120 and wait for further clearance.

Número de serie Serial number	Descriptor de trayectoria Path Terminator	Identificador de punto de recorrido Waypoint identifier	Sobrevuelo Fly-over	Curso/derrota Course/Track °M (°T)	Variación magnética Magnetic variation	Distancia Distance (NM)	Dirección de viraje Turn	Altitud Altitude (ft)	Velocidad Speed (kt)	VPA/TCH (°/ft)	Especificación de navegación Navigation specification
							direction				
BIMBO7R RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARGOX // Minimum climb gradient 6.0% up to ARGOX.											
1	CF	FV780	-	001 (002.1)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	VANUR	-	89 (85.3)	+4.4	9.8	R	0	-230	-	RNAV1
3	TF	BIMBO	-	028 (026.4)	+4.4	182.0	L	0	-	-	RNAV1
KONBA7R RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARGOX // Minimum climb gradient 6.0% up to ARGOX.											
1	CF	FV780	-	001 (002.1)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	VANUR	-	89 (85.3)	+4.4	9.8	R	0	-230	-	RNAV1
3	TF	KONBA	-	040 (037.5)	+4.4	196.3	L	0	-	-	RNAV1
VASTO8R RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARGOX // Minimum climb gradient 6.0% up to ARGOX.											
1	CF	FV780	-	001 (002.1)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	VANUR	-	89 (85.3)	+4.4	9.8	R	0	-230	-	RNAV1
3	TF	VASTO	-	069 (062.1)	+4.4	237.1	L	0	-	-	RNAV1
KORAL8R RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARGOX // Minimum climb gradient 6.0% up to ARGOX.											
1	CF	FV780	-	001 (002.1)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	VANUR	-	89 (85.3)	+4.4	9.8	R	0	-230	-	RNAV1
3	TF	KORAL	-	085 (076.4)	+4.4	271.2	L	0	-	-	RNAV1

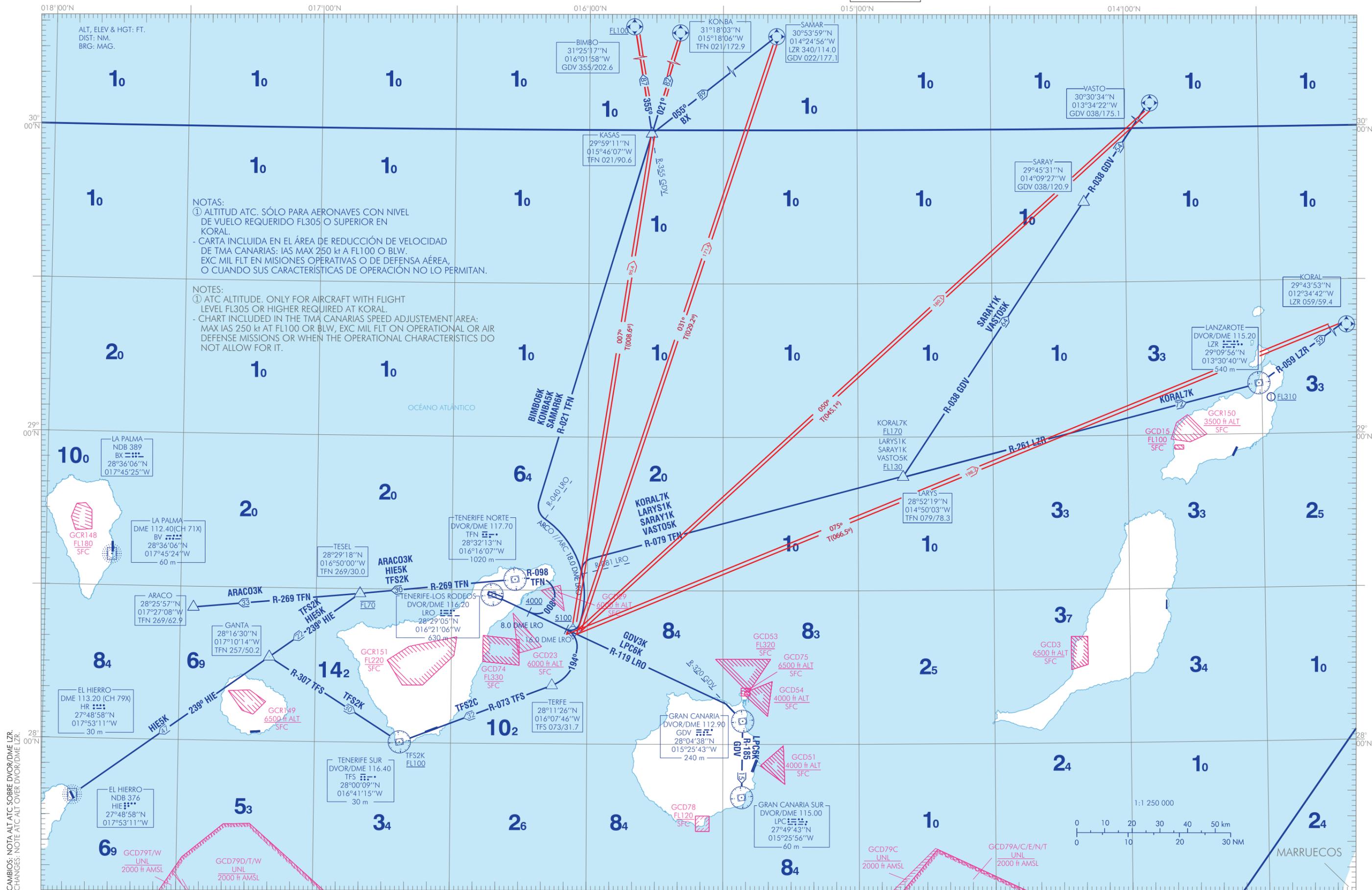
OBSTÁCULOS CERCANOS // CLOSE-IN OBSTACLES					
OBSTÁCULOS OBSTACLES	RWY	LATITUD LATITUDE	LONGITUD LONGITUDE	HGT (ft)	ALT (ft)
Terreno // Ground	18	28°36'18.6''N	017°45'30.8''W	0	265
Torre eléctrica // Electrical tower	18	28°36'20.8''N	017°45'28.7''W	71	224
Valla // Fence	18	28°36'08.3''N	017°45'31.7''W	18	254
Torre eléctrica // Electric tower	18	28°36'13.5''N	017°45'28.5''W	42	237
Terreno // Ground	18	28°36'06.2''N	017°45'34.9''W	0	256
Terreno // Ground	18	28°36'10.3''N	017°45'32.3''W	0	262
Terreno // Ground	18	28°36'12.8''N	017°45'31.4''W	0	256
Terreno // Ground	18	28°36'17.6''N	017°45'32.4''W	0	253
Terreno // Ground	18	28°36'17.7''N	017°45'29.7''W	0	230
Terreno // Ground	18	28°36'20.9''N	017°45'30.7''W	0	266
Terreno // Ground	18	28°36'25.0''N	017°45'30.8''W	0	262
Terreno // Ground	18	28°36'28.2''N	017°45'30.9''W	0	262
Terreno // Ground	18	28°36'29.9''N	017°45'30.0''W	0	266
Terreno // Ground	18	28°36'32.3''N	017°45'31.0''W	0	279
Terreno // Ground	18	28°36'34.7''N	017°45'31.1''W	0	246
Terreno // Ground	18	28°36'36.4''N	017°45'30.2''W	0	262
Caseta // Enclasure	36	28°38'24.6''N	017°45'29.8''W	9	202
Edificio // Building	36	28°38'37.2''N	017°45'32.8''W	58	166
Antena sobre edificio // Antenna on building	36	28°38'48.5''N	017°45'36.9''W	55	190
Carretera // Road	36	28°38'34.1''N	017°45'33.1''W	16	142
Chimenea sobre edificio // Chimney on building	36	28°38'48.7''N	017°45'36.7''W	44	176
Terreno // Ground	36	28°38'18.7''N	017°45'28.2''W	0	138
Terreno // Ground	36	28°38'25.2''N	017°45'30.3''W	0	167
Terreno // Ground	36	28°38'19.5''N	017°45'28.3''W	0	128
Terreno // Ground	36	28°38'24.4''N	017°45'29.3''W	0	121

CARTA DE SALIDA NORMALIZADA VUELO POR INSTRUMENTOS (SID)-OACI

TA 6000 VAR 4°24'W (2020)

APP 124.800 TWR 118.700

ARAC03K KONBA5K TFS2C BIMBO6K KORAL7K TFS2K GDV3K LARYS1K VASTO5K LPC6K SAMAR6K HIE5K SARAY1K



NOTAS:
① ALTITUD ATC. SÓLO PARA AERONAVES CON NIVEL DE VUELO REQUERIDO FL305 O SUPERIOR EN KORAL.
- CARTA INCLUIDA EN EL ÁREA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE TMA CANARIAS: IAS MAX 250 kt A FL100 O BLW. EXC MIL FLT EN MISIONES OPERATIVAS O DE DEFENSA AÉREA, O CUANDO SUS CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN NO LO PERMITAN.

NOTES:
① ATC ALTITUDE. ONLY FOR AIRCRAFT WITH FLIGHT LEVEL FL305 OR HIGHER REQUIRED AT KORAL.
- CHART INCLUDED IN THE TMA CANARIAS SPEED ADJUSTMENT AREA: MAX IAS 250 kt AT FL100 OR BLW, EXC MIL FLT ON OPERATIONAL OR AIR DEFENSE MISSIONS OR WHEN THE OPERATIONAL CHARACTERISTICS DO NOT ALLOW FOR IT.

CAMBIOS: NOTA ALT. ATC SOBRE DVOR/DME LZR. CHANGES: NOTE ATC ALT OVER DVOR/DME LZR.

INTENCIONADAMENTE EN BLANCO
INTENTIONALLY BLANK

TENERIFE NORTE/Ciudad de La Laguna AD

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID)

PISTA 12

SALIDA ARACO TRES KILO (ARACO3K). Sujeta a la actividad de GCD29.

Subir en R-119 LRO hasta 8.0 DME LRO a 4000 ft o superior. Virar a la izquierda a rumbo magnético 008º para interceptar y seguir R-098 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-269 TFN directo a TESEL. Directo a ARACO.

Pendiente mínima de ascenso 5.0% hasta 4000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar TESEL a FL70 y esperar posterior autorización.

SALIDA BIMBO SEIS KILO (BIMBO6K)

Subir en R-119 LRO hasta 16.0 DME LRO a 5100 ft o superior. Virar a la izquierda para seguir arco 18.0 DME LRO hasta interceptar R-040 LRO. Virar a la derecha para seguir R-021 TFN directo a KASAS. Virar a la izquierda para seguir R-355 GDV directo a cruzar BIMBO a FL100 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 3000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo del FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

SALIDA GRAN CANARIA TRES KILO (GDV3K)

Subir en R-119 LRO hasta interceptar y seguir R-320 GDV directo a DVOR/DME GDV.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 3000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo del FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA GRAN CANARIA SUR SEIS KILO (LPC6K)

Subir en R-119 LRO hasta interceptar y seguir R-320 GDV directo a DVOR/DME GDV. Proceder por R-185 GDV directo a DVOR/DME LPC.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 3000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA HIERRO CINCO KILO (HIE5K). Sujeta a la actividad de GCD29.

Subir en R-119 LRO hasta 8.0 DME LRO a 4000 ft o superior. Virar a la izquierda a rumbo magnético 008º para interceptar y seguir R-098 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-269 TFN directo a TESEL. Virar a la izquierda para seguir ruta magnética 239º HIE directo a GANTA. Directo a NDB HIE.

Pendiente mínima de ascenso 5.0% hasta 4000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar TESEL a FL70 y esperar posterior autorización.

SALIDA KONBA CINCO KILO (KONBA5K)

Subir en R-119 LRO hasta 16.0 DME LRO a 5100 ft o superior. Virar a la izquierda para seguir arco 18.0 DME LRO hasta interceptar R-040 LRO. Virar a la derecha para seguir R-021 TFN directo a KASAS. Directo a KONBA.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 3000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

→ SALIDA KORAL SIETE KILO (KORAL7K)

Subir en R-119 LRO hasta 16.0 DME LRO a 5100 ft o superior. Virar a la izquierda para seguir arco 18.0 DME LRO hasta interceptar R-081 LRO. Virar a la derecha para seguir R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL170 o superior. Seguir R-261 LZR directo a DVOR/DME LZR a FL310 o superior. Proceder por R-059 LZR directo a KORAL.

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID)

RUNWAY 12

ARACO THREE KILO DEPARTURE (ARACO3K). Subject to GDC29 activity.

Climb on R-119 LRO up to 8.0 DME LRO at 4000 ft or above. Turn left to magnetic heading 008º to intercept and follow R-098 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-269 TFN direct to TESEL. Direct to ARACO.

Minimum climb gradient of 5.0% up to 4000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross TESEL at FL70 and wait for further clearance.

BIMBO SIX KILO DEPARTURE (BIMBO6K)

Climb on R-119 LRO up to 16.0 DME LRO at 5100 ft or above. Turn left to follow arc 18.0 DME LRO to intercept R-040 LRO. Turn right to follow R-021 TFN direct to KASAS. Turn left to follow R-355 GDV direct to cross BIMBO at FL100 or above.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 3000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

NOTE: Due to the restrictions to DVOR/DME GDV, and when its coverage is not sufficient below FL150, radar vectoring will be provided.

GRAN CANARIA THREE KILO DEPARTURE (GDV3K)

Climb on R-119 LRO to intercept and follow R-320 GDV direct to DVOR/DME GDV.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 3000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

NOTE: Due to restrictions in DVOR/DME GDV, and when its coverage is not sufficient below FL150, radar vectoring guidance will be provided.

DVOR/DME GDV overflying is mandatory in order to assure the standard separation between aircraft.

GRAN CANARIA SUR SIX KILO DEPARTURE (LPC6K)

Climb on R-119 LRO to intercept and follow R-320 GDV direct to DVOR/DME GDV. Proceed on R-185 GDV direct to DVOR/DME LPC.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 3000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

DVOR/DME GDV overflying is mandatory in order to assure the standard separation between aircraft.

HIERRO FIVE KILO DEPARTURE (HIE5K). Subject to GDC29 activity.

Climb on R-119 LRO up to 8.0 DME LRO at 4000 ft or above. Turn left to magnetic heading 008º to intercept and follow R-098 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-269 TFN direct to TESEL. Turn left to follow magnetic track 239º HIE direct to GANTA. Direct to NDB HIE.

Minimum climb gradient of 5.0% up to 4000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross TESEL at FL70 and wait for further clearance.

KONBA FIVE KILO DEPARTURE (KONBA5K)

Climb on R-119 LRO up to 16.0 DME LRO at 5100 ft or above. Turn left to follow arc 18.0 DME LRO to intercept R-040 LRO. Turn right to follow R-021 TFN direct to KASAS. Direct to KONBA.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 3000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

KORAL SEVEN KILO DEPARTURE (KORAL7K)

Climb on R-119 LRO up to 16.0 DME LRO at 5100 ft or above. Turn left to follow arc 18.0 DME LRO to intercept R-081 LRO. Turn right to follow R-079 TFN direct to cross LARYS at FL170 or above. Follow R-261 LZR direct to DVOR/DME LZR at FL310 or above. Proceed on R-059 LZR direct to KORAL.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 3000 ft.
AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

SALIDA LARYS UNO KILO (LARYS1K)

Subir en R-119 LRO hasta 16.0 DME LRO a 5100 ft o superior. Virar a la izquierda para seguir arco 18.0 DME LRO hasta interceptar R-081 LRO. Virar a la derecha para seguir R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL130 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 3000 ft.
AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

SALIDA SAMAR SEIS KILO (SAMAR6K)

Subir en R-119 LRO hasta 16.0 DME LRO a 5100 ft o superior. Virar a la izquierda para seguir arco 18.0 DME LRO hasta interceptar R-040 LRO. Virar a la derecha para seguir R-021 TFN directo a KASAS. Virar a la derecha para seguir ruta magnética 055° BX directo a SAMAR.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 3000 ft.
AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

SALIDA SARAY UNO KILO (SARAY1K)

Subir en R-119 LRO hasta 16.0 DME LRO a 5100 ft o superior. Virar a la izquierda para seguir arco 18.0 DME LRO hasta interceptar R-081 LRO. Virar a la derecha para seguir R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL130 o superior. Virar a la izquierda para seguir R-038 GDV directo a SARAY.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 3000 ft.
AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo del FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

SALIDA TENERIFE SUR DOS CHARLIE (TFS2C)

Subir en R-119 LRO hasta 16.0 DME LRO a 5100 ft o superior. Virar a la derecha a rumbo magnético 194° para interceptar y seguir R-073 TFS directo a TERFE, directo a DVOR/DME TFS.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 3000 ft.
AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

SALIDA TENERIFE SUR DOS KILO (TFS2K)

Subir en R-119 LRO hasta 8.0 DME LRO a 4000 ft o superior. Virar a la izquierda a rumbo magnético 008° para interceptar y seguir R-098 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-269 TFN directo a TESEL. Virar a la izquierda para seguir ruta magnética 239° HIE directo a GANTA. Virar a la izquierda para seguir R-307 TFS directo a cruzar DVOR/DME TFS a FL100 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 5.0% hasta 4000 ft.
AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar TESEL a FL70 y esperar posterior autorización.

SALIDA VASTO CINCO KILO (VASTO5K)

Subir en R-119 LRO hasta 16.0 DME LRO a 5100 ft o superior. Virar a la izquierda para seguir arco 18.0 DME LRO hasta interceptar R-081 LRO. Virar a la derecha para seguir R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL130 o superior. Virar a la izquierda para seguir R-038 GDV directo a SARAY. Directo a VASTO.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 3000 ft.
AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo del FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

SALIDA DE CONTINGENCIA

En caso de fallo de una o más radioayudas que soportan las salidas de la RWY 12, se procederá del siguiente modo:

Subir en rumbo de pista hasta FL70. Virar siguiendo instrucciones ATC.
Pendiente mínima de ascenso 5.3% hasta 5500 ft AMSL.
En caso de fallo de comunicaciones, proceder según lo establecido en la sección ENR 1.8, apartado "Fallo de las comunicaciones aeroterrestres" de AIP-ESPAÑA.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 3000 ft.
INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

LARYS ONE KILO DEPARTURE (LARYS1K)

Climb on R-119 LRO up to 16.0 DME LRO at 5100 ft or above. Turn left to follow arc 18.0 DME LRO to intercept R-081 LRO. Turn right to follow R-079 TFN direct to cross LARYS at FL130 or above.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 3000 ft.
INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

SAMAR SIX KILO DEPARTURE (SAMAR6K)

Climb on R-119 LRO up to 16.0 DME LRO at 5100 ft or above. Turn left to follow arc 18.0 DME LRO to intercept R-040 LRO. Turn right to follow R-021 TFN direct to KASAS. Turn right to follow magnetic track 055° BX direct to SAMAR.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 3000 ft.
INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

SARAY ONE KILO DEPARTURE (SARAY1K)

Climb on R-119 LRO up to 16.0 DME LRO at 5100 ft or above. Turn left to follow arc 18.0 DME LRO to intercept R-081 LRO. Turn right to follow R-079 TFN direct to cross LARYS at FL130 or above. Turn left to follow R-038 GDV direct to SARAY.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 3000 ft.
INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

NOTE: Due to the restrictions to DVOR/DME GDV, and when its coverage is not sufficient below FL150, radar vectoring will be provided.

TENERIFE SUR TWO CHARLIE DEPARTURE (TFS2C)

Climb on R-119 LRO up to 16.0 DME LRO at 5100 ft or above. Turn right to magnetic heading 194° to intercept and follow R-073 TFS direct to TERFE, direct to DVOR/DME TFS.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 3000 ft.
INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

TENERIFE SUR TWO KILO DEPARTURE (TFS2K)

Climb on R-119 LRO up to 8.0 DME LRO at 4000 ft or above. Turn left to magnetic heading 008° to intercept and follow R-098 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-269 TFN direct to TESEL. Turn left to follow magnetic track 239° HIE direct to GANTA. Turn left to follow R-307 TFS direct to cross DVOR/DME TFS at FL100 or above.

Minimum climb gradient of 5.0% up to 4000 ft.
INITIAL ATC CLEARANCE: Cross TESEL at FL70 and wait for further clearance.

VASTO FIVE KILO DEPARTURE (VASTO5K)

Climb on R-119 LRO up to 16.0 DME LRO at 5100 ft or above. Turn left to follow arc 18.0 DME LRO to intercept R-081 LRO. Turn right to follow R-079 TFN direct to cross LARYS at FL130 or above. Turn left to follow R-038 GDV direct to SARAY. Direct to VASTO.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 3000 ft.
INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

NOTE: Due to the restrictions to DVOR/DME GDV, and when its coverage is not sufficient below FL150, radar vectoring will be provided.

CONTINGENCY DEPARTURE

In the event of failure of one or more nav aids on which the departures from RWY 12 are based on, the following procedure shall be carried out:

Climb on runway heading to FL70. Turn following ATC instructions.
Minimum climb gradient of 5.3% up to 5500 ft.
In case of communications failure, proceed according to the established on section ENR 1.8, item "Air-ground communications failure" in AIP-ESPAÑA.

COORDENADAS WAYPOINTS // WAYPOINTS COORDINATES	
WAYPOINT	COORD
BIMBO	31°25'17"N 016°01'58"W
KONBA	31°18'03"N 015°18'06"W
SAMAR	30°53'59"N 014°24'56"W
KASAS	29°59'11"N 015°46'07"W
SARAY	29°45'31"N 014°09'27"W
BRICK	29°35'29"N 016°22'22"W
SARAY	29°45'31"N 014°09'27"W
VASTO	30°30'34"N 013°34'22"W
KORAL	29°43'53"N 012°34'42"W
LZR	29°09'56"N 013°30'40"W
LTE	28°56'53"N 013°36'04"W
LARYS	28°52'19"N 014°50'03"W
VANUR	28°42'29"N 017°36'38"W
BV	28°36'06"N 017°45'24"W
ARACO	28°25'57"N 017°27'08"W
TFS	28°00'09"N 016°41'15"W
TFN	28°32'13"N 016°16'07"W
ARTEM	28°24'33"N

	016°02'03"W
GDV	28°04'38"N 015°25'43"
LPC	27°49'43"N 015°25'56"W

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID) RNAV1

Carta incluida en el área de reducción de velocidad de CANARIAS TMA:

IAS MAX 250 kt a FL100 o inferior excepto vuelos militares en misiones operativas o de defensa aérea o cuando sus características de operación no lo permitan.

NOTAS APLICABLES A TODAS LAS SID:

- Se requiere aprobación RNAV1.
- GNSS requerido.
- Autorización inicial atc: ascender a FL120 y esperar posterior autorización.

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID) RNAV1

Chart included in the canarias tma speed adjustment area:

MAX IAS 250 kt at FL100 or below, except military flights on operational or air defence missions or when the operational characteristics do not allow for it.

NOTES APPLICABLE TO ALL SID:

- RNAV1 approval required.
- GNSS required.
- Initial clearance: climb to FL120 and wait for further clearance.

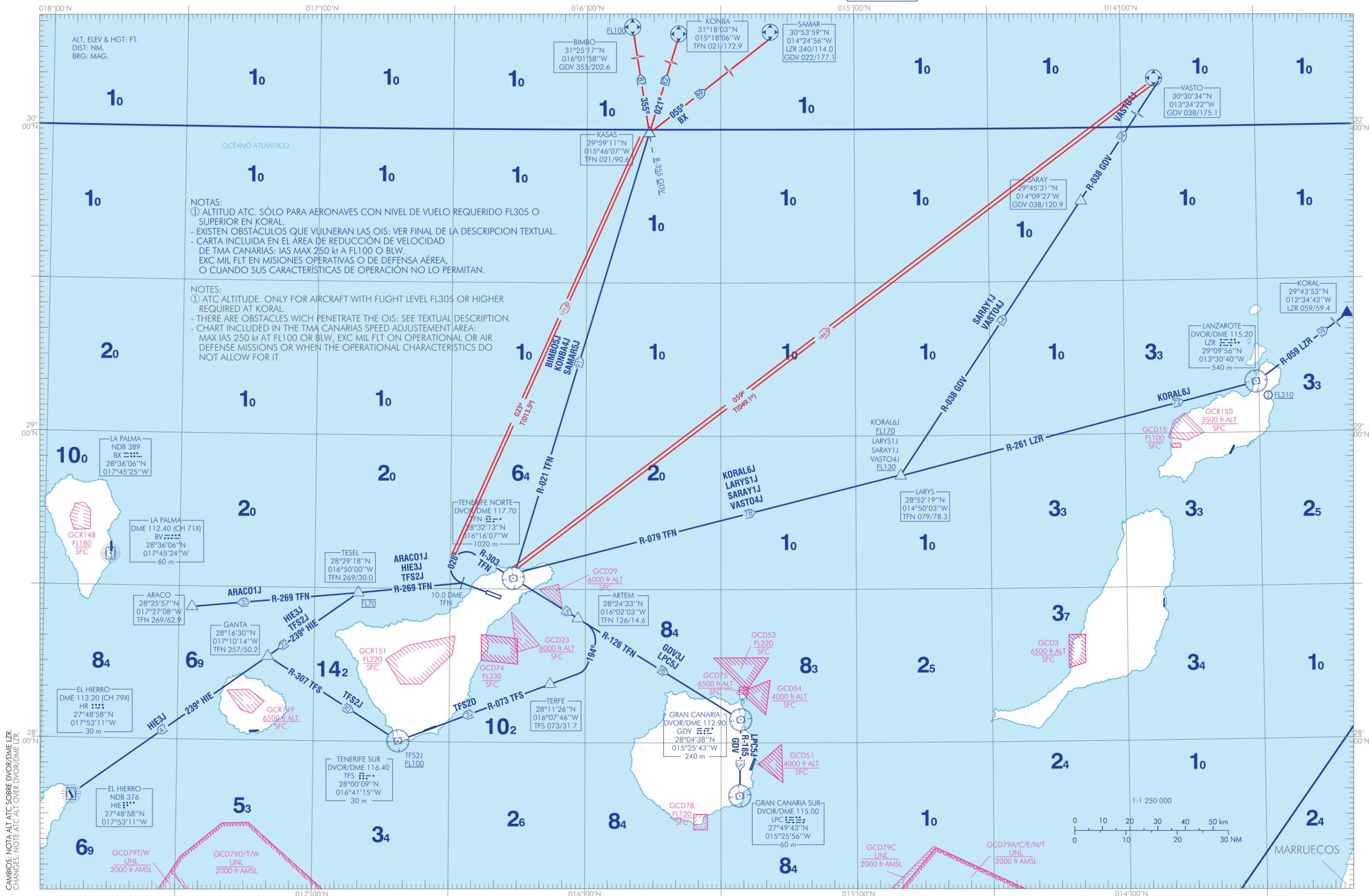
Número de serie Serial number	Descriptor de trayectoria Path Terminator	Identificador de punto de recorrido Waypoint identifier	Sobrevuelo Fly-over	Curso/derrota Course/Track °M (°T)	Variación magnética Magnetic variation	Distancia Distance (NM)	Dirección de viraje Turn	Altitud Altitude (ft)	Velocidad Speed (kt)	VPA/TCH (°/ft)	Especificación de navegación Navigation specification
							direction				
BIMBO7K RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARTEM // Minimum climb gradient 6.0% up to ARTEM.											
1	CF	ARTEM	-	118 (105.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	KASAS	-	89 (85.3)	+4.4	95.4	R	0	-230	-	RNAV1
3	TF	BIMBO	-	345 (351.1)	+4.4	87.0	L	0	-	-	RNAV1
KONBA7K RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARTEM // Minimum climb gradient 6.0% up to ARTEM.											
1	CF	ARTEM	-	118 (105.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	KASAS	-	89 (85.3)	+4.4	95.4	R	0	-230	-	RNAV1
3	TF	KONBA	-	021 (017.4)	+4.4	82.0	L	0	-	-	RNAV1
VASTO8K RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARTEM // Minimum climb gradient 6.0% up to ARTEM.											
1	CF	ARTEM	-	118 (105.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	VASTO	-	50 (45.1)	+4.4	180.1	R	0	-230	-	RNAV1
KORAL8K RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARTEM // Minimum climb gradient 6.0% up to ARTEM.											
1	CF	ARTEM	-	118 (105.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	KORAL	-	075 (065.5)	+4.4	198.2	R	0	-230	-	RNAV1
SAMAR8K RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARTEM // Minimum climb gradient 6.0% up to ARTEM.											
1	CF	ARTEM	-	118 (105.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	SAMAR	-	031 (029.2)	+4.4	171.4	R	0	-230	-	RNAV1

CARTA DE SALIDA NORMALIZADA VUELO POR INSTRUMENTOS (SID)-OACI

TA 6000 VAR 4°24'W (2020)

APP 124.800 TWR 118.700

ARACO1J KONBA4J TFS2D BIMBO5J KORAL6J TFS2J GDV3J LARYS1J VASTO4J LPC5J SAMAR5J HIE3J SARAY1J



NOTAS:
 ① ALTITUD ATC. SÓLO PARA AERONAVES CON NIVEL DE VUELO REQUERIDO FL305 O SUPERIOR EN KORAL.
 - EXISTEN OBSTÁCULOS QUE VULNERAN LAS OIS: VER FINAL DE LA DESCRIPCION TEXTUAL.
 - CARTA INCLUIDA EN EL ÁREA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE TMA CANARIAS: IAS MAX 250 kt A FL100 O BLW, EXC MIL FLT EN MISIONES OPERATIVAS O DE DEFENSA AÉREA, O CUANDO SUS CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN NO LO PERMITAN.

NOTES:
 ① ATC ALTITUDE. ONLY FOR AIRCRAFT WITH FLIGHT LEVEL FL305 OR HIGHER REQUIRED AT KORAL.
 - THERE ARE OBSTACLES WICH PENETRATE THE OIS: SEE TEXTUAL DESCRIPTION.
 - CHART INCLUDED IN THE TMA CANARIAS SPEED ADJUSTEMENT AREA: MAX IAS 250 kt AT FL100 OR BLW, EXC MIL FLT ON OPERATIONAL OR AIR DEFENSE MISSIONS OR WHEN THE OPERATIONAL CHARACTERISTICS DO NOT ALLOW FOR IT.

CAMBIOS: NOTA ALT ATC SOBRE DVOR/DME LZR. CHANGES: NOTE ATC ALT OVER DVOR/DME LZR.

TENERIFE NORTE/Ciudad de La Laguna AD

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID)

PISTA 30

SALIDA ARACO UNO JULIETT (ARACO1J)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la izquierda para seguir R-269 TFN directo a TESEL. Directo a ARACO.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 2600 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar TESEL a FL70 y esperar posterior autorización.

SALIDA BIMBO CINCO JULIETT (BIMBO5J)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la derecha a rumbo magnético 028° para interceptar y seguir R-303 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-021 TFN directo a KASAS. Virar a la izquierda para seguir R-355 GDV directo a cruzar BIMBO a FL100 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 2600 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

SALIDA GRAN CANARIA TRES JULIETT (GDV3J)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la derecha a rumbo magnético 028° para interceptar y seguir R-303 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-126 TFN directo a ARTEM. Directo a DVOR/DME GDV.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 2600 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA GRAN CANARIA SUR CINCO JULIETT (LPC5J)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la derecha a rumbo magnético 028° para interceptar y seguir R-303 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-126 TFN directo a ARTEM. Directo a DVOR/DME GDV. Proceder por R-185 GDV directo al DVOR/DME LPC.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 2600 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA HIERRO TRES JULIETT (HIE3J)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la izquierda para seguir R-269 TFN directo a TESEL. Virar a la izquierda para seguir ruta magnética 239° HIE directo a GANTA. Directo a NDB HIE.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 2600 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar TESEL a FL70 y esperar posterior autorización.

SALIDA KONBA CUATRO JULIETT (KONBA4J)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la derecha a rumbo magnético 028° para interceptar y seguir R-303 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-021 TFN directo a KASAS. Directo a KONBA.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 2600 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

→ SALIDA KORAL SEIS JULIETT (KORAL6J)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la derecha a rumbo magnético 028° para interceptar y seguir R-303 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL170 o superior. Seguir R-261 LZR directo a DVOR/DME LZR a FL310 o superior. Proceder por R-059 LZR directo a KORAL.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 2600 ft.

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID)

RUNWAY 30

ARACO ONE JULIETT DEPARTURE (ARACO1J)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn left to follow R-269 TFN direct to TESEL. Direct to ARACO.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross TESEL at FL70 and wait for further clearance.

BIMBO FIVE JULIETT DEPARTURE (BIMBO5J)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn right to magnetic heading 028° to intercept and follow R-303 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-021 TFN direct to KASAS. Turn left to follow R-355 GDV direct to cross BIMBO at FL100 or above.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

NOTE: Due to the restrictions to DVOR/DME GDV, and when its coverage is not sufficient below FL150, radar vectoring will be provided.

GRAN CANARIA THREE JULIETT DEPARTURE (GDV3J)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn right to magnetic heading 028° to intercept and follow R-303 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-126 TFN direct to ARTEM. Direct to DVOR/DME GDV.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

NOTE: Due to restrictions in DVOR/DME GDV, and when its coverage is not sufficient below FL150, radar vectoring guidance will be provided.

DVOR/DME GDV overflying is mandatory in order to assure the standard separation between aircraft.

GRAN CANARIA SUR FIVE JULIETT DEPARTURE (LPC5J)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn right to magnetic heading 028° to intercept and follow R-303 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-126 TFN direct to ARTEM. Direct to DVOR/DME GDV. Proceed on R-185 GDV direct to DVOR/DME LPC.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

DVOR/DME GDV overflying is mandatory in order to assure the standard separation between aircraft.

HIERRO THREE JULIETT DEPARTURE (HIE3J)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn left to follow R-269 TFN direct to TESEL. Turn left to follow magnetic track 239° HIE direct to GANTA. Direct to NDB HIE.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross TESEL at FL70 and wait for further clearance.

KONBA FOUR JULIETT DEPARTURE (KONBA4J)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn right to magnetic heading 028° to intercept and follow R-303 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-021 TFN direct to KASAS. Direct to KONBA.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

KORAL SIX JULIETT DEPARTURE (KORAL6J)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn right to magnetic heading 028° to intercept and follow R-303 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-079 TFN direct to cross LARYS at FL170 or above. Follow R-261 LZR direct to DVOR/DME LZR at FL310 or above. Proceed on R-059 LZR direct to KORAL.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

AUTORIZACION INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

SALIDA LARYS UNO JULIETT (LARYS1J)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la derecha a rumbo magnético 028° para interceptar y seguir R-303 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL130 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 2600 ft.

AUTORIZACION INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

LARYS ONE JULIETT DEPARTURE (LARYS1J)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn right to magnetic heading 028° to intercept and follow R-303 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-079 TFN direct to cross LARYS at FL130 or above.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

SALIDA SAMAR CINCO JULIETT (SAMAR5J)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la derecha a rumbo magnético 028° para interceptar y seguir R-303 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-021 TFN directo a KASAS. Virar a la derecha para seguir ruta magnética 055° BX directo a SAMAR.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 2600 ft.

AUTORIZACION INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

SAMAR FIVE JULIETT DEPARTURE (SAMAR5J)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn right to magnetic heading 028° to intercept and follow R-303 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-021 TFN direct to KASAS. Turn right to follow magnetic track 055° BX direct to SAMAR.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

SALIDA SARAY UNO JULIETT (SARAY1J)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la derecha a rumbo magnético 028° para interceptar y seguir R-303 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL130 o superior. Virar a la izquierda para seguir R-038 GDV directo a SARAY.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 2600 ft.

AUTORIZACION INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

SARAY ONE JULIETT DEPARTURE (SARAY1J)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn right to magnetic heading 028° to intercept and follow R-303 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-079 TFN direct to cross LARYS at FL130 or above. Turn left to follow R-038 GDV direct to SARAY.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

NOTE: Due to the restrictions to DVOR/DME GDV, and when its coverage is not sufficient below FL150, radar vectoring will be provided.

SALIDA TENERIFE SUR DOS DELTA (TFS2D)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la derecha a rumbo magnético 028° para interceptar y seguir R-303 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-126 TFN hasta ARTEM. Virar a la derecha a rumbo magnético 195° para interceptar y seguir R-073 TFS directo a TERFE, directo a DVOR/DME TFS.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta abandonar 2600 ft.

AUTORIZACION INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

TENERIFE SUR TWO DELTA DEPARTURE (TFS2D)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn right to magnetic heading 028° to intercept and follow R-303 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-126 TFN to ARTEM. Turn right to magnetic heading 195° to intercept and follow R-073 TFS direct to TERFE, direct to DVOR/DME TFS.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

SALIDA TENERIFE SUR DOS JULIETT (TFS2J)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la izquierda para seguir R-269 TFN directo a TESEL. Virar a la izquierda para seguir ruta magnética 239° HIE directo a GANTA. Virar a la izquierda para interceptar y seguir R-307 TFS directo a cruzar DVOR/DME TFS a FL100 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta abandonar 2600 ft.

AUTORIZACION INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

TENERIFE SUR TWO JULIETT DEPARTURE (TFS2J)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn left to follow R-269 TFN direct to TESEL. Turn left to follow magnetic track 239° HIE direct to GANTA. Turn left to intercept and follow R-307 TFS direct to cross DVOR/DME TFS at FL100 or above.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

SALIDA VASTO CUATRO JULIETT (VASTO4J)

Subir en rumbo de pista hasta 10.0 DME TFN. Virar a la derecha a rumbo magnético 028° para interceptar y seguir R-303 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-079 TFN directo a cruzar LARYS a FL130 o superior. Virar a la izquierda para seguir R-038 GDV directo a SARAY. Directo a VASTO.

Pendiente mínima de ascenso 4.7% hasta 2600 ft.

AUTORIZACION INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

VASTO FOUR JULIETT DEPARTURE (VASTO4J)

Climb on runway heading up to 10.0 DME TFN. Turn right to magnetic heading 028° to intercept and follow R-303 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-079 TFN direct to cross LARYS at FL130 or above. Turn left to follow R-038 GDV direct to SARAY. Direct to VASTO.

Minimum climb gradient of 4.7% up to 2600 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

NOTE: Due to the restrictions to DVOR/DME GDV, and when its coverage is not sufficient below FL150, radar vectoring will be provided.

SALIDA DE CONTINGENCIA

En caso de fallo de una o más radioayudas que soportan las salidas de la RWY 30, se procederá del siguiente modo:

Subir en rumbo magnético 301° hasta FL70. Virar siguiendo instrucciones ATC.

Pendiente mínima de ascenso 6.8% hasta 6500 ft AMSL.

En caso de fallo de comunicaciones, proceder según lo establecido en la sección ENR 1.8, apartado "Fallo de las comunicaciones aeroterrestres" de AIP-ESPAÑA.

CONTINGENCY DEPARTURE

In the event of failure of one or more nav aids on which the departures from RWY 30 are based on, the following procedure shall be carried out:

Climb on magnetic heading 301° up to FL70. Turn following ATC instructions.

Minimum climb gradient of 6.8% up to 6500 ft.

In case of communications failure, proceed according to the established in section ENR 1.8, item "Air-ground communications failure" in AIP-ESPAÑA.

COORDENADAS WAYPOINTS // WAYPOINTS COORDINATES	
WAYPOINT	COORD
BIMBO	31°25'17"N 016°01'58"W
KONBA	31°18'03"N 015°18'06"W
SAMAR	30°53'59"N 014°24'56"W
KASAS	29°59'11"N 015°46'07"W
SARAY	29°45'31"N 014°09'27"W
BRICK	29°35'29"N 016°22'22"W
SARAY	29°45'31"N 014°09'27"W
VASTO	30°30'34"N 013°34'22"W
KORAL	29°43'53"N 012°34'42"W
LZR	29°09'56"N 013°30'40"W
LTE	28°56'53"N 013°36'04"W
LARYS	28°52'19"N 014°50'03"W
VANUR	28°42'29"N 017°36'38"W
BV	28°36'06"N 017°45'24"W
ARACO	28°25'57"N 017°27'08"W
TFS	28°00'09"N 016°41'15"W
TFN	28°32'13"N 016°16'07"W
ARTEM	28°24'33"N 016°02'03"W
GDV	28°04'38"N 015°25'43"
LPC	27°49'43"N 015°25'56"W

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID) RNAV1

Carta incluida en el área de reducción de velocidad de CANARIAS TMA:

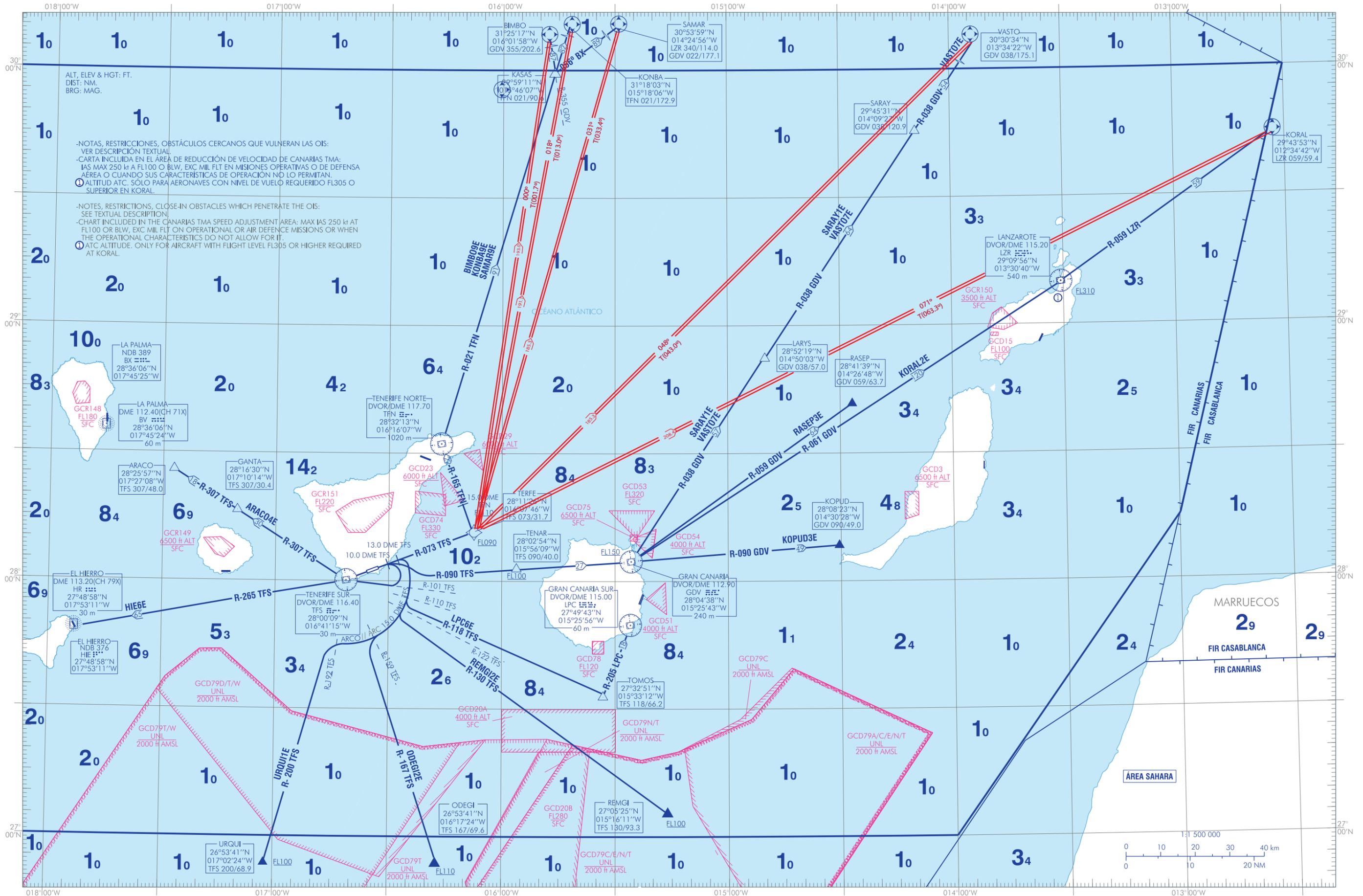
IAS MAX 250 kt a FL100 o inferior excepto vuelos militares en misiones operativas o de defensa aérea o cuando sus características de operación no lo permitan.

NOTAS APLICABLES A TODAS LAS SID:

- Se requiere aprobación RNAV1.
- GNSS requerido.
- Autorización inicial atc: ascender a FL120 y esperar posterior autorización.

Número de serie Serial number	Descriptor de trayectoria Path Terminator	Identificador de punto de recorrido Waypoint identifier	Sobrevuelo Fly-over	Curso/derrota Course/Track °M (°T)	Variación magnética Magnetic variation	Distancia Distance (NM)	Dirección de viraje Turn	Altitud Altitude (ft)	Velocidad Speed (kt)	VPA/TCH (°/ft)	Especificación de navegación Navigation specification
							direction				
BIMBO7K RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta BASUX // Minimum climb gradient 6.0% up to BASUX.											
1	CF	BASUX	-	285 (291.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	BIMBO	-	012 (13.5)	+4.4	171.8	R	0	-230	-	RNAV1
KONBA7K RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta BASUX // Minimum climb gradient 6.0% up to BASUX.											
1	CF	BASUX	-	285 (291.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	KONBA	-	26 (25.3)	+4.4	177.4	R	0	-230	-	RNAV1
VASTO8K RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta BASUX // Minimum climb gradient 6.0% up to BASUX.											
1	CF	BASUX	-	285 (291.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	VASTO	-	59 (49.1)	+4.4	184.0	R	0	-230	-	RNAV1
SAMAR8K RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta BASUX // Minimum climb gradient 6.0% up to BASUX.											
1	CF	BASUX	-	285 (291.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	SAMAR	-	45 (41.1)	+4.4	183.2	R	0	-230	-	RNAV1

OBSTÁCULOS CERCANOS // CLOSE-IN OBSTACLES					
OBSTÁCULOS OBSTACLES	RWY	LATITUD LATITUDE	LONGITUD LONGITUDE	HGT (ft)	ALT (ft)
Edificio // Building	30	28°29'23.7"N	016°21'37.5"W	49	2112
Árbol // Tree	30	28°29'25.9"N	016°21'38.5"W	65	2123
Antena // Antenna	30	28°29'19.5"N	016°21'30.5"W	28	2084
Palmera // Palm tree	30	28°29'25.2"N	016°21'36.2"W	63	2122
Árbol // Tree	30	28°29'25.6"N	016°21'35.8"W	47	2103
Árbol // Tree	30	28°29'15.3"N	016°21'47.9"W	31	2114
Árbol // Tree	30	28°29'25.8"N	016°21'38.4"W	58	2118
Árbol // Tree	30	28°29'33.6"N	016°21'51.8"W	66	2146
Árbol // Tree	30	28°29'15.8"N	016°21'43.9"W	40	2115
Edificio // Building	30	28°29'14.7"N	016°21'49.4"W	36	2124
Palmera // Palm tree	30	28°29'33.3"N	016°21'43.2"W	60	2151
Antena // Antenna	30	28°29'26.0"N	016°21'44.2"W	-	2125
Árbol // Tree	30	28°29'23.5"N	016°21'40.0"W	-	2107
Árbol // Tree	30	28°29'15.3"N	016°21'47.9"W	-	2115



CAMBIOS: NUEVA VERSIÓN DE BIMBO9E, KONBA9E Y SAMAR9E. AMA.
CHANGES: NEW VERSION OF BIMBO9E, KONBA9E AND SAMAR9E, AMA.

INTENCIONADAMENTE EN BLANCO
INTENTIONALLY BLANK

TENERIFE SUR AD

→ SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID)

PISTA 07

SALIDA ARACO CUATRO ECHO (ARACO4E)

Subir en R-073 TFS hasta 10.0 DME TFS. Virar a la derecha para seguir R-101 TFS directo a DVOR/DME TFS. Proceder por R-307 TFS directo a GANTA. Directo a ARACO.

Pendiente mínima de ascenso 4.5% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA BIMBO OCHO ECHO (BIMBO8E)

Subir en R-073 TFS directo a cruzar TERFE a FL90 o superior. Virar a la izquierda para seguir R-165 TFN directo a DVOR/DME TFN cruzando 15.0 DME TFN a FL110 o superior. Proceder por R-021 TFN directo a KASAS. Virar a la izquierda para seguir R-355 GDV directo a BIMBO.

Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta FL110.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL200 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV, y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

SALIDA GRAN CANARIA SUR SEIS ECHO (LPC6E)

Subir en R-073 TFS hasta 13.0 DME TFS. Virar a la derecha para seguir arco 15.0 DME TFS para interceptar y seguir R-118 TFS directo a TOMOS. Virar a la izquierda para seguir R-205 LPC directo a DVOR/DME LPC.

Pendiente mínima de ascenso 4.5% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA HIERRO SEIS ECHO (HIE6E)

Subir en R-073 TFS hasta 10.0 DME TFS. Virar a la derecha para seguir R-101 TFS directo a DVOR/DME TFS. Proceder por R-265 TFS directo a NDB HIE.

Pendiente mínima de ascenso 4.5% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

SALIDA KONBA OCHO ECHO (KONBA8E)

Subir en R-073 TFS directo a cruzar TERFE a FL90 o superior. Virar a la izquierda para seguir R-165 TFN directo a DVOR/DME TFN, cruzando 15.0 DME TFN a FL110 o superior. Proceder por R-021 TFN directo a KASAS. Directo a KONBA.

Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta FL110.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL200 y esperar posterior autorización.

SALIDA KOPUD TRES ECHO (KOPUD3E)

Subir en R-073 TFS hasta 10.0 DME TFS. Virar a la derecha para seguir R-090 TFS directo a cruzar TENAR a FL100 o superior. Directo a DVOR/DME GDV. Proceder por R-090 GDV directo a KOPUD.

Pendiente mínima de ascenso 5.1% hasta FL100.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar DVOR/DME GDV a FL150 o superior. Mantener FL200 y esperar posterior autorización.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

En caso de no poder cumplir con las pendientes mínimas de ascenso, notificar a ATC antes del despegue

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV y, cuando su cobertura no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

SALIDA KORAL DOS ECHO (KORAL2E)

Subir en R-073 TFS hasta 10.0 DME TFS. Virar a la derecha para seguir R-090 TFS directo a cruzar TENAR a FL100 o superior. Directo a DVOR/DME GDV. Proceder por R-061 GDV directo a DVOR/DME LZR a FL310 o superior. Proceder por R-059 LZR directo a KORAL.

Pendiente mínima de ascenso 5.1% hasta FL100.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar DVOR/DME GDV a FL150 o superior. Mantener FL200 y esperar posterior autorización.

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID)

RUNWAY 07

ARACO FOUR ECHO DEPARTURE (ARACO4E)

Climb on R-073 TFS up to 10.0 DME TFS. Turn right to follow R-101 TFS direct to DVOR/DME TFS. Proceed on R-307 TFS direct to GANTA. Direct to ARACO.

Minimum climb gradient of 4.5% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

BIMBO EIGHT ECHO DEPARTURE (BIMBO8E)

Climb on R-073 TFS direct to cross TERFE at FL90 or above. Turn left to follow R-165 TFN direct to DVOR/DME TFN, crossing 15.0 DME TFN at FL110 or above. Proceed on R-021 TFN direct to KASAS. Turn left to follow R-355 GDV direct to BIMBO.

Minimum climb gradient of 6.0% up to FL110.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL200 and wait for further clearance.

NOTE: Due to DVOR/DME GDV restrictions, and when there is not enough coverage below FL150, radar vectoring guidance shall be provided.

GRAN CANARIA SUR SIX ECHO DEPARTURE (LPC6E)

Climb on R-073 TFS up to 13.0 DME TFS. Turn right to follow arc 15.0 DME TFS to intercept and follow R-118 TFS direct to TOMOS. Turn left to follow R-205 LPC direct to DVOR/DME LPC.

Minimum climb gradient of 4.5% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

HIERRO SIX ECHO DEPARTURE (HIE6E)

Climb on R-073 TFS up to 10.0 DME TFS. Turn right to follow R-101 TFS direct to DVOR/DME TFS. Proceed on R-265 TFS direct to NDB HIE.

Minimum climb gradient of 4.5% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

KONBA EIGHT ECHO DEPARTURE (KONBA8E)

Climb on R-073 TFS direct up to cross TERFE at FL90 or above. Turn left to follow R-165 TFN direct to DVOR/DME TFN, crossing 15.0 DME TFN at FL110 or above. Proceed on R-021 TFN direct to KASAS. Direct to KONBA.

Minimum climb gradient of 6.0% up to FL110.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL200 and wait for further clearance.

KOPUD THREE ECHO DEPARTURE (KOPUD3E)

Climb on R-073 TFS up to 10.0 DME TFS. Turn right to follow R-090 TFS direct to cross TENAR at FL100 or above. Direct to DVOR/DME GDV. Proceed on R-090 GDV direct to KOPUD.

Minimum climb gradient of 5.1% up to FL100.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross DVOR/DME GDV at FL150 or above. Maintain FL200 and wait for further clearance.

Overflying DVOR/DME GDV is required to ensure statutory separation between aircraft.

Where the aircraft are unable to comply with the minimum climb gradient, they shall notify ATC before taking off.

NOTE: Due to DVOR/DME GDV restrictions, and when there is not enough coverage below FL150, radar vectoring guidance shall be provided.

KORAL TWO ECHO DEPARTURE (KORAL2E)

Climb on R-073 TFS up to 10.0 DME TFS. Turn right to follow R-090 TFS direct to cross TENAR at FL100 or above. Direct to DVOR/DME GDV. Proceed on R-061 GDV direct to DVOR/DME LZR at FL310 or above. Proceed on R-059 LZR direct to KORAL.

Minimum climb gradient of 5.1% up to FL100.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross DVOR/DME GDV at FL150 or above. Maintain FL200 and await further clearance.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

En caso de no poder cumplir con las pendientes mínimas de ascenso, notificar a ATC antes del despegue.

SALIDA ODEGI DOS ECHO (ODEGI2E). Sujeta a la actividad de la GCD79D/T/W.

Subir en R-073 TFS hasta 13.0 DME TFS. Virar a la derecha para seguir arco 15.0 DME TFS para interceptar y seguir R-167 TFS directo a ODEGI a FL110 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 4.5% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA RASEP TRES ECHO (RASEP3E)

Subir en R-073 TFS hasta 10.0 DME TFS. Virar a la derecha para seguir R-090 TFS directo a cruzar TENAR a FL100 o superior. Directo a DVOR/DME GDV. Proceder por R-059 GDV directo a RASEP.

Pendiente mínima de ascenso 5.1% hasta FL100.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar DVOR/DME GDV a FL150 o superior. Mantener FL200 y esperar posterior autorización.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

En caso de no poder cumplir con las pendientes mínimas de ascenso, notificar a ATC antes del despegue.

SALIDA REMGI DOS ECHO (REMGI2E). Sujeta a la actividad de las GCD20B & GCD79C/E/N/T.

Subir en R-073 TFS hasta 13.0 DME TFS. Virar a la derecha para seguir arco 15.0 DME TFS para interceptar y seguir R-130 TFS directo a REMGI a FL100 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 4.5% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA SAMAR OCHO ECHO (SAMAR8E)

Subir en R-073 TFS directo a cruzar TERFE a FL90 o superior. Virar a la izquierda para seguir R-165 TFN directo a DVOR/DME TFN, cruzando 15.0 DME TFN a FL110 o superior. Proceder por R-021 TFN directo a KASAS. Virar a la derecha para seguir ruta magnética 056° NDB BX directo a SAMAR.

Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta FL110.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL200 y esperar posterior autorización.

SALIDA SARAY UNO ECHO (SARAY1E)

Subir en R-073 TFS hasta 10.0 DME TFS. Virar a la derecha para seguir R-090 TFS directo a cruzar TENAR a FL100 o superior. Directo a DVOR/DME GDV. Proceder por R-038 GDV directo a LARYS. Directo a SARAY.

Pendiente mínima de ascenso 5.1% hasta FL100.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar DVOR/DME GDV a FL150 o superior. Mantener FL200 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV, y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

En caso de no poder cumplir con las pendientes mínimas de ascenso, notificar a ATC antes del despegue.

SALIDA URQUI UNO ECHO (URQUI1E). Sujeta a la actividad de la GCD79D/T/W.

Subir en R-073 TFS hasta 13.0 DME TFS. Virar a la derecha para seguir arco 15.0 DME TFS para interceptar y seguir R-200 TFS directo a URQUI a FL100 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 4.5% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

SALIDA VASTO SIETE ECHO (VASTO7E)

Subir en R-073 TFS hasta 10.0 DME TFS. Virar a la derecha para seguir R-090 TFS directo a cruzar TENAR a FL100 o superior. Directo a DVOR/DME GDV. Proceder por R-038 GDV directo a LARYS. Directo a SARAY. Directo a VASTO.

Pendiente mínima de ascenso 5.1% hasta FL100.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar DVOR/DME GDV a FL150 o superior. Mantener FL200 y esperar posterior autorización.

Overflying DVOR/DME GDV is required to ensure statutory separation between aircraft.

Where the aircraft are unable to comply with the minimum climb gradient, they shall notify ATC before taking off.

ODEGI TWO ECHO DEPARTURE (ODEGI2E). Subject to GCD79D/T/W activity.

Climb on R-073 TFS up to 13.0 DME TFS. Turn right to follow arc 15.0 DME TFS to intercept and follow R-167 TFS direct to ODEGI at FL110 or above.

Minimum climb gradient of 4.5% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

RASEP THREE ECHO DEPARTURE (RASEP3E)

Climb on R-073 TFS up to 10.00 DME TFS. Turn right to follow R-090 TFS direct to cross TENAR at FL100 or above. Direct to DVOR/DME GDV. Proceed on R-059 GDV direct to RASEP.

Minimum climb gradient of 5.1% up to FL100.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross DVOR/DME GDV at FL150 or above. Maintain FL200 and wait for further clearance.

Overflying DVOR/DME GDV is required to ensure statutory separation between aircraft.

Where the aircraft are unable to comply with the minimum climb gradient, they shall notify ATC before taking off.

REMGI TWO ECHO DEPARTURE (REMGI2E). Subject to GCD20B & GCD79C/E/N/T activity.

Climb on R-073 TFS up to 13.0 DME TFS. Turn right to follow arc 15.0 DME TFS to intercept and follow R-130 TFS direct to REMGI at FL100 or above.

Minimum climb gradient of 4.5% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

SAMAR EIGHT ECHO DEPARTURE (SAMAR8E)

Climb on R-073 TFS direct to cross TERFE at FL90 or above. Turn left to follow R-165 TFN direct to DVOR/DME TFN, crossing 15.0 DME TFN at FL110 or above. Proceed on R-021 TFN direct to KASAS. Turn right to follow magnetic track 056° NDB BX direct to SAMAR.

Minimum climb gradient of 6.0% up to FL110.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL200 and wait for further clearance.

SARAY ONE ECHO DEPARTURE (SARAY1E)

Climb on R-073 TFS up to 10.0 DME TFS. Turn right to follow R-090 TFS direct to cross TENAR at FL100 or above. Direct to DVOR/DME GDV. Proceed on R-038 GDV direct to LARYS. Direct to SARAY.

Minimum climb gradient of 5.1% up to FL100.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross DVOR/DME GDV at FL150 or above. Maintain FL200 and wait for further clearance.

NOTE: Due to DVOR/DME GDV restrictions, and when there is not enough coverage below FL150, radar vectoring guidance shall be provided.

Overflying DVOR/DME GDV is required to ensure statutory separation between aircraft.

Where the aircraft are unable to comply with the minimum climb gradient, they shall notify ATC before taking off.

URQUI ONE ECHO DEPARTURE (URQUI1E). Subject to GCD79D/T/W activity.

Climb on R-073 TFS up to 13.0 DME TFS. Turn right to follow arc 15.0 DME TFS to intercept and follow R-200 TFS direct to URQUI at FL100 or above.

Minimum climb gradient of 4.5% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

VASTO SEVEN ECHO DEPARTURE (VASTO7E)

Climb on R-073 TFS up to 10.0 DME TFS. Turn right to follow R-090 TFS direct to cross TENAR at FL100 or above. Direct to DVOR/DME GDV. Proceed on R-038 GDV direct to LARYS. Direct to SARAY. Direct to VASTO.

Minimum climb gradient of 5.1% up to FL100.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross DVOR/DME GDV at FL150 or above. Maintain FL200 and wait for further clearance.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV, y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME GDV, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

En caso de no poder cumplir con las pendientes mínimas de ascenso, notificar a ATC antes del despegue.

SALIDA DE CONTINGENCIA

En caso de fallo de una o más radioayudas que soportan las salidas de la RWY 07, se procederá del siguiente modo:

Subir en rumbo de pista hasta FL90. Virar siguiendo instrucciones ATC.

Pendiente mínima de ascenso 10.4% hasta FL70.

En caso de fallo de comunicaciones, proceder según lo establecido en la sección ENR 1.8, apartado "Fallo de las comunicaciones aeroterrestres" de AIP-ESPAÑA. En caso de viraje a la izquierda, tener especial precaución debido a altitudes mínimas elevadas por causa de la orografía.

NOTE: Due to DVOR/DME GDV restrictions, and when there is not enough coverage below FL150, radar vectoring guidance shall be provided.

Overflying DVOR/DME GDV is required to ensure statutory separation between aircraft.

Where the aircraft are unable to comply with the minimum climb gradient, they shall notify ATC before taking off.

CONTINGENCY DEPARTURE

In the event of failure of one or more nav aids supporting departures from RWY 07, the following procedure shall apply:

Climb on runway heading up to FL90. Turn following ATC instructions.

Minimum climb gradient of 10.4% up to FL70.

In case of communication failure, proceed in accordance with section ENR 1.8, item "Air-ground communications failure" of AIP-ESPAÑA. If turning left, pay special attention to high minimum altitudes due to orographic issues.

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID) RNAV1

Carta incluida en el área de reducción de velocidad de CANARIAS TMA:

IAS MAX 250 kt a FL100 o inferior excepto vuelos militares en misiones operativas o de defensa aérea o cuando sus características de operación no lo permitan.

NOTAS APLICABLES A TODAS LAS SID:

- Se requiere aprobación RNAV1.
- GNSS requerido.
- Autorización inicial atc: ascender a FL120 y esperar posterior autorización.

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID) RNAV1

Chart included in the canarias tma speed adjustment area:

MAX IAS 250 kt at FL100 or below, except military flights on operational or air defence missions or when the operational characteristics do not allow for it.

NOTES APPLICABLE TO ALL SID:

- RNAV1 approval required.
- GNSS required.
- Initial clearance: climb to FL120 and wait for further clearance

Número de serie Serial number	Descriptor de trayectoria Path Terminator	Identificador de punto de recorrido Waypoint identifier	Sobrevuelo Fly-over	Curso/derrota Course/Track °M (°T)	Variación magnética Magnetic variation	Distancia Distance (NM)	Dirección de viraje Turn	Altitud Altitude (ft)	Velocidad Speed (kt)	VPA/TCH (°/ft)	Especificación de navegación Navigation specification
							direction				
BIMBO3T RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARACO // Minimum climb gradient 6.0% up to ARACO.											
1	CF	TERFE	-	-	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	BIMBO	-	000 (001.7)	+4.4	193.0	R	-	-230	-	RNAV1
KONBA3T RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARACO // Minimum climb gradient 6.0% up to ARACO.											
1	CF	TERFE	-	-	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	KONBA	-	297(303.1)	+4.4	191.1	R	-	-230	-	RNAV1
VASTO3Y RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta TF521 // Minimum climb gradient 6.0% up to TF521.											
1	CF	TERFE	-	-	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	VASTO	-	048 (043.0)	+4.4	185.3	R	-	-230	-	RNAV1
SAMAR5Y RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta TF521 // Minimum climb gradient 6.0% up to TF521.											
1	CF	TERFE	-	-	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	SAMAR	-	031 (033.4)	+4.4	185.3	R	-	-230	-	RNAV1
KORAL5Y RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta TF521 // Minimum climb gradient 6.0% up to TF521.											
1	CF	TERFE	-	-	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	KORAL	-	071 (063.3)	+4.4	208.4	R	-	-230	-	RNAV1

OBSTÁCULOS CERCANOS // CLOSE-IN OBSTACLES					
OBSTÁCULOS OBSTACLES	RWY	LATITUD LATITUDE	LONGITUD LONGITUDE	HGT (ft)	ALT (ft)
Tendido eléctrico // Electricity Pylon	07	28° 03'29.8"N	16° 32'46.7"W	51	371
Terreno // Ground	07	28° 03'30.7"N	16° 32'48.0"W	-	338
Otro // Other	07	28° 03'27.9"N	16° 32'47.4"W	24	336
Terreno // Ground	07	28° 03'32.3"N	16° 32'47.1"W	-	341
Terreno // Ground	07	28° 03'31.5"N	16° 32'48.0"W	-	338
Terreno // Ground	07	28° 03'31.5"N	16° 32'46.2"W	-	341
Terreno // Ground	07	28° 03'33.1"N	16° 32'45.3"W	-	344
Terreno // Ground	07	28° 03'30.7"N	16° 32'47.1"W	-	338
Poste // Pole	07	28° 03'35.8"N	16° 32'42.3"W	23	353
Terreno // Ground	07	28° 03'32.3"N	16° 32'46.2"W	-	341
Terreno // Ground	07	28° 03'31.5"N	16° 32'47.1"W	-	338
Terreno // Ground	07	28° 03'29.0"N	16° 32'48.9"W	-	331
Terreno // Ground	07	28° 03'33.1"N	16° 32'46.2"W	-	341
Otro // Other	07	28° 03'25.5"N	16° 32'53.3"W	22	318
Poste // Pole	07	28° 03'34.4"N	16° 32'41.6"W	22	352
Terreno // Ground	07	28° 03'31.5"N	16° 32'45.3"W	-	341
Terreno // Ground	07	28° 03'28.2"N	16° 32'49.8"W	-	328
Terreno // Ground	07	28° 03'29.8	16° 32'48.9"W	-	331
Terreno // Ground	07	28° 03'32.3"N	16° 32'45.3"W	-	341
Terreno // Ground	07	28° 03'28.2"N	16° 32'50.7"W	-	325
Terreno // Ground	07	28° 03'29.0"N	16° 32'48.0"W	-	331
Terreno // Ground	07	28° 03'31.5"N	16° 32'44.34"W	-	341
Terreno // Ground	07	28° 03'27.4"N	16° 32'51.6"W	-	322
Terreno // Ground	07	28° 03'28.2"N	16° 32'48.9"W	-	328
Terreno // Ground	07	28° 03'29.9"N	16° 32'48.0"W	-	331
Terreno // Ground	07	28° 03'32.3"N	16° 32'44.4"W	-	341
Terreno // Ground	07	28° 03'27.4"N	16° 32'49.8"W	-	325
Terreno // Ground	07	28° 03'33.1"N	16° 32'44.4"W	-	341
Terreno // Ground	07	28° 03'29.1"N	16° 32'47.1"W	-	331
Terreno // Ground	07	28° 03'34.0"N	16° 32'44.4"W	-	341
Terreno // Ground	07	28° 03'28.2"N	16° 32'48.0"W	-	328
Terreno // Ground	07	28° 03'27.4"N	16° 32'50.7"W	-	322
Terreno // Ground	07	28° 03'27.4"N	16° 32'48.9"W	-	325
Terreno // Ground	07	28° 03'26.6"N	16° 32'51.6"W	-	318

OBSTÁCULOS SIGNIFICATIVOS // SIGNIFICANT OBSTACLES					
OBSTÁCULOS OBSTACLES	RWY	LATITUD LATITUDE	LONGITUD LONGITUDE	HGT (ft)	ALT (ft)
Aerogenerador // Wind turbine	07	28° 04' 23.2"N	16° 31' 09.0"W	216	466
Tendido eléctrico // Electricity Pylon	07	28° 04' 21.5"N	16° 32' 01.5"W	146	585

INTENCIONADAMENTE EN BLANCO
INTENTIONALLY BLANK

TENERIFE SUR AD

→ SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID)

PISTA 25

SALIDA ARACO TRES FOXTROT (ARACO3F)

Subir en rumbo de pista directo a DVOR/DME TFS. Proceder por R-307 TFS directo a GANTA. Directo a ARACO.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA BIMBO SEIS FOXTROT (BIMBO6F)

Subir en rumbo de pista directo a DVOR/DME TFS. Proceder por R-307 TFS directo a GANTA. Virar a la derecha para seguir R-263 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-021 TFN directo a KASAS. Virar a la izquierda para seguir R-355 GDV directo a BIMBO a FL100 o superior.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar GANTA a FL90 o superior. Subir a FL150 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV, y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

SALIDA GRAN CANARIA SUR CINCO FOXTROT (LPC5F)

Subir en rumbo de pista hasta 3.0 DME TFS. Virar a la izquierda para seguir R-118 TFS directo a TOMOS. Virar a la izquierda para seguir R-205 LPC directo a DVOR/DME LPC.

Pendiente mínima de ascenso 4.0% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA HIERRO CINCO FOXTROT (HIE5F)

Subir en rumbo de pista directo a DVOR/DME TFS. Proceder por R-265 TFS directo a NDB HIE.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL70 y esperar posterior autorización.

SALIDA KONBA CINCO FOXTROT (KONBA5F)

Subir en rumbo de pista directo a DVOR/DME TFS. Proceder por R-307 TFS directo a GANTA. Virar a la derecha para seguir R-263 TFN directo a DVOR/DME TFN. Proceder por R-021 TFN directo a KASAS. Directo a KONBA.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar GANTA a FL90 o superior. Subir a FL150 y esperar posterior autorización.

SALIDA KOPUD UNO FOXTROT (KOPUD1F)

Subir en rumbo de pista hasta 3.0 DME TFS. Virar a la izquierda para seguir R-112 TFS directo a MERAN. Virar a la izquierda para seguir R-277 LPC directo a DVOR/DME LPC. Proceder por R-088 LPC directo a TUPIK. Virar a la izquierda para seguir R-225 LZR directo a KOPUD.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar MERAN a FL90 o superior. Cruzar DVOR/DME LPC a FL220 o superior. Mantener FL240 y esperar posterior autorización.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME LPC, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA KORAL SEIS FOXTROT (KORAL6F)

Subir en rumbo de pista hasta 3.0 DME TFS. Virar a la izquierda para seguir R-112 TFS directo a MERAN. Virar a la izquierda para seguir R-277 LPC directo a DVOR/DME LPC. Proceder por R-071 LPC directo a DVOR/DME FTV. Proceder por R-045 FTV directo a KORAL.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar MERAN a FL90 o superior. Cruzar DVOR/DME LPC a FL220 o superior. Mantener FL240 y esperar posterior autorización.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME LPC, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA ODEGI DOS FOXTROT (ODEGI2F). Sujeta a la actividad de la GCD79D/T/W.

Subir en rumbo de pista hasta 3.0 DME TFS. Virar a la izquierda para seguir R-167 TFS directo a ODEGI a FL110 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 4.0% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID)

RUNWAY 25

ARACO THREE FOXTROT DEPARTURE (ARACO3F)

Climb on runway heading direct to DVOR/DME TFS. Proceed on R-307 TFS direct to GANTA. Direct to ARACO.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

BIMBO SIX FOXTROT DEPARTURE (BIMBO6F)

Climb on runway heading direct to DVOR/DME TFS. Proceed on R-307 TFS direct to GANTA. Turn right to follow R-263 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-021 TFN direct to KASAS. Turn left to follow R-355 GDV direct to BIMBO at FL100 or above.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross GANTA at FL90 or above. Climb at FL150 and wait for further clearance.

NOTE: Due to restrictions of DVOR/DME GDV, and when its coverage is not sufficient below FL150, radar vectoring guidance will be provided.

GRAN CANARIA SUR FIVE FOXTROT DEPARTURE (LPC5F)

Climb on runway heading to 3.0 DME TFS. Turn left to follow R-118 TFS direct to TOMOS. Turn left to follow R-205 LPC direct to DVOR/DME LPC.

Minimum climb gradient of 4.0% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

HIERRO FIVE FOXTROT DEPARTURE (HIE5F)

Climb on runway heading direct to DVOR/DME TFS. Proceed on R-265 TFS direct to NDB HIE.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL70 and wait for further clearance.

KONBA FIVE FOXTROT DEPARTURE (KONBA5F)

Climb on runway heading direct to DVOR/DME TFS. Proceed on R-307 TFS direct to GANTA. Turn right to follow R-263 TFN direct to DVOR/DME TFN. Proceed on R-021 TFN direct to KASAS. Direct to KONBA.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross GANTA at FL90 or above. Climb at FL150 and wait for further clearance.

KOPUD ONE FOXTROT DEPARTURE (KOPUD1F)

Climb on runway heading to 3.0 DME TFS. Turn left to follow R-112 TFS direct to MERAN. Turn left to follow R-277 LPC direct to DVOR/DME LPC. Proceed on R-088 LPC direct to TUPIK. Turn left to follow R-225 LZR direct to KOPUD.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross MERAN at FL90 or above. Cross DVOR/DME LPC at FL220 or above. Maintain FL240 and wait for further clearance.

DVOR/DME GDV overflying is mandatory in order to assure the standard separation between aircraft.

KORAL SIX FOXTROT DEPARTURE (KORAL6F)

Climb on runway heading to 3.0 DME TFS. Turn left to follow R-112 TFS direct to MERAN. Turn left to follow R-277 LPC direct to DVOR/DME LPC. Proceed on R-071 LPC direct to DVOR/DME FTV. Proceed on R-045 FTV direct to KORAL.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross MERAN at FL90 or above.

Cross DVOR/DME LPC at FL220 or above. Maintain FL240 and wait for further clearance.

DVOR/DME LPC overflying is mandatory in order to assure the standard separation between aircraft.

ODEGI TWO FOXTROT DEPARTURE (ODEGI2F). Subject to GCD79D/T/W activity.

Climb on runway heading to 3.0 DME TFS. Turn left to follow R-167 TFS direct to ODEGI at FL110 or above.

Minimum climb gradient of 4.0% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

SALIDA RASEP UNO FOXTROT (RASEP1F)

Subir en rumbo de pista hasta 3.0 DME TFS. Virar a la izquierda para seguir R-112 TFS directo a MERAN. Virar a la izquierda para seguir R-277 LPC directo a DVOR/DME LPC. Proceder por R-049 LPC directo a RASEP.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar MERAN a FL90 o superior. Cruzar DVOR/DME LPC a FL220 o superior. Mantener FL240 y esperar posterior autorización.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME LPC, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA REMGI DOS FOXTROT (REMG12F). Sujeta a la actividad de las GCD20B & GCD79C/E/N/T.

Subir en rumbo de pista hasta 3.0 DME TFS. Virar a la izquierda para seguir R-130 TFS directo a REMGI a FL100 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 4.0% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA SAMAR NUEVE FOXTROT (SAMAR9F)

Subir en rumbo de pista hasta 3.0 DME TFS. Virar a la izquierda para seguir R-112 TFS directo a MERAN. Virar a la izquierda para seguir R-277 LPC directo a DVOR/DME LPC. Proceder por R-031 LPC directo a LARYS. Virar a la derecha para seguir R-038 GDV directo a SARAY. Virar a la izquierda para seguir R-353 FTV directo a SAMAR.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar MERAN a FL90 o superior.

Cruzar DVOR/DME LPC a FL220 o superior. Mantener FL240 y esperar posterior autorización.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME LPC, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA SARAY UNO FOXTROT (SARAY1F)

Subir en rumbo de pista hasta 3.0 DME TFS. Virar a la izquierda para seguir R-112 TFS directo a MERAN. Virar a la izquierda para seguir R-277 LPC directo a DVOR/DME LPC. Proceder por R-031 LPC directo a LARYS. Virar a la derecha para seguir R-038 GDV directo a SARAY.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar MERAN a FL90 o superior. Cruzar DVOR/DME LPC a FL220 o superior. Mantener FL240 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV, y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME LPC, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA URQUI UNO FOXTROT (URQUI1F). Sujeta a la actividad de la GCD79D/T/W.

Subir en rumbo de pista hasta 3.0 DME TFS. Virar a la izquierda para seguir R-200 TFS directo a URQUI a FL100 o superior.

Pendiente mínima de ascenso 4.0% hasta 1000 ft.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Mantener FL90 y esperar posterior autorización.

SALIDA VASTO OCHO FOXTROT (VASTO8F)

Subir en rumbo de pista hasta 3.0 DME TFS. Virar a la izquierda para seguir R-112 TFS directo a MERAN. Virar a la izquierda para seguir R-277 LPC directo a DVOR/DME LPC. Proceder por R-031 LPC directo a LARYS. Virar a la derecha para seguir R-038 GDV directo a SARAY. Directo a VASTO.

AUTORIZACIÓN INICIAL ATC: Cruzar MERAN a FL90 o superior. Cruzar DVOR/DME LPC a FL220 o superior. Mantener FL240 y esperar posterior autorización.

NOTA: Debido a las restricciones del DVOR/DME GDV, y cuando su cobertura no sea suficiente por debajo de FL150, se proporcionará guía vectorial radar.

Sobrevuelo obligatorio de DVOR/DME LPC, para garantizar separación reglamentaria entre aeronaves.

SALIDA DE CONTINGENCIA

En caso de fallo de una o más radioayudas que soportan las salidas de la RWY 25, se procederá del siguiente modo:

Subir en rumbo de pista hasta FL90. Virar siguiendo instrucciones ATC.

Pendiente mínima de ascenso 10.4% hasta FL70.

En caso de fallo de comunicaciones, proceder según lo establecido en la sección ENR 1.8, apartado "Fallo de las comunicaciones

RASEP ONE FOXTROT DEPARTURE (RASEP1F)

Climb on runway heading to 3.0 DME TFS. Turn left to follow R-112 TFS direct to MERAN. Turn left to follow R-277 LPC direct to DVOR/DME LPC. Proceed on R-049 LPC direct to RASEP.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross MERAN at FL90 or above. Cross DVOR/DME LPC at FL220 or above. Maintain FL240 and wait for further clearance.

DVOR/DME GDV overflying is mandatory in order to assure the standard separation between aircraft.

REMG1 TWO FOXTROT DEPARTURE (REMG12F). Subject to GCD20B & GCD79C/E/N/T activity.

Climb on runway heading to 3.0 DME TFS. Turn left to follow R-130 TFS direct to REMGI at FL100 or above.

Minimum climb gradient of 4.0% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

SAMAR NINE FOXTROT DEPARTURE (SAMAR9F)

Climb on runway heading to 3.0 DME TFS. Turn left to follow R-112 TFS direct to MERAN. Turn left to follow R-277 LPC direct to DVOR/DME LPC. Proceed on R-031 LPC direct to LARYS. Turn right to follow R-038 GDV direct to SARAY. Turn left to follow R-353 FTV direct to SAMAR.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross MERAN at FL90 or above.

Cross DVOR/DME LPC at FL220 or above. Maintain FL240 and wait for further clearance.

DVOR/DME LPC overflying is mandatory in order to assure the standard separation between aircraft.

SARAY ONE FOXTROT DEPARTURE (SARAY1F)

Climb on runway heading to 3.0 DME TFS. Turn left to follow R-112 TFS direct to MERAN. Turn left to follow R-277 LPC direct to DVOR/DME LPC. Proceed on R-031 LPC direct to LARYS. Turn right to follow R-038 GDV direct to SARAY.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross MERAN at FL90 or above. Cross DVOR/DME LPC at FL220 or above. Maintain FL240 and wait for further clearance.

NOTE: Due to restrictions of DVOR/DME GDV, and when its coverage is not sufficient below FL150, radar vectoring guidance will be provided.

DVOR/DME LPC overflying is mandatory in order to assure the standard separation between aircraft.

URQUI ONE FOXTROT DEPARTURE (URQUI1F). Subject to GCD79D/T/W activity.

Climb on runway heading to 3.0 DME TFS. Turn left to follow R-200 TFS direct to URQUI at FL100 or above.

Minimum climb gradient of 4.0% up to 1000 ft.

INITIAL ATC CLEARANCE: Maintain FL90 and wait for further clearance.

VASTO EIGHT FOXTROT DEPARTURE (VASTO8F)

Climb on runway heading to 3.0 DME TFS. Turn left to follow R-112 TFS direct to MERAN. Turn left to follow R-277 LPC direct to DVOR/DME LPC. Proceed on R-031 LPC direct to LARYS. Turn right to follow R-038 GDV direct to SARAY. Direct to VASTO.

INITIAL ATC CLEARANCE: Cross MERAN at FL90 or above. Cross DVOR/DME LPC at FL220 or above. Maintain FL240 and wait for further clearance.

NOTE: Due to restrictions of DVOR/DME GDV, and when its coverage is not sufficient below FL150, radar vectoring guidance will be provided.

DVOR/DME LPC overflying is mandatory in order to assure the standard separation between aircraft.

CONTINGENCY DEPARTURE

In the event of failure of one or more radio aids that support departures from RWY 25, proceed as follows:

Climb on runway heading to FL90. Turn following ATC instructions.

Minimum climb gradient of 10.4% up to FL70.

In case of communications failure, proceed according to section ENR 1.8, item "Air-ground communications failure" in AIP-ESPAÑA.

aeroterrestres" de AIP-ESPAÑA. En caso de viraje a la izquierda, tener especial precaución debido a altitudes mínimas elevadas por causas de la orografía.

In the event of turning left, special attention must be taken into account because of high minimum altitudes due to orography.

COORDENADAS WAYPOINTS // WAYPOINTS COORDINATES	
WAYPOINT	COORD
BIMBO	31°25'17"N 016°01'58"W
KONBA	31°18'03"N 015°18'06"W
SAMAR	30°53'59"N 014°24'56"W
KASAS	29°59'11"N 015°46'07"W
SARAY	29°45'31"N 014°09'27"W
BRICK	29°35'29"N 016°22'22"W
SARAY	29°45'31"N 014°09'27"W
VASTO	30°30'34"N 013°34'22"W
KORAL	29°43'53"N 012°34'42"W
LZR	29°09'56"N 013°30'40"W
LTE	28°56'53"N 013°36'04"W
LARYS	28°52'19"N 014°50'03"W
VANUR	28°42'29"N 017°36'38"W
BV	28°36'06"N 017°45'24"W
TFS	28°00'09"N 016°41'15"W
TFN	28°32'13"N 016°16'07"W
ARTEM	28°24'33"N 016°02'03"W
GDV	28°04'38"N 015°25'43"
LPC	27°49'43"N 015°25'56"W

SALIDAS NORMALIZADAS POR INSTRUMENTOS (SID) RNAV1

STANDARD INSTRUMENT DEPARTURES (SID) RNAV1

Carta incluida en el área de reducción de velocidad de CANARIAS TMA:

Chart included in the canarias tma speed adjustment area:

IAS MAX 250 kt a FL100 o inferior excepto vuelos militares en misiones operativas o de defensa aérea o cuando sus características de operación no lo permitan.

MAX IAS 250 kt at FL100 or below, except military flights on operational or air defence missions or when the operational characteristics do not allow for it.

NOTAS APLICABLES A TODAS LAS SID:

NOTES APPLICABLE TO ALL SID:

- Se requiere aprobación RNAV1.
- GNSS requerido.
- Autorización inicial atc: ascender a FL120 y esperar posterior autorización.

- RNAV1 approval required.
- GNSS required.
- Initial clearance: climb to FL120 and wait for further clearance

Número de serie Serial number	Descriptor de trayectoria Path Terminator	Identificador de punto de recorrido Waypoint identifier	Sobrevuelo Fly-over	Curso/derrota Course/Track °M (°T)	Variación magnética Magnetic variation	Distancia Distance (NM)	Dirección de viraje Turn	Altitud Altitude (ft)	Velocidad Speed (kt)	VPA/TCH (°/ft)	Especificación de navegación Navigation specification
							direction				
BIMBOST RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARACO // Minimum climb gradient 6.0% up to ARACO.											
1	CF	TFS	-	285 (291.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	ARACO	-	297(303.1)	+4.4	16.0	R	-	-230	-	RNAV1
3	CF	BIMBO	-	021 (22.6)	+4.4	193.6	-	-	-230	-	RNAV1
KONBAST RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta ARACO // Minimum climb gradient 6.0% up to ARACO.											
1	CF	TFS	-	285 (291.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	ARACO	-	297(303.1)	+4.4	16.0	R	-	-230	-	RNAV1
1	CF	KONBA	-	034 (033.4)	+4.4	205.1	-	-	-230	-	RNAV1
VASTO6Y RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta TF521 // Minimum climb gradient 6.0% up to TF521.											
1	CF	TFS	-	285 (291.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	TF521	-	123(108.1)	+4.4	18.0	R	-	-230	-	RNAV1
3	CF	TERFE	-	34 (28.7)	+4.4	25.0	-	-	-230	-	RNAV1
2	TF	VASTO	-	47 (43.1)	+4.4	193.0	R	-	-230	-	RNAV1
SAMAR6Y RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta TF521 // Minimum climb gradient 6.0% up to TF521.											
1	CF	TFS	-	285 (291.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	TF521	-	123(108.1)	+4.4	18.0	R	-	-230	-	RNAV1
3	CF	TERFE	-	34 (28.7)	+4.4	25.0	-	-	-230	-	RNAV1
2	TF	SAMAR	-	31 (33.4)	+4.4	185.3	R	-	-230	-	RNAV1
KORAL6Y RNAV1 Pendiente mínima de ascenso 6.0% hasta TF521 // Minimum climb gradient 6.0% up to TF521.											
1	CF	TFS	-	285 (291.9)	+4.4	-	-	4600	-230	-	RNAV1
2	TF	TF521	-	123(108.1)	+4.4	18.0	R	-	-230	-	RNAV1
3	CF	TERFE	-	34 (28.7)	+4.4	25.0	-	-	-230	-	RNAV1
2	TF	KORAL	-	71 (63.3)	+4.4	208.4	R	-	-230	-	RNAV1



OBSTÁCULOS CERCANOS // CLOSE-IN OBSTACLES					
OBSTÁCULOS OBSTACLES	RWY	LATITUD LATITUDE	LONGITUD LONGITUDE	HGT (ft)	ALT (ft)
Terreno // Ground	25	28° 03' 03.4"N	16° 41' 25.8"W	-	1388
Terreno // Ground	25	28° 02' 31.8"N	16° 37' 33.2"W	-	598
Terreno // Ground	25	28° 02' 31.3"N	16° 37' 32.8"W	-	581

Capítulo 7

Parte III: Pliego de condiciones

Según el concepto FRA, todas las aeronaves son susceptibles de operar dentro de un espacio aéreo donde se han implementado las operaciones FRA. Las aeronaves operando en un volumen FRA pueden planificar su trayectoria de manera libre efectuando directos entre los puntos significativos publicados en el espacio aéreo.

No obstante, en el caso de las primeras fases del proyecto HISPAFRA, implementación de las operaciones FRA en el espacio aéreo español, el volumen FRA se encuentra limitado entre dos niveles de vuelo donde las aeronaves tienen permitido planificar de manera libre. De este modo, las aeronaves capaces de hacer uso del volumen FRA implementado por HISPAFRA son aquellas que puedan operar entre los límites verticales establecidos.

En concreto los límites verticales se establecen entre FL245 y FL660 para el UIR Madrid-Barcelona y entre FL305 y FL660 para el UIR Canarias. Esta limitación vertical de las operaciones excluye a la mayoría de la aviación deportiva y otras aeronaves que no pueden operar por encima de este nivel de vuelo.

Por otra parte, relacionado con los procedimientos de salida diseñados, las aeronaves que pueden operar los mismos son aquellas que cumplen con los requerimientos RNP. De este modo, las aeronaves deben incluir una serie de sistemas que cumplan con las especificaciones establecidas que se basan en la precisión, integridad, disposición, continuidad y funcionalidad de los sistemas para este tipo de operaciones.

La Figura 7.1 muestra los requerimientos para la navegación RNP

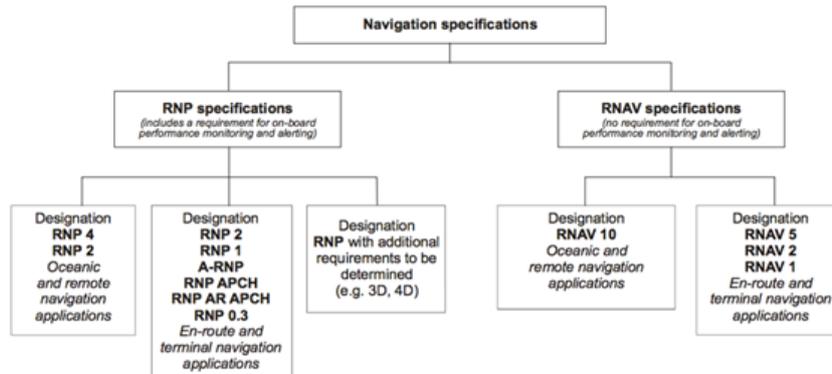


Figura 7.1: Especificaciones de navegación RNAV y RNP [56]

En este sentido, para efectuar los procedimientos de salida propuestos junto con baja o media densidad de tráfico aéreo es necesario disponer de una serie de sistemas que cumplan con los requisitos de precisión, integridad y continuidad.

Se requiere de un sistema GNSS con capacidad stand-alone aprobados por IAW FAA AC 20-138A, TSO-C129a / ETSO-C129a Class A1 o E/TSO-C146 clase gamma Operations Class 1, 2 or 3. Un sistema stand-alone se refiere a aquel que tiene la capacidad de determinar su posición a partir de las señales que recibe sistema de navegación.

También se requiere de un sistema multisensorial que emplee GNSS y esté aprobado por TSO-C129 / ETSO-C129 clase B1, C1, B3, C3 o E/TSO-C145 clase 1, 2 or 3.

Los sistemas embarcados en la aeronave deben cumplir con la tarea de monitorear y alertar a la tripulación de vuelo en caso de no cumplir con los requerimientos del procedimiento o desviarse del procedimiento establecido.

Capítulo 8

Parte IV: Presupuesto

A continuación se detallan los costes económicos del proyecto según las horas que se han empleado y las herramientas que han sido necesarias. Para efectuar el proyecto se han invertido cerca de 382 horas. La Tabla 8.1 desglosa el tiempo que se ha dedicado a cada una de las tareas del estudio.

Concepto	Horas
Recopilación información	70
Marco teórico	70
Análisis trayectorias	50
Análisis espacio aéreo	70
Diseño cartas	30
Desplazamientos	7
Presentación	10
Reuniones	20
Elaboración cartas	55

Tabla 8.1: Horas invertidas en el proyecto

A partir de las horas empleadas en cada una de las tareas se calculan los costes de personal teniendo en cuenta el coste por hora de trabajo de un ingeniero junior y uno senior.

Personal	Coste/hora [€]	Horas	Coste [€]
Ingeniero Junior	15	382	5730
Ingeniero Senior	30	20	600

Tabla 8.2: Coste de personal

Una vez calculado el coste relativo a los trabajadores, se establece el coste que le supone al cliente el uso que se ha hecho del equipo hardware y los diferentes softwares de diseño y cálculo empleados.

En materia de hardware se ha empleado un ordenador con un coste de 1100€. El ordenador fue adquirido en 2018 para ser empleado a lo largo de la etapa formativa en la Universidad.

Es por ello que se establece un plazo de 4 años para amortizarlo. Teniendo en cuenta que desde septiembre de 2018 a junio de 2022 han habido 951 días laborales se establece la siguiente expresión para calcular el coste por el uso del equipo hardware.

$$\frac{382\text{horas} \cdot 1100\text{€}}{951\text{días} \cdot 8\frac{\text{horas}}{\text{días}}} = 55,23\text{€} \quad (8.1)$$

Una vez analizado el hardware se realiza el mismo proceso para el software empleado para los diseños y cálculos efectuados. Los precios de las licencias de cada uno de los programas son los que se muestran en la Tabla 8.3.

Software	Precio [€]
Matlab	800 €
Paquete office	99 €
Illustrator	290 €
Flightradar	35 €

Tabla 8.3: Coste licencias software

Para establecer el coste por cada hora de uso que se hace del software se sigue el mismo procedimiento que se ha empleado para calcular el coste del hardware. A continuación se muestra el procedimiento seguido para calcular el coste por el uso del software.

$$Matlab = 800\text{€} * \frac{1}{260\text{días}} * \frac{1}{8\text{horas}} * 50\text{horas} = 19,23\text{€} \quad (8.2)$$

$$Office365 = 99\text{€} * \frac{1}{260\text{días}} * \frac{1}{8\text{horas}} * 382\text{horas} = 18,18\text{€} \quad (8.3)$$

$$FlightRadar24 = 35\text{€} * \frac{1}{260\text{días}} * \frac{1}{8\text{horas}} * 100\text{horas} = 1,68\text{€} \quad (8.4)$$

$$Illustrator = 290\text{€} * \frac{1}{260\text{días}} * \frac{1}{8\text{horas}} * 85\text{horas} = 11,85\text{€} \quad (8.5)$$

La tabla 8.4 desglosa el precio por hora de cada uno de los programas informáticos empleados.

Software	Tiempo de uso [horas]	Precio [€/hora]
Matlab	50	19,23
Paquete office	382	18,18
Illustrator	85	11,85
Flightradar	100	1,68

Tabla 8.4: Coste por el uso del software

Finalmente, la Tabla 8.5 muestra el coste de un espacio de trabajo en un co-working. Dentro del coste del alquiler del espacio se incluye el servicio de internet y de electricidad para el equipo empleado en el estudio.

Concepto	Coste mensual [€]	Periodo(meses)	Coste total [€]
Cuota autónomo general	294	6	1764
Espacio coworking	150	6	900

Tabla 8.5: Coste cuota autónomo y espacio de trabajo

A continuación, la Tabla 8.6 recoge un resumen presupuestario del estudio realizado.

Concepto	Tipo de coste	Coste(€)
Personal	Mano de obra	6330
	Matlab	19,23
Software	Office365	18,18
	Flightradar	1,68
	Illustrator	11,85
Equipo	Ordenador	55,23
	Cuota autónomo general (5 meses)	1764
	Espacio coworking	900

Tabla 8.6: Resumen presupuestario

El coste total del proyecto es de 9100,18 euros.

Capítulo 9

Parte V: Conclusiones

Una vez se han analizado las principales características del espacio aéreo canario y los tráficos que operan es posible alcanzar una serie de conclusiones acerca de la implementación de las operaciones FRA.

Primero de todo, si se comparan las características del espacio aéreo canario con otros volúmenes FRA implementados en Europa, como es el caso de SEE FRA o el espacio aéreo italiano, es posible reconocer una serie de diferencias que hacen que la implementación del concepto de operaciones FRA en Canarias difiera en ciertos aspectos.

Al implementar las operaciones FRA es posible que aumente la impredecibilidad a la hora de determinar los conflictos entre aeronaves y la incertidumbre acerca de la trayectoria de los tráficos. Como se ha podido comprobar en el apartado que analiza el UIR de Canarias, las trayectorias en el espacio aéreo canario no tienen un elevado grado de incertidumbre y los cambios introducidos con HISPAFRA no difieren en gran medida de las trayectorias que se desarrollaban con las rutas ATS.

Este aspecto se debe al hecho de que las rutas aéreas mantienen trayectorias Norte-Sur y viceversa que conectan las Islas Canarias con el continente europeo o tráficos en sobrevuelo conectando Europa con Latinoamérica.

En otros espacios aéreos europeos existe una mayor impredecibilidad debido a las diferentes rutas aéreas que atraviesan estos volúmenes dejando de lado la estructura inflexible que ofrecían las rutas ATS.

Volviendo al caso del espacio aéreo canario, los tráficos en sobrevuelo siguen una trayectoria predecible que no va a variar en gran medida si se compara con las aerovías presentes en la red de rutas ATS. Estas aerovías estaban optimizadas en

gran medida por lo que el impacto en la impredecibilidad no es tan elevado.

En la Tabla 4.1 se comparan las distancias de los tramos mayormente empleados por las aeronaves en sobrevuelo y como se puede apreciar es posible optimizarlas en cierta medida.

Del mismo modo, con respecto a las aeronaves en sobrevuelo, es posible optimizar rutas aéreas planificadas siguiendo la red de rutas ATS o incluso se ha comprobado cómo es posible reducir el pago de tasas de ruta al planificar menos NM a lo largo del espacio aéreo canario.

Este último supuesto se debe tener en cuenta aislando las condiciones en las que se produce el vuelo pues pueden existir condiciones ajenas al propio desarrollo del vuelo que hagan que la ruta deba ser redireccionada con respecto a la ruta ortodrómica. En este sentido, aspectos como el viento pueden ser decisivos para llevar a cabo el desvío y alejarse de la ruta ortodrómica.

Por parte de las aeronaves con origen o destino las Islas Canarias, siguen los procedimientos SID o STAR implementados en la red aeroportuaria por lo que las trayectorias siguen siendo predecibles. Al proponer un rediseño de los procedimientos es posible optimizar las salidas así como reducir las distancias y tiempo de vuelo en esta fase.

En este sentido, los posibles conflictos potenciales que se puedan generar entre las aeronaves en crucero con respecto a las que se incorporan y abandonan el espacio aéreo FRA se asemeja al modelo presente en una red de rutas ATS.

Con respecto a los conflictos en sobrevuelo cabe destacar como el modelo de operaciones FRA permite resolver los conflictos potenciales de las aeronaves sin tener que variar el FL de las aeronaves. Se da la posibilidad de separar los tráficos de manera horizontal haciendo variar el rumbo de una de las aeronaves con el consiguiente ahorro en el consumo de combustible. Este aspecto es decisivo desde el punto de vista medioambiental ya que se reduce el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 como consecuencia de tener que variar el FL de una aeronave.

No obstante, aunque el impacto de la implementación de las operaciones FRA en el UIR Canarias no parezca sea elevado desde el punto de vista de la optimización de las trayectorias, se ha podido comprobar como las distancias planificadas pueden llegar a reducirse. Esta es una de las consecuencias lógicas de la implementación de las operaciones FRA en un espacio aéreo.

También se ha estudiado el caso de aeronaves que planifican alejándose de la ruta ortodrómica, que representa la distancia más corta entre un punto inicial y otro final. Al modificar la trayectoria planificada se reduce la extensión de la ruta aérea a

lo largo del espacio aéreo canario. Esto produce una reducción del coste en materia de tasas de ruta.

Al reducir las distancias se ha podido comprobar como el consumo de combustible se ha reducido, así como las emisiones de CO_2 . Este aspecto es de gran relevancia pues uno de los objetivos principales del concepto de operaciones FRA es reducir el impacto que tiene en la emisión de partículas contaminantes la operación de las aeronaves. La reducción en los rutas de sobrevuelo o en las salidas efectuadas permite reducir en gran medida las emisiones de CO_2 tal y como se ha estimado en los apartados anteriores.

Bibliografía

- [1] EUROCONTROL. “EUROCONTROL Comprehensive Aviation Assessment”. En: *EUROCONTROL* (2022). URL: <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-comprehensive-aviation-assessment>.
- [2] Comisión Europea. “COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL CONSEJO Y AL PARLAMENTO EUROPEO. La creación del cielo único europeo”. En: *Comisión Europea* (1999). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:51999DC0614&from=ES>.
- [3] Cámara de Comercio Barcelona. “Un nou model d’ Aeroport”. En: *Cámara de Comercio Barcelona* (2021). URL: https://premsa.cambrabcn.org/wp-content/uploads/2021/11/Nou_model_aeroport_monografic6.pdf.
- [4] European Comission. “Single European Sky”. En: (). URL: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/single-european-sky_en.
- [5] EUROCONTROL. “EUROCONTROL Comprehensive Aviation Assessment”. En: *EUROCONTROL* (2022). URL: <https://ansperformance.eu/definition/fab/>.
- [6] Jakub Kraus. “Free route airspace (fra) in europe”. En: *Perner’s Contacts* 6.4 (2011), págs. 129-135.
- [7] EUROCONTROL. “Free route airspace. Giving users the freedom to plan a route in Europe’s airspace.” En: *EUROCONTROL* (2022). URL: <https://www.eurocontrol.int/concept/free-route-airspace>.
- [8] ENAIRE. “IMPLANTACIÓN DE OPERACIONES EN ESPACIO AÉREO DE ENCAMINAMIENTO LIBRE ESPAÑOL (HISPAFRA)”. En: *ENAIRE* (2022). URL: https://aip.enaire.es/AIP/contenido_AIC/I/LE_Circ_2022_I_01_en.pdf.
- [9] SESAR Joint Undertaking. “EUROPEAN ATM MASTER PLAN”. En: *SESAR Joint Undertaking* (2022). URL: <https://www.sesarju.eu/masterplan2020>.

- [10] EUROCONTROL. “FLIGHT EFFICIENCY PLAN.Fuel and emissions savings”. En: *EUROCONTROL* (2022). URL: <https://www.eurocontrol.int/publication/flight-efficiency-plan#:~:text=In%5C%20August%5C%202008%5C%2C%5C%20IATA%5C%2C%5C%20CANSO,flight%5C%20efficiency%5C%20and%5C%20emission%5C%20reduction..>
- [11] ENAIRE. “En-ruta 3₃AIP”. En: *ENAIRE* (2022). URL: <https://aip.enaire.es/AIP/AIP-es.html#ENR%5C%203>.
- [12] Yuriy Chynchenko y Volodymyr Kharchenko. “Integrated Algorithm for Compiling and Assessment of Direct Routes Restrictions in Free Route Airspace of Ukraine”. En: *Proceedings of the National Aviation University* 88.3 (2021), págs. 15-22.
- [13] Péter Renner y col. “The Effects of the Introduction of Free Route (HUFRA, Hungarian Free Route Airspace) in the Hungarian Airspace”. En: *Eighth SESAR Innovation Days* (2018).
- [14] EUROCONTROL. “Route network and airspace design”. En: *EUROCONTROL* 1 (2022). URL: <https://www.eurocontrol.int/function/route-network-and-airspace-design>.
- [15] ENAIRE. “En-ruta 5₁AIP”. En: *ENAIRE* (2022). URL: <https://aip.enaire.es/AIP/AIP-es.html#ENR%5C%205>.
- [16] EUROCONTROL. “IFPS Users Manual”. En: *EUROCONTROL* (2022). URL: <https://www.eurocontrol.int/publication/ifps-users-manual>.
- [17] EUROCONTROL. “Flexible Use of Airspace (FUA) AMC/CADF Operations Manual”. En: *EUROCONTROL* (2022). URL: <https://www.eurocontrol.int/publication/flexible-use-airspace-fua-amccadf-operations-manual>.
- [18] Hungaro Control. “Republic of Moldova joins SEE FRA”. En: *Hungaro Control* (2022). URL: <https://en.hungarocontrol.hu/press-room/news/republic-of-moldova-joins-see-fra>.
- [19] BUDAPEST AIRPORT ZRT. “BUD International Airport Traffic 2011-2020”. En: *BUDAPEST AIRPORT ZRT* (2022). URL: https://www.bud.hu/en/budapest_airport/download_area/statistics/traffic_statistics.
- [20] aeroporturi bucuresti. “Air Traffic Statistics. BUCHAREST AIRPORTS NATIONAL COMPANY”. En: *aeroporturi bucuresti* (2022). URL: <https://www.bucharestairports.ro/cnab/en/about-us/air-traffic-statistics>.
- [21] EASA. “Operations in Flight Information Regions: FIR LVIV (UKLV), FIR KYIV (UKBV), UIR KYIV (UKBU), FIR DNIPROPETROVSK (UKDV), FIR SIMFEROPOL (UKFV), FIR ODESA (UKOV), FIR CHISINAU (LUUU), FIR MOSCOW (UUVV), ROSTOV-NA-DONU (URRV) and FIR MINSK (UMMV)”. En: *EASA* (2022). URL: <https://www.easa.europa.eu/domains/air-operations/czibs/czib-2022-01r03>.

-
- [22] EUROCONTROL. “Network Operations Portal. Ukraine Airspace not available”. En: *EUROCONTROL* (2022). URL: <https://www.public.nm.eurocontrol.int/PUBPORTAL/gateway/spec/index.html>.
- [23] EUROCONTROL. “EUROCONTROL Data Snapshot 28 on how re-routing around Ukraine is disrupting traffic flows across a wide area”. En: *EUROCONTROL* (2022). URL: <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-data-snapshot-28-how-re-routing-around-ukraine-disrupting-traffic-flows>.
- [24] Banavar Sridhar, Kapil S Sheth y Shon Grabbe. “Airspace complexity and its application in air traffic management”. En: *2nd USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar*. Federal Aviation Administration Washington, DC. 1998, págs. 1-6.
- [25] Parimal Kopardekar y Sherri Magyarits. “Measurement and prediction of dynamic density”. En: *Proceedings of the 5th usa/europe air traffic management r & d seminar*. Vol. 139. 2003.
- [26] David Gianazza y Kévin Guittet. “Evaluation of air traffic complexity metrics using neural networks and sector status”. En: *Proceedings of the 2nd International Conference on Research in Air Transportation, ICRAT*. 2006, págs. 126-136.
- [27] EUROCONTROL. “FACILITY SPECIFICATION S 20 DED4 RVSM DFS Route Study”. En: *EUROCONTROL* (2022). URL: https://www2.spsc.tugraz.at/people/hofbauer/ATCOSIM/DOC/eec_simulation/facility_spec_pt2.pdf.
- [28] EUROCONTROL. “EUROCONTROL Specification for Monitoring Aids”. En: *EUROCONTROL* ().
- [29] EUROCONTROL. “EUROCONTROL Specification for Medium-Term Conflict Detection (MTCDD)”. En: *EUROCONTROL* ().
- [30] SESAR Joint Undertaking. “EUROPEAN ATM MASTER PLAN”. En: *SESAR Joint Undertaking* (2022). URL: <https://www.sesarju.eu/sesar-solutions/enhanced-tactical-conflict-detection-resolution-cdr-services-and-conformance>.
- [31] INDRA. “SWIM. System Wide Information Management. Leading technology for efficient and reliable SWIM solutions”. En: (). URL: https://www.indracompany.com/sites/default/files/indra_avitech_swim_1.pdf.
- [32] ENAIRE. “FREE ROUTE AIRSPACE IN SPAIN. HISPAFRA. OPERATIONAL CONCEPTP”. En: *ENAIRE* (2022).
- [33] EUROCONTROL. “Route Availability Document (RAD)”. En: *EUROCONTROL* (2022). URL: <https://www.nm.eurocontrol.int/RAD/index.html>.
-

- [34] ENAIRE. “En-ruta 2₂AIP”. En: *ENAIRES* (2022). URL: <https://aip.enaire.es/AIP/AIP-es.html#ENR%5C%203>.
- [35] HungaroControl. “ENR₆ – LHCC – ERCHungary”. En: *HungaroControl* (2022). URL: <https://ais-en.hungarocontrol.hu/aip/2022-05-19/>.
- [36] EUROCONTROL. “Free Routes Airspace (FRA). Design Guidelines”. En: *EUROCONTROL 1* (2022). URL: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-11/fra-design-guidelines-1.0.pdf>.
- [37] ENAIRE. “En-ruta 4₄AIP”. En: *ENAIRES* (2022). URL: <https://aip.enaire.es/AIP/AIP-es.html#ENR%5C%204>.
- [38] EUROCONTROL. “European Route Network Improvement Plan (ERNIP) - Part 1”. En: *EUROCONTROL 1* (2022). URL: <https://www.eurocontrol.int/publication/european-route-network-improvement-plan-ernip-part-1>.
- [39] David Šišlák, Přemysl Volf y Michal Pěchouček. “Agent-based cooperative decentralized airplane-collision avoidance”. En: *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 12.1 (2010), págs. 36-46.
- [40] Victor Fernando Gómez Comendador Francisco Javier Sáez Nieto Luis Pérez Sanz. *La navegación aérea y el aeropuerto*. AENA unidad editorial, 2015.
- [41] Francisco Javier Sáez Nieto. *Navegación aérea: posicionamiento, guiado y gestión del tráfico aéreo*. Garceta Grupo Editorial, 2012.
- [42] Steven T Shorrock. “Errors of perception in air traffic control”. En: *Safety science* 45.8 (2007), págs. 890-904.
- [43] ministerio de la presidencia relaciones con las cortes y memoria democrática. “Real Decreto 894/2002 de 30 de agosto”. En: (). URL: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-17316>.
- [44] EUROCONTROL. “Operational Safety Study: Conflict detection with adjacent sectors”. En: *EUROCONTROL 1* (2019). URL: <https://www.eurocontrol.int/publication/conflict-detection-adjacent-sectors>.
- [45] Jet-A1-Fuel.com. “Jet A1 Price”. En: *Jet-A1-Fuel.com* (2022). URL: <https://jet-a1-fuel.com/>.
- [46] Ioanna Pagoni y Voula Psaraki-Kalouptsidi. “Calculation of aircraft fuel consumption and CO2 emissions based on path profile estimation by clustering and registration”. En: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 54 (2017), págs. 172-190.
- [47] K Kumaş y col. “Estimation of carbon dioxide emissions from airplanes: a case study of a turkish airport”. En: *AIP Conference Proceedings*. Vol. 2178. 1. AIP Publishing LLC. 2019, pág. 030043.

-
- [48] Ioanna Pagoni y Voula Psaraki. “A tool for calculating aircraft emissions and its application to Greek airspace”. En: *Transportation Planning and Technology* 37.2 (2014), págs. 138-153.
- [49] ENAIRE. “Guía de tasas de navegación aérea 2022”. En: *ENAIRE* (2022). URL: https://www.enaire.es/guia_de_tarifas.
- [50] Ministerio del Aire. “Decreto 1675/1972, de 26 de junio, por el que se aprueban las tarifas a aplicar por el uso de la Red de Ayudas a la Navegación Aérea”. En: *Ministerio del Aire* (1972). URL: <https://www.boe.es/boe/dias/1972/07/03/pdfs/A11895-11897.pdf>.
- [51] ENAIRE. “ENAIRE rebaja un 12 % las tasas de ruta en 2019”. En: *ENAIRE* (1972). URL: https://www.enaire.es/es_ES/2018_12_27/ndp_rebaja_tasas_2019.
- [52] ENAIRE. “Página ICARO XXI”. En: *ENAIRE* (2022). URL: <https://notampib.enaire.es/icaro>.
- [53] Brunilde Girardet y col. “Wind-optimal path planning: Application to aircraft trajectories”. En: *2014 13th International Conference on Control Automation Robotics & Vision (ICARCV)*. IEEE. 2014, págs. 1403-1408.
- [54] Karim Legrand y col. “Aircraft trajectory planning under wind uncertainties”. En: *2016 IEEE/AIAA 35th Digital Avionics Systems Conference (DASC)*. IEEE. 2016, págs. 1-9.
- [55] EUROCONTROL. “Flight level orientation scheme - EUROCONTROL NM area”. En: *EUROCONTROL* (2022). URL: <https://www.eurocontrol.int/publication/flight-level-orientation-scheme-eurocontrol-nm-area-may-2021>.
- [56] FAA. “FAA”. En: *FAA* (2022). URL: [https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aim_html/chap1_section_2.html#:~:text=RNAV%20Navigation%20Specifications%20\(Nav%20Specs,within%20a%20defined%20airspace%20concept..](https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aim_html/chap1_section_2.html#:~:text=RNAV%20Navigation%20Specifications%20(Nav%20Specs,within%20a%20defined%20airspace%20concept..)