



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



GRADO EN INGENIERÍA AEROSPACIAL

TRABAJO FINAL DE GRADO

DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS Point-in-Space  
LPV PARA EL HELIPUERTO DE AIRBUS  
HELICOPTERS (ALBACETE, ESPAÑA) BASADO  
EN TECNOLOGÍA GNSS Y UTILIZANDO EGNOS  
COMO SISTEMA DE SATÉLITES DE  
AUMENTACIÓN EUROPEO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

Alumno: Lucía Senchermés Cháfer

Empresa: Airtech Levante, S.L.

Tutor: Pablo Senchermés Morales

Tutor UPV: Israel Quintanilla García

Cotutor UPV: Pedro Yuste



# ÍNDICE MEMORIA

PREÁMBULO .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	5
1.1. ANTECEDENTES .....	7
1.2. OBJETIVOS .....	9
1.3. AIRBUS HELICOPTERS .....	10
1.4. ESTADO DEL ARTE DE LOS PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACIÓN INSTRUMENTAL .....	11
2. GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS (GNSS).....	15
2.1. ASPECTOS GENERALES.....	17
2.1.1. <i>Características SIS</i> .....	20
Precisión: .....	20
Integridad: .....	20
Continuidad: .....	20
Disponibilidad:.....	21
2.1.2. <i>Principios de funcionamiento de los servicios de posicionamiento:</i> .....	21
GNSS Absoluto .....	21
Cálculo de la posición de un punto por pseudodistancias: .....	21
Cálculo de la posición de un punto por diferencias de fase:.....	22
GNSS Diferencial .....	23
DGPS con pseudodistancias de código: .....	23
2.2. NAVSTAR GPS .....	24
2.2.1. <i>Generalidades</i> .....	24
2.2.2. <i>Segmento Espacial</i> .....	26
2.2.3. <i>Segmento de Control</i> .....	30
3. SISTEMAS DE AUMENTACIÓN.....	35
3.1. SISTEMA DE AUMENTACIÓN BASADO EN LA AERONAVE (ABAS).....	39
3.1.1. <i>Generalidades</i> .....	39
3.1.2. <i>RAIM</i> .....	40
3.1.3. <i>AAIM</i> .....	41
3.1.4. <i>Modelos Dinámicos (ADM)</i> .....	43
3.2. SISTEMA DE AUMENTACIÓN BASADO EN SATÉLITE (SBAS) .....	44
3.2.1. <i>Descripción general</i> .....	44
3.2.2. <i>Sistemas SBAS actuales</i> .....	45
3.2.3. <i>European Geostationary Navigation Overlay System (EGNOS)</i> .....	47
Visión General .....	47
Servicios.....	49
Aplicaciones.....	50
Arquitectura .....	51
Segmento terrestre .....	52
RIMS:.....	52
MCC: .....	53
NLES:.....	54
Support Facilities (Instalaciones de apoyo): .....	54
EWAN:.....	55
Requerimientos del servicio SoL de EGNOS.....	55
3.3. SISTEMA DE AUMENTACIÓN BASADO EN TIERRA (GBAS) .....	61
3.4. SISTEMA DE AUMENTACIÓN REGIONAL BASADO EN TIERRA (GRAS) .....	63
4. PROCESO DE PROCEDIMIENTOS DE VUELO INSTRUMENTAL .....	65
4.1. GENERALIDADES.....	67
4.2. PASOS DE UN IFP .....	69



5.	DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DE VUELO INSTRUMENTAL .....	75
5.1.	INTRODUCCIÓN .....	77
5.1.1.	<i>Procedimientos de Aproximación instrumental</i> .....	77
5.2.	HELIPUERTO DE AIRBUS HELICOPTERS EN ALBACETE .....	79
5.2.1.	<i>Descripción del helipuerto</i> .....	79
5.2.2.	<i>Datos del helipuerto</i> .....	81
5.3.	SEGMENTO VISUAL .....	82
5.3.1.	<i>Análisis de las posibles trayectorias para el segmento visual</i> .....	82
5.3.2.	<i>Definición del segmento visual</i> .....	85
	Longitud del tramo visual: .....	86
	Ángulo de descenso del tramo visual (VDSA): .....	87
	Definición de la OCS: .....	87
	Definición de las OIS: .....	89
	Definición de las OAS: .....	90
	Punto de descenso (DP): .....	90
5.3.3.	<i>Evaluación de obstáculos en el VS</i> .....	90
5.3.4.	<i>Definición del PinS</i> .....	92
5.3.5.	<i>Resumen del tramo visual</i> .....	93
5.4.	TRAMO DE APROXIMACIÓN FINAL (FAS) .....	94
5.4.1.	<i>Definición de las OAS APV SBAS</i> .....	97
5.4.2.	<i>Evaluación de obstáculos en el FAS</i> .....	101
5.4.3.	<i>Determinación de la OCA/H</i> .....	102
5.4.4.	<i>Definición del FAP</i> .....	103
5.4.5.	<i>Resumen del tramo de aproximación final</i> .....	104
5.5.	TRAMO DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA .....	106
5.5.1.	<i>Evaluación de obstáculos en el tramo intermedio</i> .....	106
5.5.2.	<i>Definición del IF</i> .....	106
5.5.3.	<i>Resumen del tramo de aproximación intermedia</i> .....	107
5.6.	TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL .....	108
5.6.1.	<i>Evaluación de obstáculos en el tramo inicial y establecimiento de la altitud mínima</i> .....	108
5.6.2.	<i>Definición del IAF</i> .....	109
5.6.3.	<i>Resumen del tramo de aproximación inicial</i> .....	109
5.7.	TRAMO DE LLEGADA .....	110
5.8.	TRAMO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA .....	111
5.8.1.	<i>Tramo inicial de aproximación frustrada</i> .....	112
5.8.2.	<i>Tramo intermedio de aproximación frustrada</i> .....	113
5.8.3.	<i>Tramo final de aproximación frustrada</i> .....	113
5.9.	RUTA DEL PROCEDIMIENTO .....	114
6.	CONCLUSIONES .....	117

## ANEXOS

1. ESTUDIO DE COMPATIBILIDAD ÁREA
2. DOCUMENTACIÓN MEDIOAMBIENTAL
3. CARTA DE OPERACIONES
4. METEO
5. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL HELIPUERTO
6. LEVANTAMIENTO DE OBSTÁCULOS



## ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Logo Airbus Helicopters.....	10
Ilustración 2. Street View of Airbus Helicopters Base in Albacete.....	10
Ilustración 3. Logos del DoD de USA y de GPS .....	24
Ilustración 4. Configuración “24 expandidos” .....	26
Ilustración 5. Generación y emisión de la señales GPS .....	30
Ilustración 6. Sistema Operacional de Control (OCS) de GPS .....	31
Ilustración 7. Cobertura actual SBAS.....	46
Ilustración 8. Cobertura SBAS en el futuro .....	46
Ilustración 9. Logo EGNOS.....	47
Ilustración 10. Situación elementos EGNOS.....	49
Ilustración 11. Disponibilidad EGNOS para NPA .....	59
Ilustración 12. Continuidad EGNOS para NPA.....	59
Ilustración 13. Disponibilidad EGNOS APV-I.....	60
Ilustración 14. Continuidad EGNOS APV-I.....	60
Ilustración 15. Arquitectura GRAS.....	63
Ilustración 17. Panorámica aterrizaje sentido 13.....	84
Ilustración 18. Panorámica aterrizaje sentido 31.....	84
Ilustración 19. Obstáculos del Tramo Visual en Google Earth .....	92
Ilustración 20. Mapa de colores de la elevación del terreno cercano al lugar de aterrizaje .....	96
Ilustración 21 Captura del soporte lógico de los PANS OPS.....	100
Ilustración 22. OAS APV SBAS.....	101
Ilustración 23. Perfil del procedimiento.....	114
Ilustración 24. Planta del procedimiento .....	114
Ilustración 25. Perspectiva del procedimiento .....	115

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Condiciones VMC*.....	7
Tabla 2. Helipuertos IFR en España .....	12
Tabla 3. Comparación GNSSs .....	18
Tabla 4. Slots de la constelación de referencia GPS.....	27
Tabla 5. Slots expandidos de la constelación GPS.....	27
Tabla 6. Parámetros de referencia orbital GPS .....	28
Tabla 7. Modelos de satélites GPS .....	29
Tabla 8. Niveles de servicio de los Sistemas de Aumentación .....	38
Tabla 9. Requisitos SIS según OACI .....	56
Tabla 10. Rendimiento mínimo SoL EGNOS .....	56
Tabla 11. Resumen de las dimensiones del Helipuerto de Airbus Helicopters España .....	80
Tabla 12. Datos del Helipuerto.....	81
Tabla 13. Rutas principales de despegue y aterrizaje .....	82
Tabla 14. XTT, ATT y semianchura del área para RNP APCH (CAT H).....	88



Tabla 15. Obstáculos en el segmento visual .....	91
Tabla 16. Resummen características PinS.....	93
Tabla 17. Resumen características Tramo Visual.....	93
Tabla 18. Margen de pérdida de altura.....	102
Tabla 19. Valor "adicional" para diferentes valores de GPA.....	103
Tabla 20. Resumen características FAP.....	104
Tabla 21. Resumen características FAS.....	105
Tabla 22. Resumen características IF.....	107
Tabla 23. Resumen características IS.....	107
Tabla 22. Resumen características IAF.....	109
Tabla 23. Resumen características IAS.....	109

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. GNSS.....	17
Figura 2. Clasificación Sistemas de Posicionamiento.....	19
Figura 3. Sistemas de Aumentación.....	37
Figura 4. ABAS.....	40
Figura 5. Mejora en aproximaciones EGNOS.....	49
Figura 6. Esquema EWAN.....	55
Figura 7. Posibles situaciones navegando con EGNOS.....	58
Figura 8. Proceso de los procedimientos de vuelo por instrumentos (IFP).....	68
Figura 9. Diagrama de proceso de un IFP.....	74
Figura 10. Nueva pista de aproximación y despegue (FATO) y configuración de la plataforma 80	
Figura 11. Desviación magnética.....	83
Figura 12. Rutas de aproximación y despegue.....	83
Figura 13. Esquema general de un VS Directo.....	86
Figura 14. Definición del VSDA.....	87
Figura 15. Superficies OCS.....	88
Figura 16. Superficies OIS.....	89
Figura 17. Superficies OAS.....	90
Figura 18. Símbolo de un fly-over point.....	92
Figura 19. Representación de una APCH RNP PinS de apoyo con mínimos LNAV y LPV.....	95
Figura 20. Superficies OAS APV SBAS en planta y alzado.....	98
Figura 21. Sistema de coordenadas.....	98
Figura 22. Fly-by waypoint.....	104
Figura 23. Fases de la aproximación frustrada.....	111



## Preámbulo





El proyecto que va a desarrollarse en el presente documento, elaborado en colaboración con la empresa Airtech Levante, S.L una consultoría y proveedor de servicios de ingeniería, aeronáutica y arquitectura entre otros, trata sobre el diseño y construcción de procedimientos de aproximación instrumental para helicópteros. El procedimiento en concreto, objeto de este documento, se diseña para ser operado en el helipuerto de Airbus Helicopters en Albacete, España.

El procedimiento designado presenta diferentes peculiaridades en relación con los procedimientos convencionales de aproximación. La primera de ellas es que el procedimiento está basado en tecnología SBAS-EGNOS. Actualmente solo existe un procedimiento en España que utiliza EGNOS como SBAS diseñado para las aproximaciones al aeropuerto de Santander y otro que utiliza GBAS en Málaga. Previamente a la tecnología SBAS-EGNOS, la aproximación instrumental y cualesquiera otras operaciones basadas en instrumentos requerían la existencia e instalación de un equipo en tierra de ayudas para la navegación que, en muchos casos, suponían un incremento considerable del precio del aeropuerto o zona de aterrizaje no asequible para los propietarios, no solo por la compra e instalación de las ayudas sino en el mantenimiento de las mismas.

Con la introducción de EGNOS en la aviación, y su certificado SoL (Safety-of-Life) que permite a EGNOS ser usado en aplicaciones aeronáuticas, entre las cuales se encuentra la aplicación objeto de este proyecto, la necesidad de instalar ayudas para la navegación en las cercanías de la zona de aterrizaje desaparece. Con esto se incrementa la posibilidad de implantar procedimientos instrumentales en toda la zona de servicio de EGNOS (lo que incluye Europa y el norte de África). Los proveedores de servicios aeronáuticos que no podían afrontar los elevados precios de las ayudas terrestres para la navegación tradicionales, como aeródromos y helipuertos, tendrán la posibilidad de implementar procedimientos instrumentales con el consecuente beneficio económico y operacional.

Otra de las peculiaridades del procedimiento objeto de este proyecto es que se trata de un procedimiento específico para helicópteros, concretamente para el helipuerto de Airbus Helicopters de Albacete que ofrece servicio a la empresa y sus clientes. La disponibilidad de un procedimiento de aproximación instrumental basado en EGNOS supone un beneficio directo sobre las operaciones comerciales de la empresa Airbus Helicopters, pues los nuevos modelos de helicópteros que fabrican poseen la capacidad de volar procedimientos de este tipo y sin embargo, hasta ahora, cuando se probaba el aparato no se podía comprobar que, efectivamente, esta tecnología funcionaba correctamente pues no existía un procedimiento de este tipo que volar. Así mismo, el procedimiento incrementa la seguridad de la operación del helicóptero bajo cualquier condición meteorológica.

El helipuerto de Airbus Helicopters es un helipuerto de superficie formado por una pista alargada y ha sido diseñado por Airtech Levante, S.L. El helipuerto se ajusta a lo especificado en el Plano 04 "Plano Helipuerto".

Combinando todo lo dicho anteriormente el helipuerto de Airbus Helicopters en Albacete será el único helipuerto civil con procedimientos SBAS-EGNOS de toda España, lo que lo convierte en el helipuerto civil de uso restringido más avanzado del país.





# 1. Introducción





## 1.1. Antecedentes

Un vuelo puede ser operado de dos formas: mediante reglas de vuelo visuales (VFR) o mediante reglas de vuelo instrumental (IFR).

Si un vuelo es operado bajo VFR es necesario que las condiciones meteorológicas bajo las que opera el vuelo sean condiciones meteorológicas visuales (VMC). Por el contrario, un vuelo IFR puede tener lugar bajo ambas condiciones meteorológicas, visuales e instrumentales (IMC).

Exceptuando la operación de VFR especiales (aquellos a los que control de tráfico aéreo autoriza a operar el vuelo dentro de una región del espacio aéreo controlada con condiciones meteorológicas por debajo de VMC), los vuelos VFR operarán solo cuando se cumplan las condiciones de la Tabla 1 que aparece más abajo en referencia a la visibilidad y la distancia a las nubes. Dicha tabla puede encontrarse en el Reglamento del Aire, Anexo 2 a la OACI.

Banda de altitud	Clase de espacio aéreo	Visibilidad de vuelo	Distancia de las nubes
A 3 050 m (10 000 ft) AMSL o por encima	A*** B C D E F G	8 km	1 500 m horizontalmente 300 m (1 000 ft) verticalmente
Por debajo de 3 050 m (10 000 ft) AMSL y por encima de 900 m (3 000 ft) AMSL, o por encima de 300 m (1 000 ft) sobre el terreno, de ambos valores el mayor	A*** B C D E F G	5 km	1 500 m horizontalmente 300 m (1 000 ft) verticalmente
A 900 m (3 000 ft) AMSL o por debajo, o a 300 m (1 000 ft) sobre el terreno, de ambos valores el mayor	A*** B C D E	5 km	1 500 m horizontalmente 300 m (1 000 ft) verticalmente
	F G	5 km**	Libre de nubes y con la superficie a la vista

Tabla 1. Condiciones VMC\*

\* Cuando la altitud de transición sea inferior a 3 050 m (10 000 ft) AMSL, debería utilizarse el FL 100 en vez de 10000 ft.

\*\* Cuando así lo prescriba la autoridad ATS competente:

- a) pueden permitirse visibilidades de vuelo reducidas a no menos de 1 500 m, para los vuelos que se realicen:
  1. a velocidades que en las condiciones de visibilidad predominantes den oportunidad adecuada para observar el tránsito, o cualquier obstáculo, con tiempo suficiente para evitar una colisión; o
  2. en circunstancias en que haya normalmente pocas probabilidades de encontrarse con tránsito, por ejemplo, en áreas de escaso volumen de tránsito y para efectuar trabajos aéreos a poca altura.
- b) Los HELICÓPTEROS pueden estar autorizados a volar con una visibilidad de vuelo inferior a 1500 m si maniobran a una velocidad que dé oportunidad adecuada para observar el tránsito, o cualquier obstáculo, con tiempo suficiente para evitar una colisión.

\*\*\* Las mínimas VMC en el espacio aéreo de Clase A se incluyen a modo de orientación para los pilotos y no suponen la aceptación de vuelos VFR en el espacio aéreo de Clase A.

Como bien se puede leer en el pie de la Tabla 1, los helicópteros pueden estar autorizados a volar con visibilidades inferiores 1500 m siempre que maniobren a velocidades lo suficientemente bajas como para poder esquivar el tráfico pertinente.

A la hora de llevar a cabo una operación IFR, la aeronave debe estar certificada y provista del equipo de navegación adecuado para el tipo de operación a efectuar. De la misma forma, cuando



una aeronave procede con un procedimiento de aproximación instrumental, entre otro tipo de procedimientos, debe estar equipada con los sistemas necesarios para ejecutar la IAP.

Por el contrario, a la hora de llevar a cabo una operación VFR el único requerimiento es la existencia de VMC mientras la operación esté teniendo lugar en la zona en la que se está llevando a cabo (y, obviamente, seguir todas las indicaciones recogidas en la Regulación de Tráfico Aéreo española).

Hasta hace apenas unos años, los helicópteros no estaban bien equipados en términos de sistemas capaces de seguir las ayudas terrestres a la navegación. Esto condicionaba las operaciones de los helicópteros a VFR con condiciones VMC lo cual, en algunos casos, es contraproducente. Parece lógico afirmar que las operaciones de Helicópteros de los Servicios de Emergencias Médicas (HEMS), de extinción de incendios, de salvamento marítimo (SASEMAR en España), etc, no deben estar sujetas a las condiciones de visibilidad o meteorológicas en los momentos de despegue y aterrizaje.

Por este motivo, en los últimos años, se ha incorporado paulatinamente en los modelos de helicópteros en fabricación el equipo necesario para recibir y seguir una señal GNSS, ya que los receptores GNSS son baratos y versátiles en comparación con el resto de aviónica necesaria para otros procedimientos de precisión como ILS, MLS, etc.

A lo largo de la Unión Europea no todos los estados tienen la confianza que deberían en el servicio de SBAS-GNSS, a pesar de haberse demostrado su eficacia en múltiples ocasiones. Pero por otro lado, Estados Unidos lleva efectuando operaciones de tipo SBAS-EGNOS desde hace ya muchos años y ha demostrado ser un servicio con un alto nivel de confianza. Esta es la razón por la que las operaciones SBAS-GNSS en EEUU están completamente desarrolladas y se operan a diario como si se tratasen de procedimientos convencionales.

Como fabricante de helicópteros, Airbus Helicopters, posee a la venta múltiples modelos equipados con navegación GNSS en su base de Albacete, España. La problemática aparece en que actualmente en España no existen helipuertos civiles con procedimientos GNSS aprobados y publicados por ENAIRE en el Servicio de Publicación Aeronáutica (AIP) lo que impide que se teste el sistema de navegación GNSS cuando se realizan las pruebas de los aparatos e incluso se priva al vendedor de probarle al cliente la utilidad de un sistema de este tipo previamente a la compra.

Por este motivo, la compañía solicita el diseño de un procedimiento específico para helicópteros en su helipuerto de Albacete, con el fin de ofrecer mayor seguridad y confianza a sus clientes respecto a las nuevas tecnologías de navegación GNSS que incorporan sus futuras aeronaves.

Con esto no solo se prevé un aumento en la confianza de los clientes para con la empresa, sino, a su vez, la introducción paulatina en territorio español de helicópteros civiles con capacidad de navegación GNSS produciendo una mayor demanda de procedimientos de este tipo, lo que aportaría beneficios tanto económicos como operacionales y mejoras de multitud de servicios públicos apoyados en helicópteros.



## 1.2. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es el diseño de un procedimiento de aproximación Point-in-Space LPV para el helipuerto de superficie de la compañía Airbus Helicopters en Albacete, basado en tecnología GNSS y usando EGNOS (con su certificación de servicio SoL) como Sistema de Aumentación basado en Satélite (SBAS).

La meta final es proveer a los usuarios del helipuerto de un procedimiento de aproximación instrumental que permita el vuelo incluso en IMC a los helicópteros, así como fomentar la confianza de los clientes de la compañía Airbus Helicopters e incrementar las ventas de nuevos modelos con capacidad de vuelo de procedimientos basados en GNSS o la instalación en los modelos antiguos del sistema de navegación GNSS, haciendo posible la operación de este tipo de procedimientos muy comunes a nivel civil en el resto de Europa y USA.

El mayor beneficiario de la implantación del procedimiento es el propietario del helipuerto, Airbus Helicopters, empresa que será introducida en el siguiente apartado. Entre los beneficiarios también pueden encontrarse los clientes de la compañía, que previamente a la compra de un aparato podrán testar todas sus funciones, incluyendo la de navegación GNSS y, en última estancia, los operadores de helicópteros que podrán ejercer una mayor presión sobre el estado para introducir procedimientos de este tipo, que no solo mejoran las operaciones a nivel de beneficios económicos sino también tienen una altísima repercusión en la seguridad operacional.

### 1.3. Airbus Helicopters



# AIRBUS HELICOPTERS

*Ilustración 1. Logo Airbus Helicopters*

Airbus Helicopters es una compañía fabricante de helicópteros creada con el nombre de Eurocopter en 1992 a partir de la unión de las divisiones de Aérospatiale, Francia, y DaimlerChrysler Aerospace AG, Alemania. En julio de 2000, sus dos propietarias se fusionaron para crear EADS, por lo que se añadió a Eurocopter el negocio de helicópteros de Construcciones Aeronáuticas. El 1 de enero de 2014, Eurocopter pasó a llamarse Airbus Helicopters.

Airbus Helicopters es una compañía franco-germana-española totalmente subsidiaria de Airbus Group. Sus factorías se encuentran en Francia (Marignane y La Courneuve), en Alemania (Kassel, Donauwörth y Ottobrunn) y en España (Albacete). Además, Airbus Helicopters se encuentra presente en los cinco continentes por medio de unas 20 empresas subsidiarias o afiliadas distribuidas por todo el mundo.

En 2008, Airbus Helicopters confirmó su primera posición mundial en la fabricación de helicópteros para los mercados civil y de servicios públicos con una cuota de mercado del 53%. Los productos del Grupo representan actualmente el 30% de la flota mundial de helicópteros. El Grupo emplea a aproximadamente 15.600 personas.



*Ilustración 2. Street View of Airbus Helicopters Base in Albacete*



## 1.4. Estado del Arte de los Procedimientos de Aproximación Instrumental

Hoy en día existen numerosos tipos de procedimientos instrumentales para todas las fases de vuelo. En relación con los procedimientos de área terminal se pueden encontrar: Standart Instrument Departures (SID), Standart Unstrument Arrival (STAR) e Instrument Approach Procedures (IAP).

Estos procedimientos pueden operarse de dos formas diferentes dependiendo de las ayudas terrestres NAVD que sea capaz de utilizar la aeronave:

- Procedimientos convencionales
- Procedimientos RNAV y basados en satélite

La base de este proyecto es el diseño de un procedimiento de aproximación instrumental basado en tecnología satélite, por lo que concierne al segundo tipo de procedimientos de los listados con anterioridad.

En el diseño de IAPs en España se pueden usar dos criterios diferentes dependiendo del usuario del procedimiento:

- OACI PANS – OPS Doc 8168, para procedimientos civiles
- AATCP – 1, para militares (criterio específico usado en combinación con el OACI PANS – OPS)

El principal beneficiario de la implementación de este proyecto es AIRBUS HELICOPTERS y sus potenciales clientes. Obviamente, el proyecto está centrado en una aplicación civil, por lo que de entre los dos tipos de criterios mencionados arriba, aplica el OACI PANS – OPS Doc 8168 con las modificaciones de los documentos correspondientes.

La singularidad del diseño de este proyecto es obtener un procedimiento de aproximación instrumental específico para helicópteros. Actualmente, solo hay un tipo de procedimiento específico para helicópteros publicado: procedimientos de aproximación Point-in-Space (PinS).

Un procedimiento de aproximación PinS consiste en un procedimiento RNP APCH por instrumentos para vuelo a un punto en el espacio y tiene en cuenta características propias de los helicópteros tales como la velocidad, los gradientes de ascenso y descenso, la capacidad de giro, la capacidad de mantenerse estático en el aire, entre otros. No existe otro tipo de procedimientos recogidos dentro de los criterios de diseño de IAP de la OACI (PANS – OPS) con estas características. De todas formas es posible diseñar procedimientos para helicópteros siguiendo las indicaciones de los procedimientos para aviones considerando los primeros como aeronaves de categoría A.

Los helicópteros presentan la ventaja de que pueden volar cualquier tipo de procedimiento siempre que sean capaces de mantener las velocidades especificadas en el mismo, ya sean para aviones o helicópteros, mientras que los aviones solo pueden volar los procedimientos especificados para ellos.

A pesar de que los criterios de diseño de procedimientos PinS se publicaron hace ya algunos años (los criterios de diseño de los procedimientos PinS para helicópteros fueron añadidos a la OACI y publicados en 2004), como se ha mencionado en los antecedentes, la aplicación de los mismos es prácticamente nula en algunos estados Europeos, concretamente en España. La



razón principal es que los helicópteros operan la mayor parte del tiempo en visual y su aviónica no es capaz o no está certificada para soportar operaciones instrumentales (esto es cierto para la gran mayoría de los helicópteros en operación actualmente).

Otra de las razones que han impedido que los procedimientos PinS se desarrollasen como estaba previsto es que, como se ha dicho antes, la mayor parte del tiempo los helicópteros operan en visual (VFR), por lo que no hay certificados IFR tipo para la aviónica de los helicópteros que faciliten su instalación y su posterior soporte técnico para las operaciones IFR RNAV. En el caso de que un operador desee proveer a sus helicópteros con este tipo de sistemas deben ser certificados previamente por una DOA (Desing Organization Approval, por sus siglas en inglés) con la consecuente pérdida de dinero, tiempo y recursos humanos.

Pero, la razón más importante por la que actualmente en España no existen procedimientos IAP publicados para helipuertos es que, para implementar IAPs, primero hay que instalar una serie de radio-ayudas terrestres para la navegación en las cercanías del helipuerto para servir de guía durante el proceso de aterrizaje. Estas ayudas convencionales a la navegación aérea (NAVAIDs) están basadas en tecnología desactualizada aunque altamente confiable y funcional y su coste no suele ser asequible para el promotor del helipuerto, no solo por su coste de instalación, sino por su mantenimiento.

La excepción a la regla se encuentra en los helipuertos militares, propiedad del gobierno español. Muchos de ellos disponen de ayudas a la navegación convencionales lo que permite que se opere en ellos procedimientos de vuelo instrumentales actualmente.

La lista con todos los helipuertos españoles, militares y civiles, así como su autorización (VFR/IFR) se puede encontrar en el AIP de ENAIRE, en el AD 1.3. Índice de aeródromos y helipuertos. De este documento recién mencionado extraemos la lista de los helipuertos actuales que tienen autorización para efectuar procedimientos IFR y podemos comprobar que se tratan de helipuertos militares.

Helipuertos / Indicador	Uso	Trafico autorizado	NAVAIDs	Procedimientos publicados
Ciudad Real – Almagro / LEAO	Militar	IFR/VFR	NDB	COPTER NDB 088º COPTER NDB 268º
Logroño – Agoncillo / LELO	Militar	IFR/VFR	NDB DVOR / DME	COPTER NDB 273º
Madrid – Colmenar Viejo / LECV	Militar	IFR/VFR	NDB DVOR / DME	COPTER NDB 073º COPTER VOR A 343º COPTER VOR B 343º
Sevilla – El Coper / LEEC	Militar	IFR/VFR	NDB	COPTER NDB 027º
Valencia – Bétera / LEBT	Militar	IFR/VFR	NDB	COPTER NDB 087º

Tabla 2. Helipuertos IFR en España

Como se puede ver, no existe actualmente ningún helipuerto militar o civil en España que disponga de procedimientos de aproximación instrumental PinS publicados en el AIP.

Además, en múltiples casos los helipuertos están localizados en el interior de ciudades o espacios urbanos. Esto suele suponer que en los alrededores del helipuerto se encuentran



numerosos obstáculos, lo que aumenta el riesgo de la operación, incluso cuando se cumple con los requisitos de diseño del helipuerto.

En el caso de que un helipuerto quiera instalar las ayudas a la navegación necesarias para publicar IAPs, se encuentra con multitud de problemas, empezando por la dificultad (más bien imposibilidad) de certificación como tráfico IFR y terminando por obtener un IAP con valores de OCA/H sin sentido.

Combinando todo lo dicho hasta aquí, es evidente que todas las operaciones de helicópteros civiles en España están regidas por VFR. Pero, las operaciones VFR se pueden describir como peligrosas estadísticamente, lo que indica que sería una mejora para el helicóptero y la seguridad de su operación la introducción de operación IFR regulares. En el caso de las operaciones de rescate de montaña y las de extinción de incendios, por ejemplo, no se benefician de las ventajas de los procedimientos IFR para helicópteros en ruta ya que siguen volando en visual por desconocerse donde se va a dar la emergencia y tienen los mismos riesgos que siempre derivados de su actividad, pero diseñar una red de rutas para los helicópteros HEMS dentro de una región incrementaría altamente la seguridad y confort de la operación, así como el diseño de procedimientos de aproximación y salida de las zonas habituales de despegue y aterrizaje para helicópteros.

Mediante la publicación de procedimientos PinS o PinS LPV se mejora la seguridad de las operaciones efectuadas mediante helicópteros. Las operaciones PinS permiten volar procedimientos IAPs en helipuertos VFR, por lo que no es necesario obtener la certificación IFR para el helipuerto. Por otro lado, los helicópteros deben disponer de aviónica IFR, ya sea GNSS básico para PinS o receptores SBAS para PinS LPV, que son mucho más baratos que la aviónica necesaria para procedimientos convencionales, y no requieren de NAVAIDs en tierra.

Para los procedimientos PinS se aplican los criterios generales de diseño de procedimientos de operaciones, con algunas excepciones o particularidades. En lugar de establecer una Altura/Altitud de Decisión (DA/H) como se realiza en los procedimientos de aproximación de guiado vertical (APVs) basados en SBAS, el procedimiento se vuela hasta una punto en el espacio (PinS) con una Altura/Altitud libre de Obstáculos (OCA/H) donde el piloto, una vez la alcanza, decide si continua con la aproximación de forma visual hasta el lugar de aterrizaje o inicia una maniobra de aproximación frustrada hasta alcanzar un fijo, una ruta alternativa o continuar en ruta.

Un procedimiento PinS Localizer Performance with Vertical guidance (PinS LPV) IAP difiere de un PinS IAP operado con un receptor de GNSS básico solamente en el último tramo de la aproximación. Este último segmento, en el primer caso se vuela basándose en el guiado vertical y horizontal que da el receptor SBAS, mientras que en el segundo caso, el receptor de GNSS básico solo proporciona guiado horizontal al helicóptero.

Esta terminología referente a las aproximaciones puede resultar confusa, por lo que se procede a clarificarla dentro de lo posible.

Un procedimiento PinS IAP basado en GNSS básico se considera una aproximación de no precisión (NPA) en la que solo se proporciona guiado horizontal en el display del piloto.

En un procedimiento PinS LPV se proporciona guiado tanto horizontal como vertical al piloto.



Que se proporcione guiado vertical al piloto no quiere decir que se trate de un procedimiento de aproximación de precisión, pues pueden no alcanzarse los mínimos establecidos para así considerarlo. En este último caso, se considera un procedimiento de aproximación con guiado vertical (APV), pero de no precisión (NPA).

Un APV (Approach Procedures with Vertical guidance) puede sustentarse en tecnología SBAS o baro-altímetro. En el primer caso, el guiado vertical proviene de un Sistema de Aumentación Basado en Satélite y se denomina APV SBAS. En el segundo caso, el piloto sigue las instrucciones para el guiado verticales determinadas por un baro-altímetro, y se denomina APV – Baro.

En relación con el APV SBAS, cuando el nivel de operaciones de la señal GNSS alcanza los requisitos de APV – I o APV – II se denomina LPV. Por lo tanto, siempre que la señal SIS de GNSS cumpla los mínimos especificados para la navegación aérea en operaciones de aproximaciones de precisión, se considerará el procedimiento PinS LPV como una aproximación de precisión con guiado vertical. Por el contrario, un procedimiento PinS con GNSS básico, cuya señal no cumple los mínimos establecidos en la OACI para procedimientos de precisión será un procedimiento de aproximación de no precisión (NPA).



## **2. Global Navigation Satellite Systems (GNSS)**





## 2.1. Aspectos Generales

Hoy en día existen dos constelaciones de satélites principales en funcionamiento y que puedan ofrecer el servicio de posicionamiento basándose en las señales de sus satélites: NAVSTAR GPS y GLONASS.

La primera de las constelaciones mencionadas, NAVSTAR GPS, más comúnmente conocida como GPS (Global Position System), pertenece al Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América. La segunda, GLONASS (Global Navigation Satellite System), es propiedad de la Federación Rusa.

Además de las dos principales anteriormente mencionadas, existen dos constelaciones de satélites en desarrollo que estarán operativas en un futuro a medio plazo: COMPASS (o Beidou) perteneciente a China y GALILEO, un proyecto europeo para desarrollar su propia constelación de satélites.

Resumiendo, en la actualidad existen cuatro constelaciones de satélites alrededor del mundo, dos de ellas completamente operativas y las otras dos en puntos de desarrollo avanzados:

- NAVSTAR GPS, propiedad del Gobierno de EEUU.
- GLONASS, propiedad de la Federación Rusa.
- GALILEO, propiedad de la Comisión Europea (a través de la Agencia Espacial Europea, ESA).
- COMPASS (Beidou), propiedad de la República China.



Figura 1. GNSS

De los sistemas mencionados con anterioridad, actualmente el GPS y GLONASS son los únicos con capacidad de proveer servicios de posicionamiento independiente para sus usuarios, y pueden ser usados en combinación con las futuras constelaciones de satélites en desarrollo en la actualidad.



También existen constelaciones de satélites regionales o parciales, que proporcionan servicio de posicionamiento en regiones concretas del mundo, como el QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) que ofrece cobertura en Japón y consta de tres satélites y el IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System) que ofrece cobertura a la India y está compuesto por siete satélites.

Para poder ser usados como medio de posicionamiento, los sistemas GNSS deben de cumplir con una serie de características referentes a las señales que emiten, SIS (Signal In Space).

Cuando un estado autoriza el uso de operaciones basadas en GNSS básico, es este el responsable de determinar si el sistema satisface los requerimientos de performance de la señal en el espacio de acuerdo a lo establecido en el Anexo 10 de la OACI, Telecomunicaciones Aeronáuticas. Así mismo, el estado es responsable de notificar a los usuarios del sistema los momentos en los que la señal no satisfaga los requerimientos mencionados.

Actualmente, ningún sistema GNSS operativo puede utilizarse por sí solo como método único de navegación aérea ya que no se diseñaron para satisfacer los requisitos especificados para la navegación por instrumentos (IFR) además de que son de naturaleza militar y no hay garantías de que operen continuamente para civiles.

Cabe remarcar que GNSS solo hace referencia a las constelaciones de satélites y conceptualmente hay que diferenciarlos de los sistemas de posicionamiento, aunque normalmente las propias constelaciones de satélites funcionen como sistemas de posicionamiento aunque sin la precisión requerida para navegación aérea establecida por la OACI.

Los sistemas de posicionamiento que se pueden encontrar actualmente se clasifican según la figura de la siguiente página.

La siguiente tabla muestra una comparativa entre los diferentes GNSS existentes:

	<b>NAVSTAR</b>	<b>GLONASS</b>	<b>GALILEO</b>	<b>COMPAS</b>	<b>QZSS</b>	<b>IRNSS</b>
<i>Satélites actuales</i>	31	24	6	5 MEO, 5 GEO y 6 IGSO	1	2
<i>Satélites finales</i>	31	27	30	35	3	7
<i>Estaciones en tierra</i>	18	13	37	33	9	20
<i>Nº de órbitas</i>	6	3	3	6	3	-
<i>Cobertura</i>	global	Global	Global	Global	Regional	Regional
<i>Observable</i>	Código/ Fase	Código/ Fase	Código/ Fase	Código/ Fase	Código/ Fase	Código/ /Fase
<i>Integridad</i>	NO	NO	SI	SI	SI	SI

Tabla 3. Comparación GNSSs

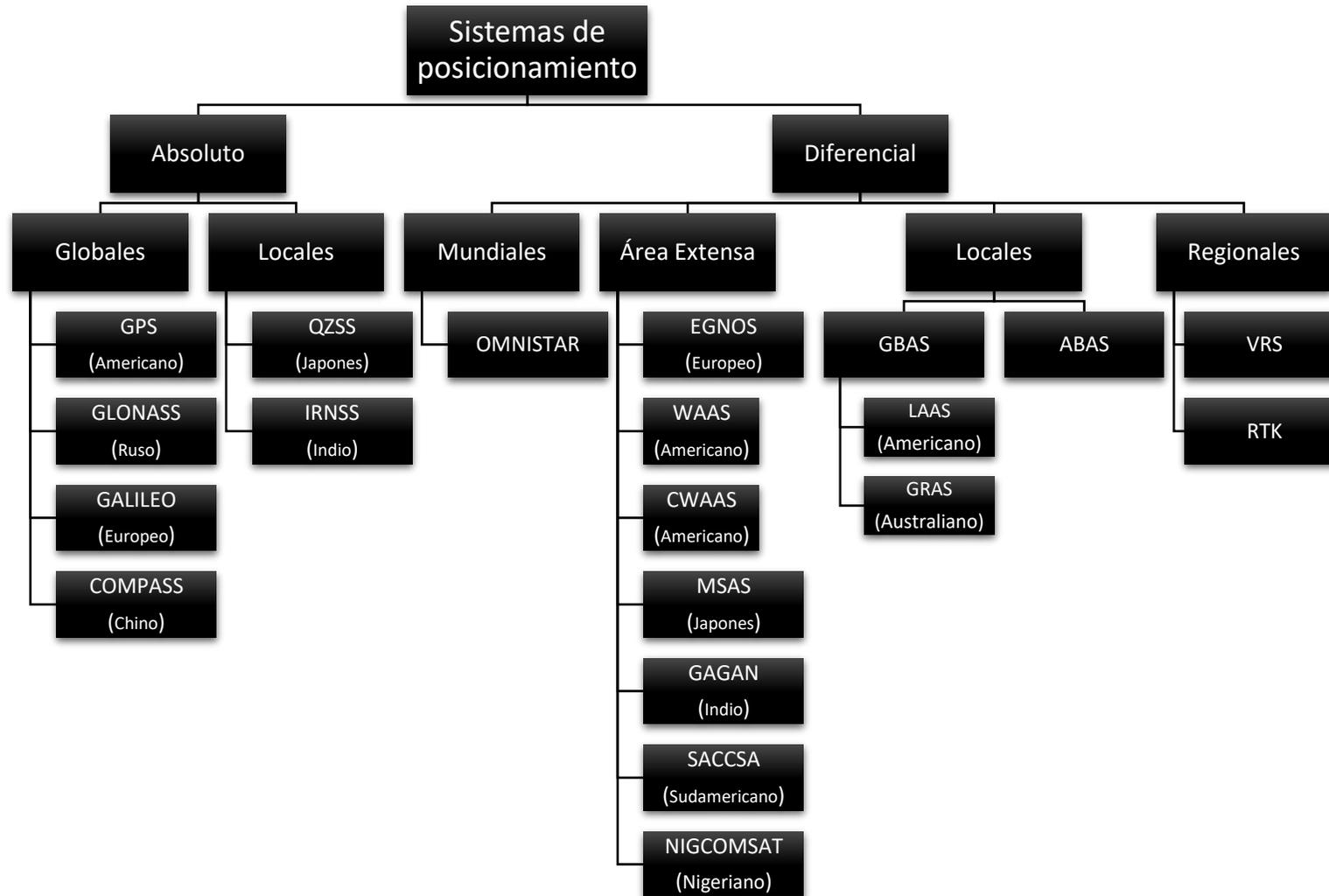


Figura 2. Clasificación Sistemas de Posicionamiento



### 2.1.1. Características SIS

A continuación se describen las características que deben cumplir las señales en el espacio para que una constelación de satélites pueda funcionar como medio único de posicionamiento para la navegación aérea y, como se ve en cada caso, puede no ser suficiente.

Cuando la señal recibida por la constelación de satélites no es suficiente se pueden introducir correcciones dadas por estaciones terrestres. Esto se denomina posicionamiento diferencial y es lo que ofrecen los sistemas de aumentación.

#### **Precisión:**

Es una característica física intrínseca al sistema de navegación, y es la primera que se evalúa para certificarlo. Suele definirse como la diferencia entre la posición estimada y la posición real, y se expresa de forma estadística como un determinado percentil (generalmente 95%) en la distribución (típica) de errores.

Usando únicamente la señal GPS/CA (código aproximativo de uso civil que ofrece la constelación NAVSTAR) el error de precisión es siempre mayor de tres metros y aproximadamente de quince metros (el 95 %). Esta precisión no es suficiente para algunos procedimientos como los aterrizajes.

#### **Integridad:**

Medida de la confianza puesta en la validez de la información (p.ej.: precisión de navegación), proporcionada por el sistema total.

La integridad incluye la capacidad para proporcionar a tiempo alertas que adviertan cuándo el sistema no debe ser utilizado para la operación deseada (p.ej.: la precisión que proporciona excede un determinado nivel denominado Límite de Alarma). En este contexto, el **tiempo de alerta** viene definido como el máximo periodo de tiempo transcurrido entre la ocurrencia de un fallo (p.ej.: un parámetro fuera de tolerancias) y la notificación al usuario de que dicho fallo ha ocurrido.

Además el sistema debe contemplar la posibilidad de que se generen falsas alarmas y de que el sistema esté operando fuera de los límites establecidos sin notificarlo al usuario.

GPS no proporciona garantía de que el piloto reciba rápidamente y de manera automática la advertencia de que el sistema tenga una falla, lo que se suele denominar alertas de no utilización.

El tiempo de notificación de GPS es de quince minutos o mayor, lo que no cumple los requisitos para aviación civil.

#### **Continuidad:**

Capacidad del sistema para realizar su función (p.ej.: proporcionar la precisión demandada con la requerida integridad), en ausencia de interrupciones no programadas.

En términos RNP, la continuidad no es más que un tiempo medio entre interrupciones no programadas de disponibilidad.

Se expresa en términos de probabilidad.



### **Disponibilidad:**

Probabilidad de que el sistema sea capaz de proporcionar la precisión requerida (con los correspondientes valores de integridad y continuidad) en la operación deseada. Suele expresarse como un porcentaje de tiempo, evaluado sobre largos periodos (p.ej.: 1 año), en el que el servicio se encuentra disponible al tener en cuenta tanto las interrupciones planeadas como las no planeadas.

Cumplir con las especificaciones de disponibilidad es el requisito que justifica la existencia de satélites redundantes en las constelaciones, para garantizar el funcionamiento del sistema en caso de fallo de algún satélite.

La disponibilidad de GPS es de veinticuatro satélites el 70% del tiempo y de veintiún satélites el 98% del tiempo, lo que no es suficiente como medio primario de navegación.

### **2.1.2. Principios de funcionamiento de los servicios de posicionamiento:**

Cada Sistema Global de Navegación por satélite está compuesto por tres segmentos:

- Segmento Espacial: comprende los satélites de la constelación principal.
- Segmento de Control: compuesto por las estaciones de monitorización, las de transmisión y los centros operacionales de control.
- Segmento usuario: referido a los receptores de los usuarios.

El principio de funcionamiento básico y principal de los servicios de posicionamiento, de forma simplificada, consiste en la transmisión desde los satélites de la constelación principal de una señal de tiempo y un mensaje de datos que incluye los parámetros orbitales (efemérides).

A raíz de la señal transmitida por los satélites, los receptores GNSS calculan su distancia a cada satélite en vista, es decir, aquellos satélites cuya señal transmitida alcanza el receptor. Después de esto, combinando la posición obtenida a través de varios satélites de la constelación, el receptor está capacitado para calcular el tiempo y su posición en el espacio (basándose en un sistema de coordenadas compuesto por tres ejes, Earth Centered – Earth Fixed, que es el sistema de referencia utilizado).

Existen diferentes modelos matemáticos para calcular la posición del receptor, dependiendo de si es GNSS básico o diferencial y del parámetro de la señal recibida del satélite que se tome para el cálculo de la distancia.

### **GNSS Absoluto**

#### Cálculo de la posición de un punto por pseudodistancias:

En primer lugar, con la intención de calcular la posición en el espacio del receptor se debe calcular un “pseudorango”. El pseudorango es la distancia entre el receptor y el satélite en línea de vista, teniendo en cuenta que el tiempo del satélite y el del receptor no están coordinados. Se denomina pseudodistancia porque no es estrictamente una distancia ya que lleva correcciones de tiempo de la desincronización entre el reloj de usuario y el reloj de satélite. Debe de haber un número mínimo de satélites en vista del receptor, concretamente cuatro (cuatro o más medidas de pseudorangos) para determinar la posición en el espacio del receptor y eliminar ambigüedades.



En un caso ideal, si las medidas de pseudorango son precisas y el tiempo del satélite pudiera ser idéntico al del usuario, la posición del usuario podría realizarse con tres satélites ya que solo existirían como incógnitas las tres coordenadas de la posición del usuario. En realidad, el tiempo del satélite difiere del tiempo de usuario y, por lo tanto, existen cuatro incógnitas. Por esta razón, es necesaria una coordenada más para obtener la posición, haciendo necesario el uso de cuatro satélites como mínimo para calcular la solución del problema de navegación.

El modelo genérico usado para la medida de pseudorangos es el siguiente:

$$\tilde{\rho} = \rho + c \cdot (dt - dT) + \epsilon_{eph} + d_{ion} + d_{trop} + \epsilon_{mp} + v_{rec} + \Delta PR_{\Omega}$$

*Ecuación 1*

Donde  $\rho$  es el rango geométrico entre el satélite y el usuario;  $c$  es la velocidad de la luz;  $dt$  es el tiempo del reloj del receptor;  $dT$  es el tiempo del satélite;  $\epsilon_{eph}$  es el error de efemérides;  $d_{ion}$  es el retraso ionosférico;  $d_{trop}$  es el retraso troposférico;  $\epsilon_{mp}$  es el error del efecto multicamino;  $v_{rec}$  es el ruido; y  $\Delta PR_{\Omega}$  es el error relativo debido a la rotación de la tierra.

Una vez el pseudorango es calculado para determinar la posición correcta del receptor en el espacio se deben llevar a cabo algunas correcciones sobre el pseudorango. Estas correcciones incluyen el error del tiempo del reloj del receptor del usuario.

El receptor ejecuta un algoritmo de posicionamiento cuyas entradas son:

- Posición en el espacio de los satélites
- Medidas de pseudorangos
- Factor de corrección del tiempo del receptor del usuario
- Posición inicial estimada del receptor

Con las entradas mencionadas se calcula una posición en el espacio para el receptor del usuario como solución de la ecuación. Con esta solución inicial, se interpola hasta que la solución converja y se obtenga la solución final.

Para posicionamientos precisos es necesario conocer con la mayor precisión posible la posición de los satélites en el espacio en un momento preciso y conocido de tiempo.

#### Cálculo de la posición de un punto por diferencias de fase:

Consiste en la medida de la diferencia de fase de la onda que se recibe del satélite y la enviada al mismo. Conocidas la longitud de onda y la frecuencia de la señal del satélite y teniendo como incógnitas el tiempo del satélite, el número de ciclos enteros entre el satélite y el receptor y la posición del receptor, la expresión resultante es la que sigue:

$$\Phi(t) = \frac{\rho(t)}{\lambda} + f \cdot (dt - dT) + N$$

*Ecuación 2*

Siendo  $\Phi$  la diferencia de fase medida expresada en ciclos,  $\lambda$  la longitud de onda,  $f$  la frecuencia del satélite, y  $N$  el número de ciclos enteros entre el receptor y el satélite en el momento inicial. Esta última incógnita  $N$ , permanece constante.



En la práctica no se puede obtener posicionamiento por fase con técnicas absolutas, ya que no se pueden determinar las ambigüedades por el algoritmo matemático.

Posicionamiento de puntos con medidas Doppler:

Se puede considerar la medida Doppler como la derivada respecto del tiempo de la pseudodistancia de código o de fase.

### **GNSS Diferencial**

Este tipo de medidas de posición es el usado en la navegación aérea pues garantiza los requisitos de precisión, integridad, disponibilidad y continuidad establecidos por la OACI para garantizar la seguridad en la navegación de la aviación civil.

Más conocido como Diferencia GPS (DGPS), el posicionamiento diferencial es una técnica donde se utilizan dos o más receptores. Un receptor, normalmente fijo, se sitúa en el punto de referencia A, del que se conocen sus coordenadas y el receptor remoto B es normalmente móvil (la aeronave para el tópico de este documento). La referencia o estación base calcula las correcciones a las pseudodistancias (Pseudorange Corrections, PRC) y las correcciones de la variación de distancia (Rangerate Corrections, RRC) las cuales son transmitidas al receptor remoto en tiempo real. El receptor remoto aplica correcciones a las pseudodistancias medidas y calcula la posición de los puntos con las pseudodistancias corregidas. La utilización de pseudodistancias corregidas mejora la exactitud del posicionamiento.

Existen dos modelos matemáticos para el GNSS Diferencial, análogos a los de absoluto, por pseudodistancias o por diferencias de fase en la portadora. Se explica solo el primero.

#### DGPS con pseudodistancias de código:

Se calcula la pseudodistancia a la estación de referencia de igual modo al absoluto. En este caso las coordenadas de la estación son perfectamente conocidas por lo que se puede calcular la distancia real. La diferencia entre la pseudodistancia calculada a través de la Ecuación 1 y la calculada a través de las coordenadas reales será la corrección de la pseudodistancia que haya que aplicar (PRC).

A partir de una serie temporal de datos de correcciones pseudodistancias, se puede calcular la corrección de variaciones de distancia RRC en un tiempo determinado mediante una derivación numérica. Conocida el RRC, se conoce la corrección de pseudodistancia en cualquier instante ya que:

$$PRC(t) = PRC(t_0) + RRC(t_0)(t - t_0)$$

*Ecuación 3*

Por lo tanto, el cálculo de la pseudodistancia de cualquier receptor móvil puede hallarse como:

$$R_B(t)_{corr} = R_B(t) + PRC(t)$$

*Ecuación 4*

## 2.2. NAVSTAR GPS

### 2.2.1. Generalidades

El sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema que permite determinar en toda la Tierra la posición de un objeto (una persona, un vehículo) con una precisión de hasta centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema pertenece al gobierno de los Estados Unidos de América y es operado por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos. Fue desarrollado, instalado y empleado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos desde su primer lanzamiento en 1978. Para determinar las posiciones en el globo, el sistema GPS se sirve de 24 satélites en órbita sobre el planeta Tierra, a 20 200 km de altura, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra y utiliza la trilateración.



Ilustración 3. Logos del DoD de USA y de GPS

Actualmente, un número ilimitado de usuarios con receptores tanto civiles como militares pueden determinar su posición y tiempo de forma precisa, en cualesquiera condiciones meteorológicas, de día o de noche, en cualquier parte del mundo.

La Fuerza Aérea de USA es responsable del diseño, desarrollo, operación, sustento y modernización del sistema.

GPS surge a raíz del sistema TRANSIT, que quedó operativo en 1964, y hacia 1967 estuvo disponible, además, para uso comercial militar. Las actualizaciones de posición, en ese entonces, estaban disponibles cada 40 minutos y el observador debía permanecer casi estático para poder obtener información adecuada.

Posteriormente, en esa misma década y gracias al desarrollo de los relojes atómicos, se diseñó una constelación de satélites, portando cada uno de ellos uno de estos relojes y estando todos sincronizados con base en una referencia de tiempo determinado.

En 1973 se combinaron los programas de la Armada y de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (este último consistente en una técnica de transmisión codificada que proveía datos precisos usando una señal modulada con un código de PRN (Pseudo-Random Noise: ruido pseudoaleatorio), en lo que se conoció como Navigation Technology Program (programa de tecnología de navegación), posteriormente renombrado NAVSTAR GPS.



Entre 1978 y 1985 se desarrollaron y lanzaron once satélites prototipo experimentales NAVSTAR, a los que siguieron otras generaciones de satélites, hasta completar la constelación actual, a la que se declaró con «capacidad operacional inicial» en diciembre de 1993 y con «capacidad operacional total» y utilidad civil en abril de 1995.

En 2009, el gobierno de los Estados Unidos ofreció el servicio normalizado de determinación de la posición para apoyar las necesidades de la OACI, y ésta aceptó el ofrecimiento.

El GPS ha crecido como una herramienta global cuyos servicios están integrados en EEUU y en la seguridad global, el crecimiento económico, la seguridad del transporte y son un elemento esencial en la economía mundial. Con la intención de alcanzar el mayor número de usuarios sin menoscabar los intereses de la seguridad, se disponen de dos servicios GPS:

- El Servicio de Posicionamiento de Precisión (PPS) que está disponible para uso militar de los EEUU y los aliados que dispongan del equipo necesario instalado.
- El Servicio Estándar de Posicionamiento (SPS) que en un comienzo se diseñó para uso civil con menor precisión en el posicionamiento que el PPS mediante un efecto conocido como la Disponibilidad Selectiva (SA).

A pesar de que la Disponibilidad Selectiva fue desactivada el 2 de Mayo del 2000, los GPSs actuales siguen teniendo incorporada la opción, por si llegado el momento el DoD de USA decidiera negar la precisión a los usuarios, ya que la SA llegaba a introducir errores de cien metros en la posición. Pese a lo dicho, en 2007 el Presidente de USA anunció que la nueva generación de satélites GPS III no llevaría incorporada la SA.

El gobierno de USA define el Servicio de Posicionamiento Estándar de GPS (SPS) con los siguientes términos:

*“El SPS es un servicio de posicionamiento y temporización proporcionado a modo de señales GPS emitidas en la frecuencia L1. La frecuencia L1 es transmitida por todos los satélites y contiene un código Coarse/Acquisition (C/A) [Literalmente traducido como adquisición basta] en la onda, con un mensaje de navegación que está disponible para el uso civil pacífico, comercial y científico.”*

El Servicio de Posicionamiento de Precisión (PPS) es definido por el Gobierno de los EEUU en los siguientes términos:

*“El PPS es un servicio de posicionamiento y temporización proporcionado a través de las señales GPS de frecuencia L1 y L2. La frecuencia L1, transmitida por todos los satélites Navstar, contiene un código Coarse/Acquisition (C/A) [Literalmente traducido como adquisición basta] en la onda, con un mensaje de navegación que está disponible para el uso civil pacífico, comercial y científico; y un código de precisión (P) con un mensaje de navegación que está reservado para uso autorizado. El código P será habitualmente criptográficamente alterado por el código Y. El código Y no estará disponible para los usuarios que no tengan claves de encriptado válidas. Los satélites Navstar también envían un segundo código P- o Y- (P(Y)-) en la onda con un mensaje de navegación en la frecuencia L2. El mensaje de navegación es el mismo en todos los códigos y frecuencias, pero algunas porciones concretas del mensaje de navegación son criptográficamente alteradas de forma habitual para resultar inservibles a los usuarios que no posean claves criptográficas válidas.*

*Los usuarios autorizados de PPS con claves criptográficas válidas pueden acceder a cualquier combinación de frecuencias, códigos y mensajes de navegación disponibles en función de los que requieran sus misiones individuales o según las limitaciones de sus equipos. Por lo tanto existen algunos usuarios PPS autorizados que únicamente pueden acceder a la frecuencia L1, otros que solo pueden operar con el código C/A y otros que no tienen acceso a las porciones del mensaje de navegación criptográficamente alteradas.*

*Cualquier interrupción planeada del PPS en tiempos de paz será precedida de una notificación de aviso con al menos 48 h de antelación, proporcionada por el DoD al Centro de Información de Navegación de los Guarda Costas y al sistema NOTAM de la FAA (como por ejemplo los calendarios y horarios de mantenimiento de los satélites). Se define interrupción como el periodo en el que el satélite no es capaz de proveer la SIS PPS tal y como se define en el Estándar de PPS. Las interrupciones no planeadas resultado del mal funcionamiento o de mantenimiento no programado serán anunciadas por los Guarda Costas y la FAA a medida que les llegue la información.”*

### **2.2.2. Segmento Espacial**

El segmento espacial consiste en una constelación nominal formada por veinticuatro ubicaciones orbitales o slots, geoméricamente espaciados de forma adecuada, en cada uno de los cuales se encuentra al menos un satélite operativo.

Se trata de un sistema formado por 24 a 32 satélites con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie del globo terráqueo. Están repartidos en 6 planos orbitales de 4 o 5 satélites cada uno a 20.200 km. Su periodo es de 11h 57 m 58,3 s, aproximadamente 12 horas sidéreas, y con una inclinación de 55°. Esta distribución de planos y slots asegura a los usuarios tener cuatro satélites en línea de vista a cualquier hora, en cualquier lugar de mundo.

En Junio del 2011, la Fuerza Aérea de los US completó satisfactoriamente una expansión de la constelación conocida como configuración “24 expandidos”. Tres, de los veinticuatro slots, fueron expandidos y seis satélites reposicionados, de forma que tres nuevos satélites formasen parte de la constelación. De esta forma GPS cuenta con veintisiete slots operativos en su constelación lo que ha mejorado la cobertura en la mayor parte del mundo. Cada slot posee una traza única orbital.

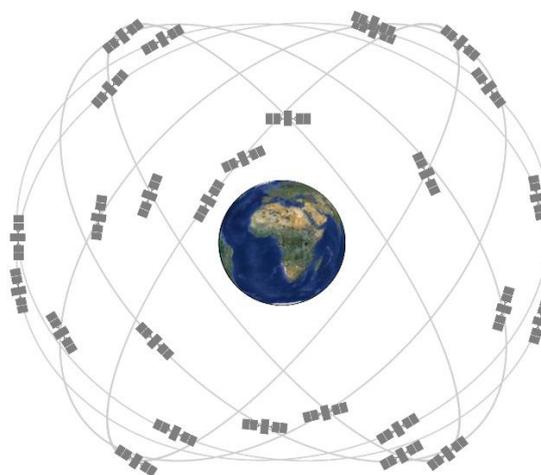


Ilustración 4. Configuración “24 expandidos”



Los slots se definen en la tabla que aparece a continuación. Los satélites se mantienen en sus respectivos slots por las características y tolerancias de su órbita de referencia.

Los slots se especifican en términos de ascensión recta del nodo ascendente (Right Ascension of the Ascending Node) RAAN y el argumento de latitud para una época definida. En la tabla también se da el correspondiente valor de cruce por el ecuador GEC (también dados en longitud geográfica del nodo ascendente GLAN).

<b>Slot</b>	<b>RAAN</b>	<b>Argumento de Latitud</b>	<b>GEC (GLAN)</b>
A1	272.847°	268.126°	127.8°
A2	272.847°	161.786°	74.68°
A3	272.847°	11.676°	179.63°
A4	272.847°	41.806°	14.69°
B1*	332.847°	80.956°	94.27°
B2	332.847°	173.336°	140.46°
B3	332.847°	309.976°	28.78°
B4	332.847°	204.376°	155.98°
C1	32.847°	111.876°	169.73°
C2	32.847°	11.796°	119.69°
C3	32.847°	339.666°	103.62°
C4	32.847°	241.556°	54.57°
D1	92.847°	135.226°	61.40°
D2*	92.847°	265.446°	126.51°
D3	92.847°	35.156°	11.37°
D4	92.847°	167.356°	77.47°
E1	152.847°	197.046°	152.31°
E2	152.847°	302.596°	25.09°
E3	152.847°	66.066°	86.82°
E4	152.847°	333.686°	40.63°
F1	212.847°	238.886°	53.23°
F2*	212.847°	345.226°	106.40°
F3	212.847°	105.206°	166.39°
F4	212.847°	135.346°	1.46°

Tabla 4. Slots de la constelación de referencia GPS

(\*) Los slots marcados con un asterisco son expandibles.

<b>Slots Expandidos</b>	<b>RAAN</b>	<b>Argumento de Latitud</b>	<b>GEC (GLAN)</b>	
B1 se expande a:	B1F	332.847°	94.916°	101.25°
	B1A	332.847°	66.356°	86.97°
D2 se expande a:	D2F	92.847°	282.676°	135.13°
	D2A	92.847°	257.976°	122.78°
F2 se expande a:	F2F	212.847°	0.456°	114.02°
	F2A	212.847°	334.016°	100.80°

Tabla 5. Slots expandidos de la constelación GPS

Los slots con una F detrás son de “fore” (proa) y los que llevan una A de “aft” (popa) y se definen en función de la dirección de movimiento del satélite. Juntas, las dos tablas anteriores, definen



un total de veintisiete localizaciones orbitales y siete variaciones de la constelación “24 expandidos” (la configuración máxima de la constelación expandida).

Los satélites Navstar se encuentran orbitando en una órbita media respecto de la tierra (MEO) a una altitud aproximada de 20.200 km, como ya se ha mencionado con anterioridad. Los parámetros exactos de orbita son proporcionados por el gobierno de los EEUU en la siguiente tabla:

Parámetro de referencia orbital	Valor nominal	Rango de Operación	Tolerancia Requerida
Semieje mayor	26.559,7 km	(*)	(**)
Excentricidad	0.0	0.0-0.02	0.0-0.03
Inclinación	55º	±3º	N/A
RAAN	(***)	±180º	N/A
Argumento del Perigeo	0.0º	±180º	N/A
Argumento de Latitud	(***)	±180º	(*)

Tabla 6. Parámetros de referencia orbital GPS

(\*) El semieje mayor y su periodo orbital deberán ser ajustados para mantener el espacio relativo de los argumentos principales de latitud del satélite entre ±4º de los valores de las épocas, con un año o más entre ajustes.

(\*\*) El valor nominal mostrado ofrece trayectorias estacionarias.

(\*\*\*) Los valores del RAAN y del argumento de latitud dependen del slot considerado.

Considerando los parámetros de referencia indicados en la tabla, el periodo orbital de cada satélite GPS se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{a^3}{G \cdot M_{Tierra}}}$$

Ecuación 5

Donde T es el periodo orbital, a es el semieje mayor de la órbita, G es la constante de gravitación universal y M es la masa del planeta Tierra. En la fórmula mostrada arriba, la masa del satélite no es considerada ya que es despreciable en comparación con la masa del planeta.

Sustituyendo los parámetros por sus valores numéricos:

$$a = 26.559,7 \cdot 10^3 \text{ m}; G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}; M_{Tierra} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg};$$

El periodo orbital obtenido es de aproximadamente doce horas, lo que quiere decir que los satélites dan la vuelta a la tierra dos veces al día.

Esencialmente, estos satélites GPS son la base para los transmisores-receptores, relojes atómicos, computadores y demás equipamiento para la operatividad del sistema. El equipamiento electrónico de cada satélite permite al usuario medir la pseudodistancia al satélite, y éste a su vez emite un mensaje que posibilita al usuario la determinación de la posición



de dicho satélite en cualquier instante. Conocida ésta, el usuario puede obtener su posición sobre la superficie terrestre.

La constelación GPS es una mezcla de satélites antiguos y modernos. En la siguiente tabla se resumen las características generales de las generaciones actuales y futuras de satélites GPS, incluyendo el Block IIA (2ª generación, “Advanced”), Block IIR (“Replenishment”), Block IIR(M) (“Modernized”), Block IIF (“Follow-on”) y el GPS III.

A día 15 de Junio del 2016 había 31 satélites operacionales en la constelación GPS. Este número no incluye los satélites retirados del servicio, también denominados satélites residuales, que siguen en órbita por si surgiera la necesidad de reactivarlos.

Satélites Legacy			Satélites Modernos	
Block IIA	Block IIR	Block IIR(M)	Block IIF	GPS III
<b>0 operacionales</b>	<b>12 operaciones</b>	<b>7 operacionales</b>	<b>12 operacionales</b>	<b>En producción</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Código Coarse Acquisition (C/A) en la frecuencia L1 para usuarios civiles</li> <li>▪ Código de Precisión P(Y) en frecuencias L1 &amp; L2 para usuarios militares</li> <li>▪ Diseñados para 7.5 años de vida útil</li> <li>▪ Lanzados entre 1990 y 1997</li> <li>▪ Último retirado del servicio en 2016</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Código C/A en L1</li> <li>▪ Código P(Y) en L1 &amp; L2</li> <li>▪ Monitorización del reloj de abordo</li> <li>▪ Diseñados para 7.5 años de vida útil</li> <li>▪ Lanzados entre 1997 y 2004</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Todas las señales de la gama legacy</li> <li>▪ Una 2a señal civil en L2 (L2C)</li> <li>▪ Nueva señal militar código M para mejorar la resistencia a sobrecargas</li> <li>▪ Niveles flexibles de potencia de señales militares</li> <li>▪ Diseñados para 7.5 años de vida útil</li> <li>▪ Lanzados entre 2005 y 2009</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Todas las señales del Block IIR(M)</li> <li>▪ 3s señal civil en la frecuencia L5 (L5)</li> <li>▪ Relojes atómicos avanzados</li> <li>▪ Mejora en la precisión, la fuerza de la señal y la calidad</li> <li>▪ Diseñados para 12 años de vida útil</li> <li>▪ Lanzados entre 2010 y 2016</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Todas las señales del Block IIF</li> <li>▪ 4th señal civil en L1 (L1C)</li> <li>▪ Señal de mayor fiabilidad, precisión e integridad</li> <li>▪ Sin Disponibilidad Selectiva</li> <li>▪ Satélites 11+: reflectores laser; servicio de búsqueda y rescate</li> <li>▪ Diseñados para 15 años de vida útil</li> <li>▪ Disponible para lanzamiento en 2016</li> </ul>

Tabla 7. Modelos de satélites GPS

La fuente de frecuencia y la seguridad del sistema, están controlados por relojes u osciladores atómicos. La precisión de un oscilador, o mejor dicho, su estabilidad se caracteriza por dos valores: estabilidad en corto período (short term stability) y estabilidad en largo período (long



term stability), aunque generalmente sólo se nombra el primero. Existen diferentes tipos de relojes, de cuarzo de precisión  $10^{-8}$ , de rubidio y de cesio con precisión de  $10^{-13}$  -  $10^{-14}$ , de hidrógeno con precisión de  $10^{-14}$ - $10^{-15}$ . El significado de la precisión representa lo que tarda la luz en recorrer una distancia de 30 milímetros. Para  $10^{-10}$  indica una variación de un segundo en trescientos años, mientras que  $10^{-14}$ , equivale a un segundo en tres millones de años.

La alta estabilidad del reloj produce la frecuencia atómica estándar (AFS) que genera una señal de reloj a 10.23 MHz, frecuencia fundamental o banda L. Dicha señal es distribuida por el FSDU (Frequency Synthesizer and Distribution Unit) a los otros sistemas. La unidad de datos de navegación (NDU) recibe la información de los datos de navegación actualizada del Segmento de Control (CS) a través del sistema de Telemetría, Ruta y Comando (TT&C). La banda base de navegación genera el ruido pseudorandom (PRN) para generar los códigos y añade la información del mensaje de navegación. El subsistema de banda L modula las secuencias binarias en las frecuencias portadoras L1 (1575.42 MHz) y L2 (1227.6 MHz) que luego son emitidas por el array de antenas en hélice.

Un ejemplo de generación de señal y transmisión de la misma se ilustra en la figura que aparece a continuación para un satélite Block IIA.

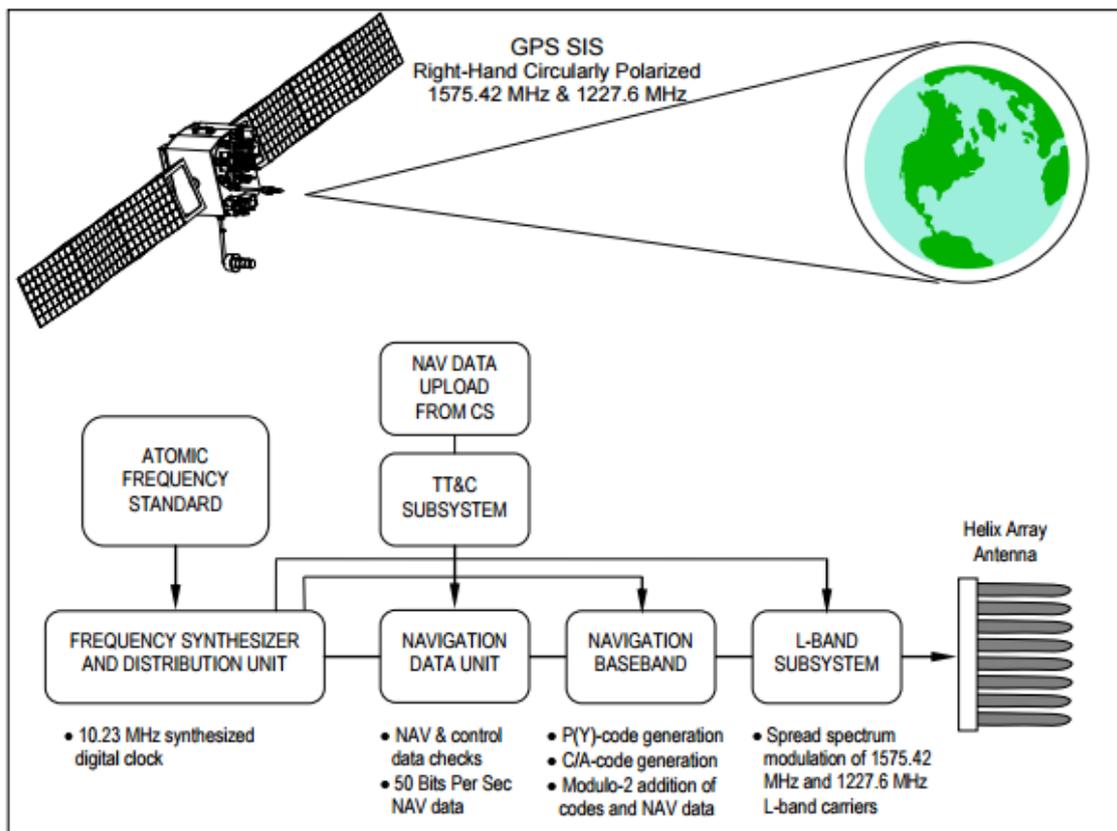


Ilustración 5. Generación y emisión de la señales GPS

### 2.2.3. Segmento de Control

El sector de control es el encargado de controlar y corregir las órbitas de los satélites del sector espacial, así como las de sus relojes u osciladores, obteniendo lo que se denominan, las efemérides. La precisión de estas efemérides permite la determinación de la posición de un

satélite con error menor de un metro en sentido radial, 7 metros a lo largo de la trayectoria y 3 metros en sentido transversal.

El Sistema Operacional de Control está compuesto por cuatro grandes subsistemas: la estación principal de Control (Master Control Station [MCS], y que próximamente será reemplazada por una nueva estación principal de Control [NMCS]), una estación principal de Control de Backup (BMCS, que próximamente será reemplazada por una estación principal de Control Alternativa [AMCS]), una red de cuatro antenas terrestres (Ground Antennas [GAs]) y una red de dieciséis estaciones de monitorización globalmente repartidas (Monitor Stations [MSs]).

Cada satélite se ve desde, al menos, tres estaciones de control, que permite calcular órbitas más precisas y los datos de efemérides, por lo tanto mejorar la exactitud del sistema

Estos cuatro subsistemas y la relación existente entre ellos se muestran la figura que aparece a continuación.

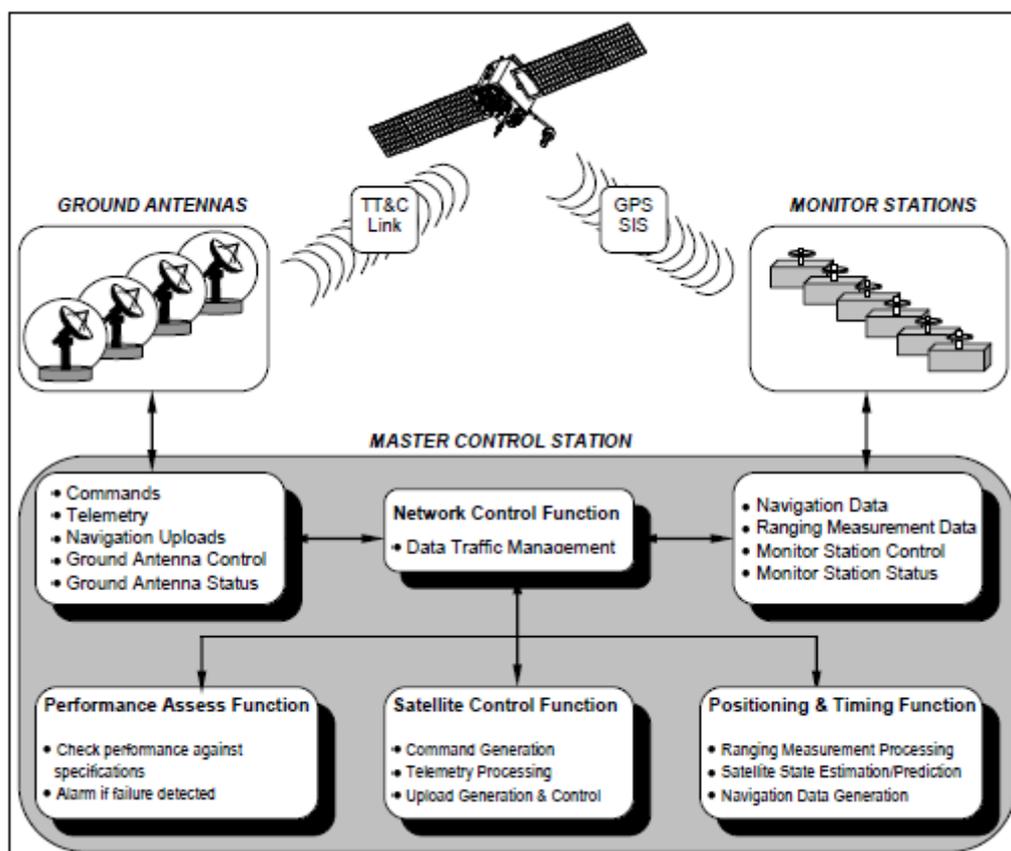


Ilustración 6. Sistema Operacional de Control (OCS) de GPS

La Master Control Station (MCS) se encuentra ubicada en la base aérea de Schriever, en Colorado, y es el nodo central de control de la constelación de satélites GPS. Las operaciones se llevan a cabo las 24 h del día, siete días a la semana, durante todo el año. La MCS es la responsable de todos los aspectos de control y ordenes de la constelación, entre los que se incluyen:

- La monitorización de la carga y las rutinas de conexión del satélite.
- El mantenimiento del satélite y la resolución de anomalías.



- Gestión de las características de la señal SIS de GPS para el soporte de los requisitos estándar.
- Actualizaciones del mensaje de navegación como se requiere para sostener los requisitos de acuerdo con los estándares de precisión e integridad.
- Detección y respuesta a los fallos GPS.

En el caso de que se dé un periodo de tiempo prolongado en el que la MCS se encuentre fuera de servicio, las operaciones GPS se llevarán a cabo a través de la BMCS (más delante de la NMCS a la AMCS).

Actualmente, el Departamento de Defensa de USA no monitoriza ni evalúa el cumplimiento de los requisitos SIS en tiempo real. El Gobierno de los US monitoriza los errores URE (User Range Error, debido a los errores de la señal en el medio de propagación [efemérides, reloj de los satélites, y retraso ionosférico y troposférico]) de la señal SIS de PPS para todos los satélites que se encuentren en línea de vista con las estaciones de monitorización del segmento operacional de control en un tiempo real cercano, para asegurarse de que se alcanzan los requisitos establecidos como objetivos.

Las cuatro antenas terrestres (GAs) ofrecen una interface de telemetría, ruta y comando en tiempo real entre los satélites y la MCS. Las estaciones de monitorización obtienen los datos de la medida del pseudorange en tiempo real de los satélites y el mensaje de datos de navegación grabado y se lo dan a la MCS. También sirven de soporte para el continuo monitoreo del estado de la constelación de satélites.

Las estaciones de monitorización del sistema operacional de control ofrecen un 100% de cobertura en todo el mundo gracias a que cuentan también con las estaciones de la Agencia de Inteligencia Geoespacial Nacional.

El Sistema Operacional de Control es la segunda línea de defensa frente a los posibles errores y anomalías que puedan producirse en la señal de los satélites. La primera línea de defensa la constituyen los satélites en sí mismos. En caso de experimentar cualquier tipo de fallo abordo que pueda resultar en una anomalía en la señal, el satélite tiene se retira automáticamente del servicio. Esta retirada del servicio es llevada a cabo por el satélite cambiando la señal que deberían emitir con el mensaje normal de navegación por una señal con un código PRN de secuencias no estándar y un mensaje de navegación por defecto. Cuando ocurre un fallo que no se pueda solventar con la capacidad de autoretirada del servicio del satélite, el sistema operacional de control responde y solventa el fallo lo más rápidamente posible retirando manualmente el satélite del servicio. La capacidad de retirar manualmente un satélite del servicio depende de la línea de visión de las estaciones terrestres de monitorización, de la visibilidad de las antenas terrestres y de las restricciones del equipamiento y la fiabilidad de las comunicaciones del sistema operacional de control.

Cuando una estación de monitorización está realizando el seguimiento de la señal de un satélite GPS y la estación de control maestra está recibiendo las medidas de la banda L en tiempo real, la estación de control maestra monitoriza los siguientes parámetros referidos a la señal entre otros para ese satélite concreto:

- Error del pseudorange



- Ratio de error del pseudorango (la primera derivada en el tiempo del error del pseudorango, conocido también como “velocidad del error de pseudorango”).

La estación maestra de control no monitoriza directamente la “aceleración del error de pseudorango” (la segunda derivada en el tiempo del error de pseudorango).

El error de pseudorango y la velocidad de dicho error para cada señal de GPS son usados internamente por la estación maestra de control para determinar cómo gestionar cada satélite para asegurarse de que la señal en el espacio cumpla lo establecido en los estándares de funcionamiento (específicamente lo establecido en los estándares de integridad).

Se pueden dar tres casos principalmente:

- Si el error del pseudorango del satélite es lo suficientemente pequeño y crece de forma suficientemente lenta, no es necesaria ninguna acción hasta la siguiente actualización programada de los datos del mensaje de navegación del satélite.
- Si el error del pseudorango del satélite es lo suficientemente grande y crece lo suficientemente rápido, se lleva a cabo una actualización no programada de contingencia para refrescar los datos del mensaje de navegación y restaurar la integridad/precisión de la señal del satélite GPS.
- En casos extremos, cuando el error del pseudorango del satélite es muy grande y crece de forma altamente acelerada existiendo el riesgo de que el satélite pueda superar las tolerancias establecidas para la integridad, la estación maestra de control debe retirar manualmente el satélite del servicio.





### **3. Sistemas de aumentación**





GNSS se compone, además de las constelaciones de satélites antes mencionadas, de los sistemas de aumentación GNSS. Estos sistemas surgen con el objetivo de proporcionar mejoras en las prestaciones de exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad, necesarias para la navegación aérea.

Las constelaciones de satélites no se diseñaron con el objetivo de satisfacer los requisitos necesarios para la navegación IFR, por lo que por sí solas no los cumplen. Por esto, es necesario el sistema de aumentación ya que elimina muchas de las limitaciones de la señal de los satélites obteniendo como resultado una mejora gracias a la cual se puede utilizar el GNSS como sistema de navegación.

Se acuñó el término "aumentaciones" para hacer referencia a las soluciones técnicas que se propusieron para conseguir que el sistema GNSS pudiera ser utilizado en las distintas fases de vuelo.

Los tres tipos de aumentación se basan en la aeronave (ABAS), en el espacio (SBAS) o en estaciones terrestres (GBAS y GRAS).

- ABAS es una solución de aviónica que procesa las señales GNSS para cumplir los requisitos de prestaciones en las fases de vuelo desde ruta a aproximación.
- SBAS: el servicio para aplicaciones críticas (Safety-of-Life, SoL) de EGNOS (como aumentación de GPS) está operativo en Europa desde 2011 y es válido para aviación civil en todas las fases de vuelo. Existen otros tres sistemas de aumentación basados en satélite además de EGNOS en Europa: WAAS en Estados Unidos, MSAS en Japón y GAGAN en la India.
- GBAS: la aumentación GBAS (al sistema GPS) se basa en la transmisión a la aeronave de información complementaria desde una estación en tierra (emplazada en un aeródromo).
- GRAS (Ground Regional Augmentation System) que es una mezcla entre GBAS y SBAS a nivel regional y con mejores características ya que las correcciones son más precisas aun.

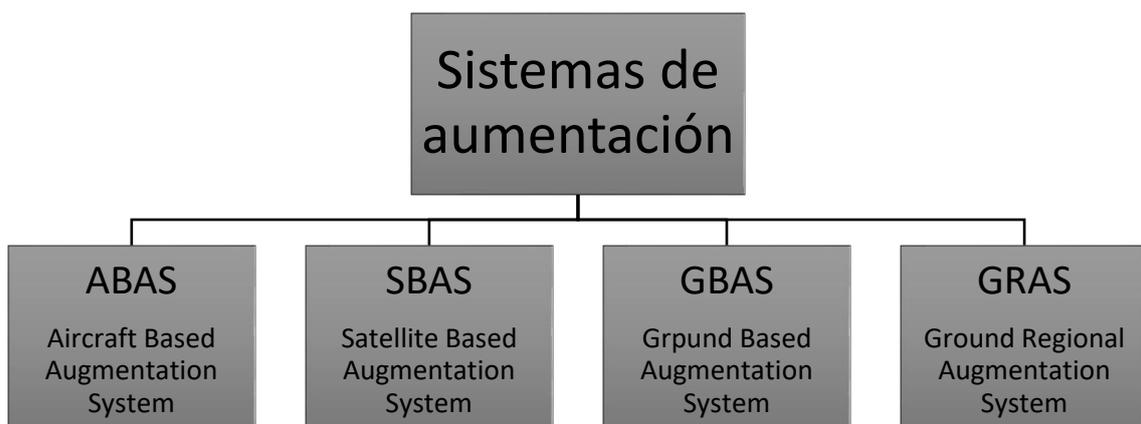


Figura 3. Sistemas de Aumentación

En los subapartados siguientes se describen de forma genérica los sistemas mencionados en el esquema anterior.



Cada sistema de aumentación, capacita a una aeronave a utilizar GNSS como sistema de guiado para las diferentes fases de vuelo. Esto se puede resumir con la siguiente tabla:

Sistema de Aumentación	Oceánico en ruta	Continental en ruta	Terminal	Aproximación y aterrizaje
<b>Constelación de satélites y ABAS</b>	Válido para la navegación cuando el FDE está activo. Necesaria una predicción pre-vuelo de FDE.	Válido para la navegación cuando la RAIM u otra fuente de navegación pueda usarse.	Válido para la navegación cuando la RAIM u otra fuente de navegación pueda usarse.	Válido para aproximaciones de no precisión (NPA) cuando la RAIM esté disponible y otra fuente de navegación pueda ser usada en un aeródromo alternativo.
<b>Constelación de satélites y SBAS</b>	Válido para navegación.	Válido para navegación.	Válido para navegación.	Válido para NPA y APV, dependiendo de las características del SBAS
<b>Constelación de satélites y GBAS</b>	N/A	Las salidas del servicio de posicionamiento GBAS pueden ser usadas como entradas en sistemas de navegación aprobados.	Las salidas del servicio de posicionamiento GBAS pueden ser usadas como entradas en sistemas de navegación aprobados.	Válido para NPA y PA categoría I (potencial para categorías II y III).

*Tabla 8. Niveles de servicio de los Sistemas de Aumentación*

## 3.1. Sistema de Aumentación Basado en la Aeronave (ABAS)

### 3.1.1. Generalidades

A principios de los noventa, muchos operadores de aviones quisieron adoptar rápidamente el GNSS por la disponibilidad y relativamente bajo precio de los receptores GPS. Estos receptores eran usados como ayudas o apoyos a la navegación convencional, ya fuera mediante VFR como IFR. En cuanto fueron conscientes de los beneficios de tener una capacidad de navegación global, demandaron la aviónica necesaria para que pudiese usarse el GNSS para la navegación IFR.

Las constelaciones de satélites principales no se habían desarrollado para cumplir los estrictos requisitos de la navegación IFR. Por esta razón, la aviónica GNSS usada en las operaciones IFR debe aumentar la señal GNSS para asegurar, entre otras cosas, la integridad. ABAS aumenta y/o integra la información GNSS con información disponible a bordo de la aeronave para mejorar las características de la señal obtenida de las constelaciones de satélites.

La técnica más común para obtener ABAS se denomina RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring). La RAIM requiere medidas de rango de satélites redundantes para detectar las señales defectuosas y alertar al piloto. Que requiera señales redundantes quiere decir que la navegación guiada con RAIM puede no estar disponible el 100 % del tiempo. La disponibilidad de la RAIM depende del tipo de operación, es menor cuanto mayor precisión requiera la operación, es decir, la disponibilidad es menor en una aproximación de no precisión que en área terminal y en esta última la disponibilidad es menor que en ruta. Es por esto, que las aprobaciones de sistemas RAIM suelen tener restricciones operacionales.

Otra técnica para obtener ABAS implica la integración del GNSS con otros sensores a bordo de la aeronave como el sistema de navegación inercial (INS).

Muchos estados han aprovechado las ventajas del ABAS/GPS para mejorar el servicio sin incurrir en gastos de infraestructura. El uso de ABAS/GPS es el primer paso en la transición mundial a la navegación GPS en todas las fases de vuelo. El uso de ABAS también proporciona mayor robustez al sistema de navegación ya que los sensores adicionales no sufren los mismos fallos que los de GPS.

Otra de las ventajas del uso de ABAS es que, al encontrarse el sistema completo contenido en el interior de la aeronave, no hay ninguna necesidad de links de comunicación con los satélites o con estaciones en tierra. También desaparece la necesidad de un mantenimiento regular como el necesario cuando existen estaciones en tierra ya que pueden sufrir daños por rayos, terremotos, inundaciones, etc. Pero una de las ventajas más significativas del ABAS es que no se encuentra limitado por latitudes extremas o por las dificultades del terreno que muchas veces limitan la señal del SBAS o la localización de las estaciones en GBAS y GRAS.

Las aprobaciones iniciales de uso de GNSS cubren las fases de en ruta, terminal y aproximaciones de no precisión. Muchos proveedores de servicios han diseñado aproximaciones de no precisión basadas en GPS que ofrecen ventajas significativas ya que se diseñan para ofrecer la trayectoria más efectiva a la pista de aterrizaje, no requiere tramo de viento en cola y provee al piloto, con precisión, de la posición en la que se encuentra a lo largo de todo el procedimiento. Muchos de los procedimientos exclusivos para GPS ofrecen un guiado en línea recta, por lo que suelen ser más seguros que los de circuito.



Algunos estados han aprobado el uso del GPS como el único medio de navegación en zonas de rutas oceánicas. En estos casos la aviónica no solo debe tener la capacidad de detectar un fallo en un satélite (a través de la RAIM), sino que además debe ser capaz de excluir este satélite de entre los que le ofrecen guiado. Esta capacidad se denomina FDE (Fault Detection and Exclusion). Bajo la aprobación pertinente, estas aeronaves con sistemas duales deben efectuar comprobaciones previas al vuelo referentes a si el número de satélites en línea de visión durante toda la operación será el suficiente como para soportar dicha operación.

La aumentación basada en la aeronave puede obtenerse, como ya se ha mencionado brevemente con anterioridad, a través de la combinación de diferentes estrategias o sistemas:

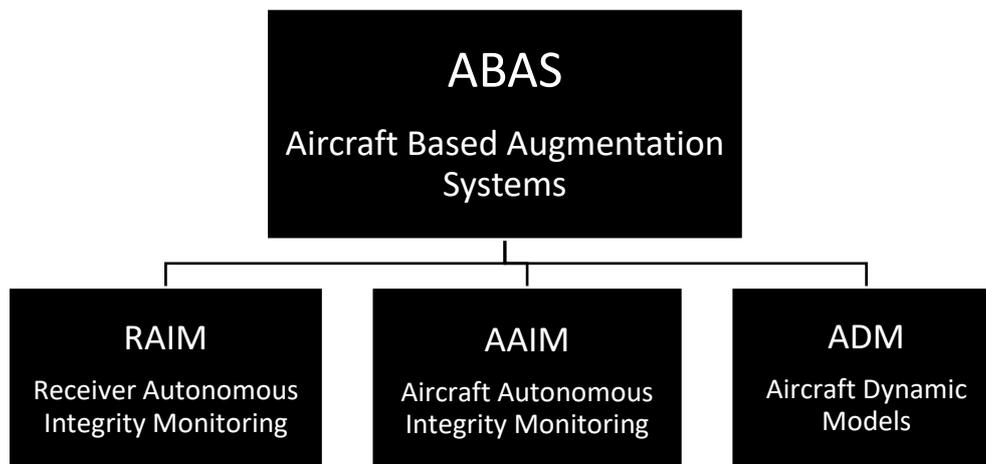


Figura 4. ABAS

En ningún caso un sistema de aumentación ABAS mejor la precisión de la señal GNSS, las mejoras se centran en su integridad y disponibilidad.

### 3.1.2. RAIM

Como queda definido a través de su propio nombre, la RAIM (Receptor Autónomo de Monitorización de la Integridad) es autónoma, por lo que no requiere información de ningún otro sistema, solo requiere información redundante. Si en los modelos matemáticos quedó establecido que eran necesarios cuatro satélites para determinar la posición de un receptor y la RAIM requiere información redundante, serán necesarios como mínimo cinco satélites en línea de vista para poder operar la RAIM.

El sistema RAIM está capacitado para detectar un fallo de una señal de un satélite comparando la información de posición y tiempo obtenida de diferentes combinaciones de cuatro satélites.

Por lo tanto los algoritmos RAIM requieren un mínimo de cinco satélites en línea de vista en una configuración espacial aceptable para llevar a cabo la detección de errores de tamaño inaceptable para el modo de vuelo en el que se esté funcionando. De esta forma se detecta un satélite con señal errónea y el sistema lanza un aviso de advertencia al piloto.

El sistema RAIM convencional solo utiliza FD (Fault Detection), por lo que no dispone de la capacidad de eliminar la señal errónea detectada, solo advierte al piloto de que el sistema está funcionando de forma incorrecta debido a que una de las señales recibidas es errónea. Tras el



aviso del sistema, el piloto debe cambiar el modo de navegación pues no puede seguir usando GNSS como sistema único de guiado.

Con intención de solventar este problema, en las generaciones de RAIM más recientes, se ha añadido la función FDE (Fault Detection and Exclusion). El FDE requiere un mínimo de seis satélites en línea de vista, no solo para detectar cuál de ellos da una señal incorrecta, sino también para excluirlo de la solución de navegación de forma que la función no se vea interrumpida.

Por lo tanto, hay dos tipos de eventos que pueden provocar que salte la alerta RAIM. El primer evento ocurre cuando no hay suficientes satélites en línea de vista o la geometría de los mismos no es la adecuada. La posición estimada de la aeronave continua siendo precisa, pero la capacidad de detectar un fallo desaparece, por lo tanto la integridad del sistema desaparece. El segundo evento ocurre cuando el receptor detecta una señal de satélite errónea. Este tipo de alertas resultan en la pérdida de capacidad de navegación GNSS a no ser que se posea FDE y no se dé el primer evento descrito en este párrafo.

Las entradas en los algoritmos tanto de la RAIM como del FDE son: la desviación estándar de la medida de ruido, la medida geométrica, así como el máximo número de probabilidades de falsa alarma y no detección permitidas.

La salida de dichos algoritmos será el nivel de protección horizontal (HPL) que es el radio de un círculo en el plano horizontal, con su centro en la posición verdadera, el cuál describe la región que está asegurada para contener la posición horizontal indicada.

Actualmente el uso de sistemas GNSS+RAIM se encuentra muy extendido. En aviación civil se permite el uso de este sistema como sistema principal en rutas oceánicas o remotas, pero debe usarse un sistema suplementario de navegación convencional para operaciones en ruta y de área terminal como las aproximaciones de no precisión (NPAs).

Se debe tener en cuenta que uno de los principales inconvenientes del sistema RAIM es su disponibilidad limitada debido a la necesidad de tener en línea de vista cinco (o seis) satélites, lo que resulta difícil por la geometría espacial de los mismos, las tareas de mantenimiento y las condiciones meteorológicas.

La disponibilidad del sistema (también para receptores GNSS básicos) es menor en las operaciones que se llevan a cabo en latitudes medias, y mejor en el ecuador o en operaciones llevadas a cabo en altas latitudes, debido a la naturaleza de las orbitas de los satélites.

### **3.1.3. AAIM**

Frente al RAIM que utiliza únicamente la señal GNSS para la navegación, el AAIM integra además otros sensores, como el sistema de navegación inercial (INS) que puedan dotar de integridad a los datos de GNSS cuando el sistema RAIM no esté disponible.

La técnica de AAIM es utilizada, habitualmente, en sistemas de navegación con equipamiento multisensor, usando la señal GNSS y otros sensores de navegación, como la altura barométrica y tiempo, con la finalidad de elaborar un control más eficiente de la integridad. Este sistema de aumentación de abordaje, aumenta la disponibilidad del conjunto del sistema de navegación.



El AAIM utiliza la redundancia de la posición estimada a través de múltiples sensores, incluyendo GNSS, para dotar al sistema de una integridad equivalente a la de un sistema RAIM.

El INS no es tan preciso como la navegación por satélite, pero aunque su posición pueda no ser exacta, deberá ser cercana a la real.

Integrar GNSS con Sensores de Navegación Inercial (INS) es una técnica comúnmente usada. Los sensores inerciales consisten en acelerómetros y giróscopos. Estos elementos pueden ofrecer información sobre la posición, velocidad y actitud del avión mediante el procesado de medidas de aceleraciones y velocidades de giro angulares, con respecto a una de referencia.

En general, la solución GNSS por sí misma ofrece una precisión a corto plazo pobre, pero a largo termino la precisión es muy bueno debido a las actualizaciones continuas del sistema de información, mientras que el INS por sí mismo tiene una mala precisión a largo termino ya que los errores de INS aumentan con el tiempo hasta el punto de que no pueden obtener por sí mismos la solución al problema de posicionamiento. Combinando ambos sistemas, el sistema resultante se espera que pueda ofrecer una solución de navegación más robusta y estable comparado con los sistemas por sí solos.

Los sistemas GNSS e INS son complementarios. La solución de navegación GNSS puede corregir los errores del sistema INS que incrementan con el tiempo al actualizar la solución de posición obtenida por este sistema. Además, el sistema INS tiene la capacidad de proporcionar un ratio de soluciones mucho más rápido que el GNSS haciendo el sistema más estable.

Los beneficios de usar el GNSS y el INS son:

- Los sistemas integrados son más precisos.
- Información adicional provista por los sensores incrementan la confianza de la soluciones debido a la redundancia.
- Las salidas del sistema integrado pueden ser más rápidas que las de GNSS debido al mayor ratio de soluciones del INS.
- El sistema resultante estará disponible incluso durante las zonas sin cobertura GNSS. El tiempo de disponibilidad dependerá de la calidad del INS.

Además, la robustez de sistema de aumentación resultante se incrementa debido a que los errores de la solución de navegación obtenida por el sistema INS no dependen de los mismos parámetros que los errores de la solución de navegación del sistema GNSS.

Una de las ventajas de este sistema de aumentación es que se trata de un sistema embarcado en la aeronave. Por esta razón, no es necesario establecer conexiones con otros satélites o con receptores terrestres lo que requeriría un programa de mantenimiento regular. El INS es un sistema autónomo embarcado.

Otras de las ventajas de este sistema es que, a veces, la solución de navegación es válida a pesar de haber sido elaborada con menos de cuatro satélites en línea de vista, que es el mínimo número de satélites en línea de vista para obtener la solución y eliminar ambigüedades.

El mayor inconveniente de esta técnica es el alto coste de los sensores que la componen.

### 3.1.4. Modelos Dinámicos (ADM)

Aparte del INS, el uso de modelos dinámicos para la aeronave (ADM) ha sido considerado para su uso en los sistemas de navegación. Se ha investigado la viabilidad de usar modelos matemáticos sobre el comportamiento aerodinámico de la aeronave para apoyar los sistemas de posicionamiento basados en GNSS.

Una de las ventajas más notables de esta técnica es que está basada en primer lugar en un sistema de software, donde los únicos componentes de hardware que se necesitan son sensores para medir las entradas de control en base a las cuales el sistema dinámico calcula la posición, velocidad y actitud de la aeronave.

Adicionalmente, esta técnica está basada en las propiedades aerodinámicas de la aeronave, conocidas y de una naturaleza diferente a la señal de posicionamiento, lo que crea un sistema de mayor confianza e incrementa su robustez, como ocurría en el sistema anteriormente descrito, ya que el sistema resultante tiene fuentes de errores muy diversas.

El ADM consiste en un par de ecuaciones ordinarias diferenciales no lineales a través de las cuales se pueden estimar las fuerzas y momentos aerodinámicos. Estas ecuaciones son función de coeficientes aerodinámicos adimensionales, las deflexiones de la superficie de control y el estado de la aeronave. Para conocer todos estos datos aerodinámicos, las aceleraciones y los ratios de aceleración angular deben derivarse.

Las fuerzas y momentos aerodinámicos depende del movimiento relativo de la aeronave respecto al aire y también de la orientación de la aeronave respecto a la dirección del aire.

Los supuestos de los que parte un sistema ADM son:

- El avión se considera un elemento de cuerpo rígido, con una distribución de masa fija y constante.
- El aire se encuentra en calma respecto de la Tierra (no hay viento, ni efectos de turbulencia entre otros).
- La curvatura de la Tierra es plana, teniendo una curvatura imperceptible (el avión vuela muy cerca de la superficie).
- El valor de la gravedad es uniforme y los centros de gravedad y masas de la aeronave son coincidentes. La gravedad no varía con la altitud.
- La aeronave es simétrica.
- La tierra se encuentra fija en el espacio inercial (sus ejes se encuentran en un marco de referencia inercial).

Las dos causas principales de un error de navegación en ADM son la suposición de que no hay viento y por lo tanto el obviar el valor del mismo y los errores existentes en los coeficientes del ADM. Si se integrase, el INS podría estimar una constante de velocidad de viento y los errores de los coeficientes en el ADM. Asimismo, el ADM podría estimar los errores del INS, como la deriva del giróscopo o el margen de error del acelerómetro. Otras de las desventajas del ADM son las incertidumbres y como medir las entradas de control del piloto. Aunque no es difícil introducir sensores, como los potenciómetros para medir los movimientos de las superficies de control de la aeronave, no suelen ir incorporados en la gran mayoría de las aeronaves de aviación general, por lo que supone un coste extra. Otra desventaja es que cada ADM debe diseñarse para un único tipo de avión en particular.

## 3.2. Sistema de aumentación basado en Satélite (SBAS)

### 3.2.1. Descripción general

El Sistema de Aumentación Basado en Satélite (SBAS) es un sistema de amplia cobertura (Área Regional), por el cual el usuario recibe información de aumentación transmitida desde un satélite. El SBAS complementa las constelaciones principales de satélites “aumentando” la exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad para la navegación, suministradas dentro de un área de servicio que ordinariamente abarca múltiples aeródromos a través de los satélites geoestacionarios.

Aunque inicialmente fue desarrollado para dar una precisión mayor a la navegación aérea, cada vez se está generalizando más su uso en otro tipo de actividades que requieren de un uso sensible de la señal GPS.

Los objetivos de los sistemas SBAS son:

- Incrementar la integridad del sistema para cumplir con los requisitos de un sistema de navegación único. Los estándares civiles requieren el aviso de fallo del sistema en menos de 30 segundos cuando se está en ruta, 10 segundos en una aproximación de no-precisión, y 6 segundos en una aproximación de precisión. En contraste, el sistema GPS puede tardar entre una hora y media y dos horas para notificarle al usuario que ha fallado un satélite.
- Incrementar la exactitud del sistema GPS para cumplir con los requisitos de un medio único de navegación para aproximaciones de precisión. Sin aumentación de ningún tipo, el NAVSTAR-GPS o GLONASS pueden ser utilizados únicamente para aproximaciones de no-precisión (NPA).
- Incrementar la disponibilidad del sistema para cumplir con los requisitos de un medio de navegación único. Actualmente la disponibilidad del sistema GPS varía entre el 95% y 98%. Como consecuencia, se requiere la confirmación de la disponibilidad de los satélites a lo largo de la ruta del GPS previa a cada vuelo en el que se desee utilizar GPS como medio de navegación primario. Esto es debido a que, previamente al SBAS, era necesario dedicar un satélite en línea de visión para la única función de supervisión de la integridad.

Las funciones del SBAS son las siguientes:

- Telemetría: proporcionar señal adicional de pseudodistancia con indicador de exactitud a partir de un satélite SBAS.
- Estado de los satélites GNSS: Determinar y transmitir el estado de funcionalidad de los satélites GNSS.
- Correcciones diferenciales básicas: Correcciones de efemérides y de reloj de los satélites GNSS (rápidas y a largo plazo) que han de aplicarse a las medidas de pseudodistancia.
- Correcciones diferenciales precisas: determinar y transmitir correcciones ionosféricas.

Las ventajas del SBAS son las siguientes:

- Provee una guía tridimensional para aproximaciones de precisión a las aeronaves dentro del área de servicio. Este método de operación del SBAS mejora significativamente los



instrumentos bidimensionales de navegación existentes que no pueden proveer referencias verticales precisas a los pilotos.

- Provee gran precisión (hasta 5 m vertical y hasta 2 m horizontal) y disponibilidad (radiodifunde señales similares al GPS por varios satélites geostacionarios) para aproximaciones de Categoría I, además de integridad (alto nivel de redundancia en el sistema y notificación de fallos en 6 s) para la seguridad del sistema GPS y apoyo a las operaciones de vuelo.
- Reduce las posibilidades de accidentes contra tierra durante vuelos controlados y aproximaciones.
- Elimina los costes asociados en el mantenimiento de los instrumentos de navegación más antiguos con base terrestre tal como los NDB, VOR, DME y los ILS para la Categoría I.
- Reduce el número de piezas de equipos a bordo de la aeronave y requerirá sólo un pequeño receptor montado en la cabina y una antena.
- Permite reducir los estándares que gobiernan la separación entre aeronaves en vuelo, permitiendo alojar un mayor número de ellas en un espacio dado, sin aumentar los riesgos.
- Ahorros de combustible haciendo posible vuelos más directos y aproximaciones más seguras.

El SBAS se pensó para ser un sistema a utilizar desde la fase de vuelo en ruta hasta aproximaciones de precisión de categoría I.

Combinado con las operaciones terminales RNAV, el SBAS pueden soportar las operaciones de en ruta, permitiendo a los estados reorganizar su espacio aéreo de forma más eficiente en caso de que sea necesaria una mayor disponibilidad del mismo en una región determinada. Sin embargo, la responsabilidad de la organización del espacio aéreo pertenece al estado, por lo que es este el que debe tomar la decisión.

Las principales entidades que han desarrollado actualmente sistemas SBAS son los EE. UU. (WAAS), Europa (EGNOS) y Japón (MSAS). Se encuentran en proceso de desarrollo la India (GAGAN), y en proyecto de China (SNAS) y Latinoamérica (SACCSA).

### **3.2.2. Sistemas SBAS actuales**

Hoy en día se pueden encontrar cuatro sistemas de aumentación basada en satélites (SBAS) principales en desarrollo:

- WAAS: Wide Area Augmentation System (WAAS) fue el primer SBAS aprobado para su uso en aviación. Fue desarrollado por la Administración de Aviación Federal (FAA) de los Estados Unidos con el objetivo de mejorar la precisión, integridad y disponibilidad. Con entrada en funcionamiento en Julio del 2003 WAAS sirve a Norte América, con beneficios en Centro América, Sud América y sobre el océano atlántico y pacífico.
- EGNOS: European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) es un SBAS desarrollado por la Agencia Espacial Europea, la Comisión Europea y Eurocontrol. Estando en servicio la función de Safety-of-Life (SoL) desde marzo del 2011, EGNOS provee a Europa y a una porción del norte de África. Desde que se aprobó EGNOS, 445 procedimientos RNAV han sido publicados e implementados en diferentes países. A mediados de 2012 otros 649 se planeaba que fueran implementados. Como añadido a



los procedimientos LNAV y LNAV/VNAV, las autoridades europeas están publicando los procedimientos RNAV referidos como “APV Baro”. Estos procedimientos de aproximación con guiado vertical barométrico en lugar de EGNOS GPS se vuelan hasta una determinada altura/altitud de decisión (DA/H).

- MSAS: El SBAS Japonés, el Multi-functional Satellite Augmentation System (MSAS), ofrece GPS diferencial diseñado para complementar el sistema GPS reportando y mejorando la fiabilidad y precisión de las señales GPS. En funcionamiento desde 2007 ofrece servicio a Japón y el área que lo rodea.
- GAGAN: GPS-Aided Geo-Augmentation Navigation (GAGAN) es un SBAS en fase de implementación en la India que mejora la precisión de la señal GNSS de los receptores mediante señales de referencia. Actualmente bajo desarrollo, GAGAN ofrecerá servicio a la India y el área que la rodea.



Ilustración 7. Cobertura actual SBAS

Sin embargo, el objetivo final es cubrir todos los territorios con alguna clase de sistema SBAS que permita la navegación a lo largo del mundo de forma unificada. Por ello se prevé el desarrollo de otros sistemas como el centro y sud - americano SACCSA, el africano AFI, el SDCM, el MALAYSI y el SNAS, aunque en muchos casos aún son solo una idea.

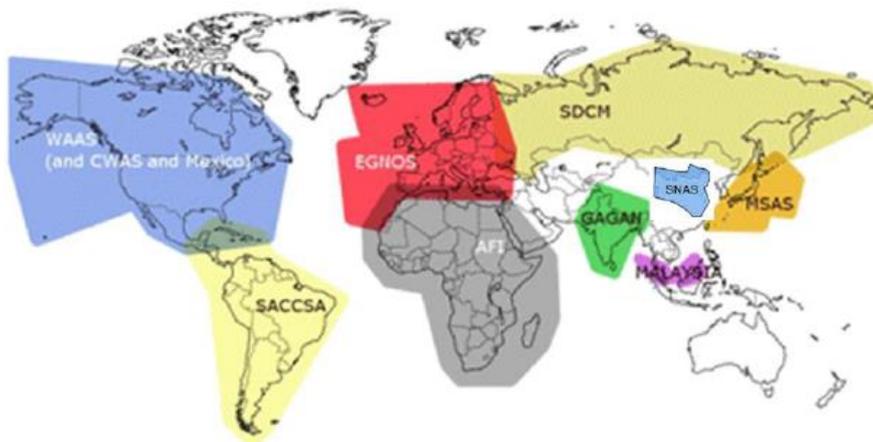


Ilustración 8. Cobertura SBAS en el futuro

A pesar de que todos los sistemas SBAS son regionales debe asegurarse la interoperabilidad y compatibilidad entre ellos. Los proveedores de SBAS deben cooperar y coordinarse entre sí para lograr la interoperabilidad.

La compatibilidad hace cada sistema más efectivo y asegura que todos los sistemas puedan ser integrados en un espacio de navegación aérea continuo e internacional.

### 3.2.3. European Geostationary Navigation Overlay System (EGNOS)

#### Visión General



Ilustración 9. Logo EGNOS

EGNOS, el Servicio de Aumentación Geoestacionario Europeo para la Navegación (European Geostationary Navigation Overlay Service) es la primera empresa de Europa en la navegación por satélite. Fue desarrollado por la Agencia Espacial Europea (ESA) en virtud de un acuerdo tripartito entre la Comisión Europea (CE) y la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea (Eurocontrol).

Varios proveedores de servicios de tránsito están apoyando el programa de desarrollo con sus propias inversiones. En abril de 2009, la propiedad de los activos de EGNOS se ha transferido de la Agencia Espacial Europea a la Comisión Europea que en la actualidad gestiona y financia la entrada de EGNOS en la fase de Prestación de Servicios

EGNOS es el satélite europeo de sistema de aumentación basado (SBAS) que complementa al Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Se difunden, en la frecuencia GPS L1, las señales de integridad en tiempo real, proporcionando información sobre la salud de la constelación GPS. Además, los datos de corrección mejoran la precisión de los actuales servicios de GPS de aproximadamente 10 m hasta aproximadamente 2 m.

El área de servicio EGNOS incluye a todos los estados europeos y tiene la capacidad inherente al sistema para extenderse a otras regiones, como los países vecinos de la UE, África del Norte y, en general las regiones dentro de la cobertura de tres satélites geoestacionarios que se utilizan para transmitir la señal EGNOS

El área de cobertura de EGNOS es Europa Occidental, pero podría extenderse fácilmente a otras regiones dentro del área de difusión de los satélites geoestacionarios, como África, los países de Europa del Este, Rusia y la mayor parte de Brasil. EGNOS es el primer elemento de la Unión Europea de navegación por satélite estrategia y un importante paso hacia Galileo, el propio sistema global europeo de navegación por satélite para el futuro.

Como sistema de aumentación de navegación por satélite, EGNOS mejora la precisión del GPS, proporcionando una precisión de posicionamiento de menos de tres metros. En comparación,

alguien que usa un receptor GPS sin EGNOS sólo puede estar seguro de su posición dentro de 17 metros.

EGNOS también proporciona la verificación de la integridad del sistema, que se refiere a la confianza que se puede colocar en la exactitud de la información de ubicación proporcionada por el sistema de navegación. Además, proporciona alertas oportunas cuando el sistema o sus datos no deben ser utilizados para la navegación. La integridad es una función que satisface las demandas de aplicaciones de seguridad crítica en sectores como el aéreo y marítimo, donde la vida podría estar en peligro si las señales de localización son incorrectas.

La infraestructura de EGNOS se compone de tres satélites geoestacionarios sobre Europa y una red de estaciones terrestres. Al estar basado en el GPS, la señal de EGNOS no requiere grandes cambios en los receptores. Hoy en día, muchos receptores GPS disponibles en el mercado también están habilitados por EGNOS.

El desarrollo de EGNOS surgió de un acuerdo tripartito entre la Agencia Espacial Europea (ESA), la Comisión Europea (CE) y Eurocontrol, la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea. Es el precursor de Galileo, el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) desarrollado por la Unión Europea. EGNOS y Galileo son ahora parte de los programas GNSS europeos gestionados por la Comisión Europea.

El sistema empezó a emitir de forma operacional (initial operation phase) en julio de 2005 mostrando unas prestaciones excelentes en términos de precisión y disponibilidad. El inicio oficial de operaciones fue anunciado por la Comisión Europea para el 1 de octubre de 2009. El sistema fue cualificado para su uso en aplicaciones de seguridad (safety of life) en el año 2011 por la Agencia de supervisión GNSS (GNSS Supervisory Agency).

El sistema EGNOS está compuesto por 36 Estaciones de Referencia y de Supervisión de Integridad (RIMS) desplegadas para supervisar los satélites de las constelaciones GNSS en 19 países y una específica para el tiempo UTC. Cada satélite tiene que ser supervisado por múltiples RIMS antes de que se generen las correcciones y los mensajes de integridad.

Existen cuatro Centros de Control de Misión (MCC), que procesan los datos de las RIMS para generar las correcciones WAD (Wide Área Differential) y mensajes de integridad para cada satélite. Solo uno de estos MCCs está activo y operacional, los otros MCCs permanecen como "reserva caliente" que pueden activarse si ocurre algún problema.

Las Estaciones Terrestres de Navegación (Navigation Land Earth Stations, NLES) transmiten los mensajes de corrección e integridad desde el MCC a los satélites geoestacionarios, encargados de radiar finalmente la señal SBAS a los usuarios finales. El sistema desplegará dos NLES (una principal y una de reserva), y una tercera NLES con fines de pruebas y validación. Existen 6 NLES actualmente.

El segmento espacial de EGNOS está compuesto por tres satélites geoestacionarios con cobertura global terrestre: dos satélites Inmarsat-3 (AOR-E e IOR), así como el satélite ESA Artemis. Los usuarios EGNOS pueden rastrear dos satélites geoestacionarios por lo menos.



Ilustración 10. Situación elementos EGNOS

La aviación civil es uno de los primeros sectores que reconocen la importancia de los beneficios de EGNOS que es capaz de proporcionar mejoras como la que se ilustra a continuación.

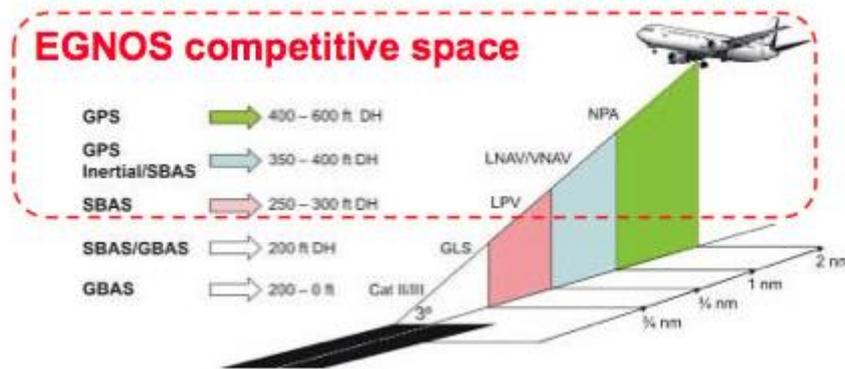


Figura 5. Mejora en aproximaciones EGNOS

## Servicios

Actualmente EGNOS dispone de tres servicios diferentes:

### Open Service:

El servicio se proporciona libre de cargo sin ningún tipo de garantía o responsabilidad resultante. Está abierto para su uso a cualquier persona con un receptor EGNOS habilitado para la navegación por satélite. Esto puede ser cualquier receptor compatible con los sistemas de aumentación basados en satélites. Fue lanzado el 1 de Octubre del 2009.

El objetivo principal del Servicio Abierto de EGNOS es mejorar la exactitud de posicionamiento alcanzable gracias a la corrección de varias de las fuentes de error que afectan a las señales GPS.

El rendimiento mínimo se alcanza con un equipo receptor compatible con las especificaciones de RTCA MOPS DO229 clase 3. También en un entorno de cielo despejado sin obstáculos de

enmascaramiento y la visibilidad de los satélites superior a 5 ° por encima del plano horizontal local.

Precisión de en torno a 1 m.

*SoL:*

Safety of Life, permite el uso de EGNOS para el guiado de aeronaves durante la fase crítica de aproximación a tierra, de acuerdo con el reglamento CE del cielo único Europeo.

El objetivo principal del servicio SoL de EGNOS es apoyar las operaciones de la aviación civil hasta los mínimos de LPV (Localizer Performance with Vertical Guidance). Este servicio es compatible con los requerimientos de la aviación NPA (Non Precision Approach) y APV-I (Approach with Vertical Guidance).

EGNOS proporciona un valioso mensaje de integridad, advirtiendo al usuario de cualquier mal funcionamiento de la señal del GPS dentro de los seis segundos. Este mensaje de integridad es esencial cuando la navegación por satélite se utiliza para aplicaciones en las que hay vidas en juego.

Este servicio entró en funcionamiento el 2 de Marzo del 2011. Precisión de en torno a 1 m.

*CDDS:*

Comercial Data Distribution Service. EGNOS ofrece un servicio terrestre de datos comerciales llamado Servicio de acceso de datos EGNOS (EDAS). EDAS difunde datos de EGNOS en tiempo real (a través de Internet) y es el único punto de acceso de los datos recogidos y generados por la infraestructura de EGNOS.

El sistema proporciona los siguientes servicios:

- Transmisión de los mensajes EGNOS a través de RDS (Radio Data System) y DAB (Digital Audio Broadcast).
- Transmisión de datos EGNOS utilizando el estándar RTCM SC 104 (directamente utilizable por los receptores DGPS marítimos).
- Transmisión en tiempo real de información del rendimiento del sistema EGNOS.
- Acceso a los datos sin procesar de la red de receptores RIMS.

Servicio experimental desde el 2008; Servicio oficial disponible en 2012. Precisión inferior a 1 m.

### **Aplicaciones**

EGNOS ofrece un nivel sin precedentes de precisión y fiabilidad, los nuevos servicios se pueden desarrollar - en particular para la seguridad de las aplicaciones críticas - en una amplia gama de segmentos de mercado.

Entre las múltiples aplicaciones se encuentran:

- Aviación: EGNOS proporciona la precisión necesaria para ofrecer guiado y ayuda a los pilotos tanto en operaciones en ruta como terminales, entre las que se encuentran las aproximaciones, con el objetivo de incrementar la seguridad en el aire para los pasajeros, así como aportar mayor eficiencia y ahorros a las compañías operadoras.



EGNOS también permite que aviones más grandes de pasajeros aterricen en aeropuertos regionales que, quizá, anteriormente no estaban equipados para ello.

- Carretera: EGNOS es una herramienta clave para una mejor gestión de transporte terrestre en Europa, el aumento de la capacidad y la seguridad, ya sea por carretera o ferrocarril. La mejora de la precisión de posicionamiento ayuda a las empresas a mejorar sus operaciones de logística de transporte. Las operaciones públicas, como la policía y los servicios de emergencia, puede utilizar EGNOS para mejorar la velocidad de sus respuestas en situaciones críticas.
- Agricultura: La agricultura de precisión se refiere a la utilización de sensores de navegación por satélite, imágenes aéreas, y otras herramientas para determinar la densidad óptima de siembra, cobertura de fertilizantes y otros insumos. Las técnicas permiten a los agricultores para ahorrar dinero, reducir su impacto sobre el medio ambiente y aumentar el rendimiento de los cultivos. EGNOS proporciona una solución asequible para los agricultores de precisión.
- Los servicios de localización (LBS): basados en la localización de tecnologías y servicios telemáticos integrados en vehículos, dispositivos de navegación personales y teléfonos móviles se beneficiarán de la mejora de la precisión proporcionada por EGNOS. Tal precisión, en un plazo de tres metros, se utilizará para servicios tales como aplicaciones de peatones, la localización de amigos cercanos o de redes sociales móviles.
- Marítimo: EGNOS mejorará la navegación en el mar y las vías navegables interiores. Se puede utilizar para las operaciones portuarias, control de tráfico, análisis de accidentes, la exploración en alta mar y la gestión de la pesca.

### Arquitectura

La arquitectura básica de todos los sistemas SBAS está conformada por una red de estaciones terrestres de referencia distribuidas por una amplia zona geográfica (países o continentes enteros) que supervisan las constelaciones de satélites de GNSS. Estas estaciones retransmiten los datos a una instalación de procesamiento central que evalúa la validez de las señales y calcula correcciones a los datos de efemérides y reloj radiodifundidos de cada satélite a la vista. Para cada satélite GPS o GLONASS vigilado, el SBAS estima los errores en los parámetros, y a su vez estas correcciones son transmitidas al avión por medio de satélites geoestacionarios. Luego el receptor de a bordo ajusta la información recibida directamente de los satélites GPS con las correcciones recibidas de los satélites geoestacionarios, para así navegar con más seguridad.

Los mensajes de integridad y correcciones para cada fuente telemétrica GPS o GLONASS vigilada se transmiten en la frecuencia GPS L1 de los satélites geoestacionarios SBAS, situados en puntos orbitales fijos sobre el ecuador terrestre. Los mensajes SBAS aseguran la integridad, mejoran la disponibilidad y proporcionan la actuación necesaria para aproximaciones con guiado vertical APV, y en un futuro, a CAT I.

El SBAS utiliza mediciones de distancia en dos frecuencias para calcular el retardo de la medición de distancia introducido por la ionosfera y radiodifunde las correcciones aplicables en puntos de la cuadrícula ionosférica (grid points) predeterminados. El receptor SBAS del usuario interpola entre los puntos de la cuadrícula para calcular la corrección ionosférica a lo largo de su línea de alcance óptico a cada satélite.

Además de correcciones de reloj, efemérides e ionosféricas, el SBAS evalúa y transmite parámetros que limitan la incertidumbre en las correcciones. Combinando estos cálculos de

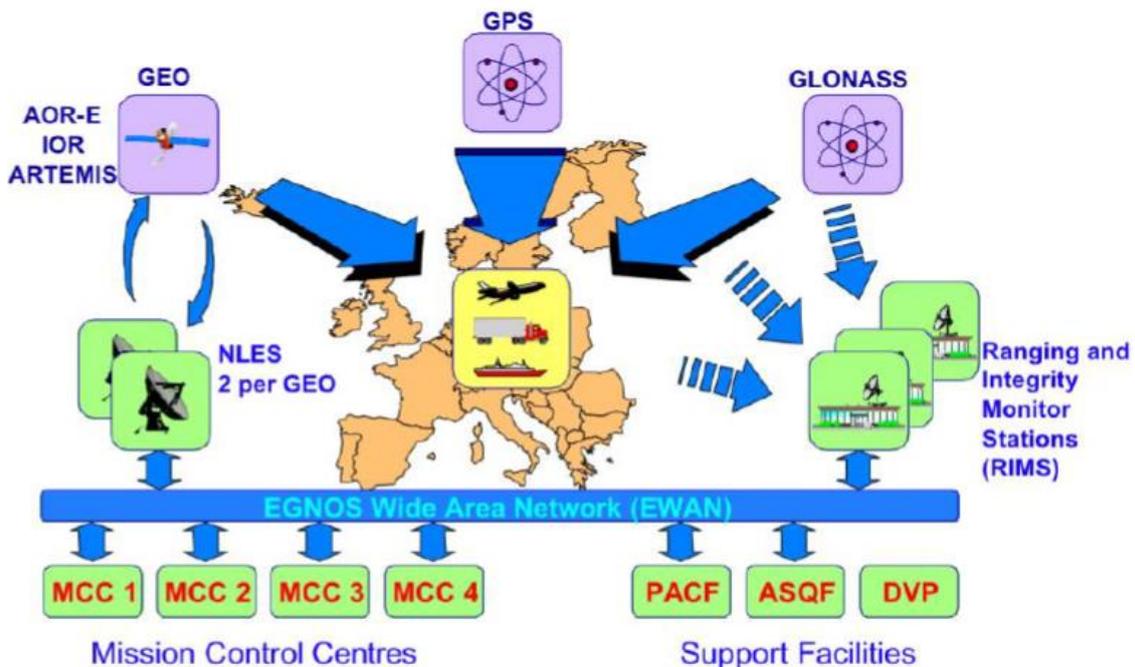


incertidumbre en las correcciones con cálculos de las incertidumbres en su propia exactitud de mediciones de pseudodistancia, el receptor SBAS de usuario modeliza un error para su solución de navegación propia.

Es importante distinguir entre las zonas de cobertura y las zonas de servicio SBAS. La zona de cobertura se define por las huellas en tierra (footprints) de las señales de los satélites geoestacionarios. Las zonas de servicio para un SBAS determinado se establecen por el estado dentro de la zona de cobertura SBAS. El estado es el responsable de designar los tipos de operaciones que pueden apoyarse dentro de una zona de servicio determinada.

Concretamente, el sistema EGNOS se compone de varios elementos que, en conjunto, reciben la señal del GPS, calcula la información necesaria para aumentar la precisión obtenida con el GPS y transmite las señales a través de satélites geoestacionarios.

La arquitectura de EGNOS se divide en tres segmentos: Segmento control, segmento espacial y segmento usuario. A continuación se detalla el segmento de control o terrestre.



### Segmento terrestre

El segmento terrestre de EGNOS comprende las RIMS, los centros MCC, las estaciones NLES, las estaciones de apoyo y la red EWAN (EGNOS Wide Area Network) que ofrece comunicación entre todos los componentes anteriormente mencionados.

#### RIMS:

Existen 36 RIMS en EGNOS y una RIMS específica para el Tiempo UTC. En España existe 4 RIMS: Santiago de Compostela, Palma de Mallorca, Málaga y La Palma. También hay unas RIMS en Canadá, Guayana francesa y Sudáfrica para mejorar el rendimiento de la determinación de órbita.

Existen tres tipos de estaciones RIMS.



- RIMS tipo A, suministra mediciones crudas de satélites EGNOS/GPS visibles. Estos datos son utilizados por los CPFs para calcular las correcciones y estimar los umbrales de confianza.
- RIMS tipo B, también suministran mediciones crudas de los satélites EGNOS/GPS visibles. Estos datos son utilizados por los CPFs para comprobar los mensajes de difusión y garantizar la integridad EGNOS.
- RIMS tipo C, están encargados de la detección de fallos específicos conocidos como «malas formas de onda» (forma de onda de la señal de navegación causada por una anomalía de un satélite GPS).

#### MCC:

La arquitectura EGNOS incluye cuatro MCC: Ciampino (Italia), Langhen (Alemania), Swanwick (Reino Unido) y Torrejón (España).

#### CCF (Central Control Facility):

- Supervisa y controla todo el segmento terrestre de EGNOS.
- Supervisa el funcionamiento de la misión de EGNOS.

#### CPF (Central Processing Facility):

- Conjunto de procesamientos:
  - Flujo de datos a RIMS A.
  - Correcciones de los relojes GPS o correcciones rápidas.
  - Determinación de la órbita de los satélites o correcciones a largo plazo.
  - Correcciones ionosféricas.
- Conjunto de verificaciones:
  - Flujo de datos a RIMS B.
  - Flujo de datos a RIMS C.
  - Garantiza la integridad de la información a los usuarios de EGNOS

El servicio de EGNOS Wide Area Differential (WAD) puede ser dividido en la transmisión en tres tipos diferentes de correcciones: correcciones rápidas, correcciones a largo plazo y correcciones ionosféricas.

#### Correcciones rápidas:

Estas correcciones atenúan los errores que se producen en GPS y que son altamente variables, como son los que se producen por desviaciones en el reloj de los satélites. Los mensajes necesarios para decodificar dichas correcciones son la máscara que indica sobre qué satélites se va a enviar información (Tipo 1), los mensajes específicos de corrección rápida (Tipo 0/2-5), el mensaje sobre factores de degradación de las correcciones rápidas (Tipo 7), y el mensaje de parámetros de degradación general (Tipo 10).

Las correcciones son transmitidas como valores de corrección listos para aplicarse directamente a las mediciones de distancia.

#### Correcciones lentas:

Estas correcciones modelan errores con una menor velocidad de cambio, como las desviaciones en las efemérides de los satélites. Para procesarlos es necesario disponer de la máscara (Tipo 1)



y de los mensajes específicos de corrección lenta (Tipo 25) que contiene la corrección de posición por satélite ( $\delta X$ ,  $\delta Y$ ,  $\delta Z$ ), la varianza de las correcciones y el sesgo de reloj del satélite.

El mensaje tipo 24 es un caso especial; se puede transmitir si el número de satélites en la última máscara es inferior a seis. Contiene las correcciones rápidas y las correcciones a largo plazo.

Correcciones ionosféricas:

Estas correcciones dependen de condiciones variables de la ionosfera, las cuales hacen que las señales de los satélites sufran un retardo. Su cálculo se basa en la elevación del satélite desde la posición del usuario y en estado de la ionosfera en el lugar por el que pasa la señal del satélite. Por tanto, es necesario disponer de la información de la ionosfera, que se recibe a través de una máscara que indica sobre qué parte de la ionosfera se está informando (Tipo 18), y mediante un mensaje específico de retardos (Tipo 26).

Para estimar el error ionosférico para cada línea de visión entre el receptor y el satélite, el receptor debe identificar los Ionospheric Pierce Points (IPPs). Cada IPP se define como la intersección entre la capa atmosférica situada a una altitud de 350 km y la línea de tiene origen en el receptor y que está dirigida al satélite GPS en cuestión.

EGNOS transmite correcciones ionosféricas calculando para cada IPP el error ionosférico. Estas correcciones ionosféricas son emitidas para cada uno de los puntos en una cuadrícula virtual situada a 350 km de altitud. Estos puntos son llamados Ionospheric Grid Points (IGP), puntos de rejilla ionosférica.

El receptor conoce la posición de estos puntos particulares y la demora estimada para cada uno de ellos y así es capaz de estimar la demora ionosférica para cada IPP y por lo tanto, para cada pseudodistancia. Para ello, el receptor debe realizar una interpolación entre los valores proporcionados para el IGP cerca a cada IPP. El receptor toma en cuenta un factor de oblicuidad (ángulo con el que se atraviesa la ionosfera).

NLES:

La arquitectura de EGNOS incluye seis NLES:

- Dependiendo del satélite AOR-E: Aussaguel (Francia) y Goonhilly 1 (Reino Unido).
- Dependiendo del satélite ARTEMIS: Scanzano (Italia) y Torrejon (España).
- Dependiendo del satélite IOR-W: Fucino (Italia) y Goonhilly 2 (Reino Unido).

Sus funciones son:

- Generar la señal como la del GPS y transmitirla al transponedor de los satélites GEO.
- Sincronización de la señal con la hora EGNOS y transmitirla a los satélites GEO por la frecuencia L1.
- Transmisión de los mensajes EGNOS a los satélites GEO.
- Cuadro de integridad para asegurarse de que lo que es transmitido por los satélites GEO es lo que se le ha enviado.

Support Facilities (Instalaciones de apoyo):

PACF (Performance Assessment & Check-ou Facility): sirve para coordinar operaciones y mantenimiento, y supervisa el funcionamiento del sistema. Toulouse.

ASQF (Application Specific Qualification Facility): proporciona el soporte de las aplicaciones de la interfaz del usuario. Torrejón.

EWAN:

Su función es enlazar a todos los componentes de EGNOS. Los tipos de enlace son los siguientes:

- MCC-MCC:
  - Alta capacidad.
  - Columna vertebral de EWAN.
- MCC-NLES:
  - Asegura el enlace con los satélites GEO.
- MCC-RIMS:
  - Procesa los datos

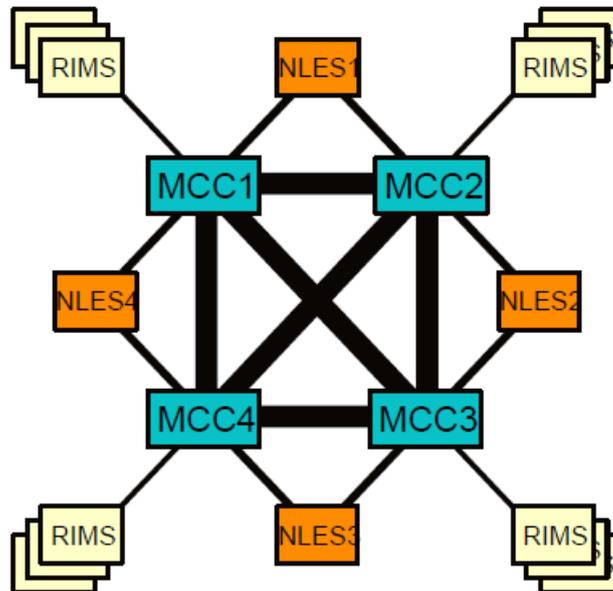


Figura 6. Esquema EWAN

**Requerimientos del servicio SoL de EGNOS**

EGNOS, así como cualquier otro SBAS certificado para aplicaciones SoL, debe cumplir lo especificado en el Anexo 10, Volumen I de la OACI referente a los requisitos de la señal en el espacio. Dichos requisitos quedan especificados en la tabla que aparece a continuación.



Operaciones ordinarias	Exactitud horizontal 95% (Notas 1 y 3)	Exactitud horizontal 95% (Notas 1 y 3)	Integridad (Nota 2)	Tiempo hasta alerta (Nota 3)	Continuidad (Nota 4)	Disponibilidad (Nota 5)
En ruta	3,7 km (2,0 NM) (Nota 6)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}/h$	5 min	$1 - 1 \times 10^{-4}/h$ a $1 - 1 \times 10^{-8}/h$	0,99 a 0,99999
En ruta, terminal	0,74 km (0,4 NM)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}/h$	15 s	$1 - 1 \times 10^{-4}/h$ a $1 - 1 \times 10^{-8}/h$	0,99 a 0,99999
Aproximación inicial, aproximación intermedia, aproximación que no es de precisión (NPA), salida	220 m (720 ft)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}/h$	10 s	$1 - 1 \times 10^{-4}/h$ a $1 - 1 \times 10^{-8}/h$	0,99 a 0,99999
Aproximación que no es de precisión con guía vertical (APV-I)	16,0 m (52 ft)	20 m (66 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ por aproximación	10 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ en 15 s	0,99 a 0,99999
Aproximación que no es de precisión con guía vertical (APV-II)	16,0 m (52 ft)	8,0 m (26 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ por aproximación	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ en 15 s	0,99 a 0,99999
Aproximación de precisión de Categoría I (Nota 8)	16,0 m (52 ft)	6,0 m a 4,0 m (20 ft a 13 ft) (Nota 7)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ por aproximación	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ en 15 s	0,99 a 0,99999

Tabla 9. Requisitos SIS según OACI

Concretamente, en el caso de EGNOS, el rendimiento mínimo del servicio SoL de EGNOS es el siguiente:

	Parameter	Performance
Accuracy	Vertical Accuracy	4 meters (95% percentile)
	Horizontal Accuracy	3 meters (95% percentile)
Integrity	Integrity Risk	$2 \times 10^{-7}/\text{approach}$
	Time To Alert	Less than 6 seconds
Availability	Availability	99.9% for NPA in all the ECAC 99% for APV-I in most ECAC
Continuity	Continuity	For NPA: $< 2.5 \times 10^{-4}$ per hour in most of ECAC $< 2.5 \times 10^{-3}$ per hour in other areas  For APV-I: $< 1.0 \times 10^{-4}$ per 15 seconds in the core ECAC $5 \times 10^{-4}$ per 15 seconds in most ECAC $10 \times 10^{-3}$ per 15 seconds in other areas

Tabla 10. Rendimiento mínimo SoL EGNOS

Si comparamos los valores de ambas tablas podemos asegurar que el servicio SoL de EGNOS cumple los requerimientos necesarios establecidos para la aviación y, concretamente, EGNOS puede soportar todo tipo de operaciones de aviación hasta las APV-I.

La integridad es una medida de confianza que puede ser definida como la exactitud de la información suministrada por un sistema determinado. La integridad incluye la capacidad de un



sistema para proporcionar advertencias oportunas y válidas para el usuario (alertas) cuando el sistema no deba utilizarse para la operación.

El servicio de integridad de EGNOS debe proteger al usuario de:

- Fallos de los satélites GPS (deriva o pseudodistancias sesgadas) mediante la detección y excluyendo los satélites defectuosos a través de la medición de señales GPS con la red de estaciones referencia terrestre.
- Transmisión de correcciones diferenciales erróneas o inexactas. Estas correcciones erróneas pueden ser inducidas a su vez de:
  - Fallos no detectados en el segmento terrestre.
  - Procesamiento de datos de referencia dañados por el ruido inducido por la medición y el proceso algorítmico.

El concepto de integridad SBAS está basado en las siguientes definiciones:

- Riesgo de Integridad (Integrity risk): la probabilidad de que el error de posición sea mayor que el límite de alerta definido para la operación y el usuario no advierta que está fuera del tiempo de alerta (Time To Alert).
- Límite de Alerta (Alert Limit): El error de tolerancia no puede exceder sin emitir una alerta. Existe un Límite de Alerta Horizontal (HAL) y un Límite de Alerta Vertical (VAL) para cada operación. Especifica la condición de fuera de tolerancia en el dominio de la posición de usuario. Un fallo de integridad se da si se superan estos niveles.
- Niveles de protección:
  - El Nivel de Protección Horizontal (HPL) es el radio de un círculo en el plano horizontal, con su centro en la posición verdadera, el cuál describe la región que está asegurada para contener la posición horizontal indicada.
  - El Nivel de Protección Vertical (VPL) es la mitad de la longitud de un segmento en el eje vertical con su centro en la posición verdadera, que describe la región que está asegurada para contener la posición vertical indicada.  
En otras palabras, HPL limita el error de posición horizontal con un nivel de confianza que se deriva del requisito de riesgo de integridad. Asimismo, el VPL delimita el Error de Posición Vertical
- Tiempo de Alerta (Time To Alert – TTA): El tiempo máximo permitido transcurrido desde el comienzo en que el sistema de navegación está fuera de tolerancia hasta que los equipos de los usuarios anuncian la alerta. Es el tiempo máximo que se asigna para advertir al usuario que ha ocurrido un evento que produce un fallo en la integridad
- Fuera de tolerancia (Out of tolerance): La salida de la condición de tolerancia se define como un error horizontal que supere el HPL o vertical exceda el VPL.
  - El error horizontal es denominado HPE (Horizontal Position Error).
  - El error vertical es denominado VPE (Vertical Position Error). Por lo tanto, cuando se está fuera de tolerancia se producen una o ambas de las circunstancias siguientes:

$$HPE > HPL$$

$$VPE > VPL$$

El concepto de integridad de EGNOS puede resumirse, desde el punto de vista del usuario, de la siguiente manera:



- El usuario calcula la solución de navegación y sus niveles de protección asociados.
- Los niveles de protección deben ser entendidos como una estimación conservadora del error de posición de usuario. Como no se ha podido medir el error de posición real del usuario, el usuario se basará en esta estimación conservadora del error real para determinar la integridad del sistema.
- A continuación, los niveles de protección calculados se comparan a los límites de alertas definidos para la operación, y si los niveles de protección son más grandes que los límites de alertas correspondientes, el sistema deja de estar disponible (el nivel de rendimiento proporcionado por el sistema en ese momento no es eficiente para garantizar la seguridad de la operación). Por el contrario, si los niveles de protección calculadas son más pequeños que los límites alerta definidos para la operation, el sistema es declarado disponible estando garantizada la seguridad de la operación.

La figura siguiente clarifica estos conceptos y su interpretación física. Describe las situaciones que puede experimentar un usuario SBAS; en este caso el plano horizontal ha sido elegido para el diagrama pero el razonamiento sería equivalente para el vertical.

En la primera situación que se muestra, el sistema está funcionando correctamente, EGNOS proporciona un correcto enlazado al error de posición y está garantizada la seguridad del usuario. En el tercer caso, el error no está delimitado correctamente por EGNOS ( $HPE > HPL$ ), y podrían surgir problemas de seguridad si el error es mayor que los límites de alerta definidos para la operación. La probabilidad de que esta situación suceda es mínima por diseño, permitiendo EGNOS satisfacer los requerimientos de integridad de APV-I y las operaciones de la ANP.

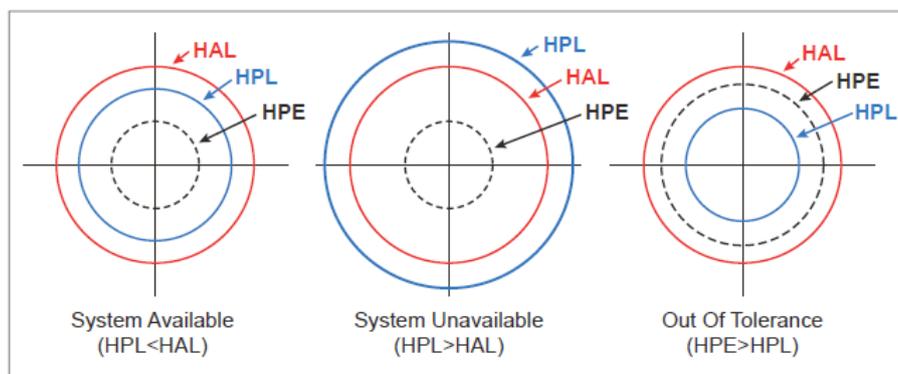


Figura 7. Posibles situaciones navegando con EGNOS

La información de integridad es proporcionada por EGNOS cuando se emiten los siguientes indicadores:

- La varianza ( $\sigma_{UDRE}$ ) describe el User Differential Range Error (UDRE) para cada distancia medida después de la aplicación de las correcciones rápidas y lentas y excluyendo los errores de los efectos atmosféricos y del receptor.
- La varianza ( $\sigma_{UIRE}$ ) describe el User Ionospheric Range Error (UIRE) para cada medición de distancia después de aplicar las correcciones ionosféricas. Esta varianza es determinada de la varianza ( $\sigma_{GIVE}$ ) de un modelo ionosférico basado en la emisión de GIVE (Grid Ionospheric Vertical Error).



De acuerdo con los valores de los requerimientos y los de funcionamiento de EGNOS, en todas las zonas en las que EGNOS se encuentre disponible cumplirá con la precisión y la integridad definidas por la OACI.

En términos de disponibilidad, la siguiente ilustración muestra la mínima disponibilidad que se puede esperar del servicio SoL de EGNOS para NPAs. La disponibilidad NPA de EGNOS se define como el porcentaje de muestras en las que el Nivel de Protección Horizontal (HPL) está por debajo del límite de alerta NPA (HPL debajo de 556 m) durante todo el periodo.

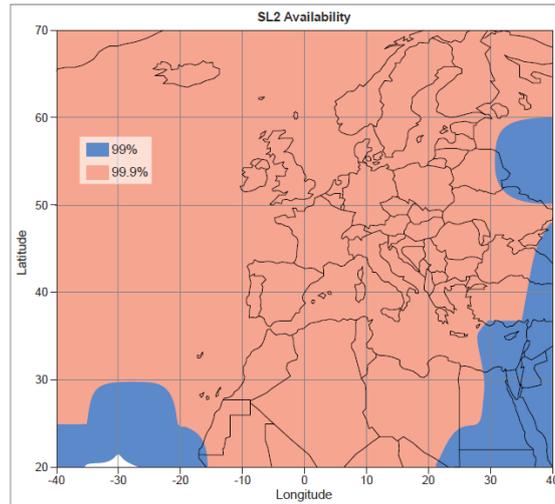


Ilustración 11. Disponibilidad EGNOS para NPA

Debe ser dicho que el que se cumplan los requerimientos para NPA asegura que se cumplan los requerimientos de otras fases de vuelo menos restrictivas como operaciones en ruta u otras operaciones terminales, usando EGNOS para el guiado lateral únicamente.

En la siguiente ilustración se muestra la continuidad que puede esperarse de este servicio para NPAs.

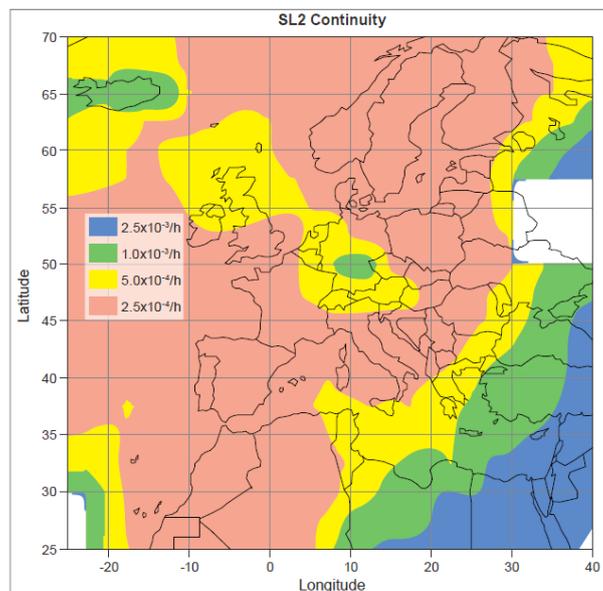


Ilustración 12. Continuidad EGNOS para NPA



Como se puede comprobar en la ilustración anterior hay algunas zonas en el interior de la ECAC FIRs (European Civil Aviation Conference Flight Information Regions) que supera los valores establecidos por la OACI para la continuidad ( $1 \times 10^{-4}/h$ ), pero aun así se ha considerado suficiente para el uso de EGNOS en la aviación.

La ECAC es una zona que incluye todos los FIR de los países miembros (Europa).

En el caso de APV-I, la disponibilidad de EGNOS se define como el porcentaje de épocas en las que el Nivel de Protección está por debajo del Límite de Alerta para el servicio APV-I en todo el período. (HPL < 40 m y VPL < 50 m).

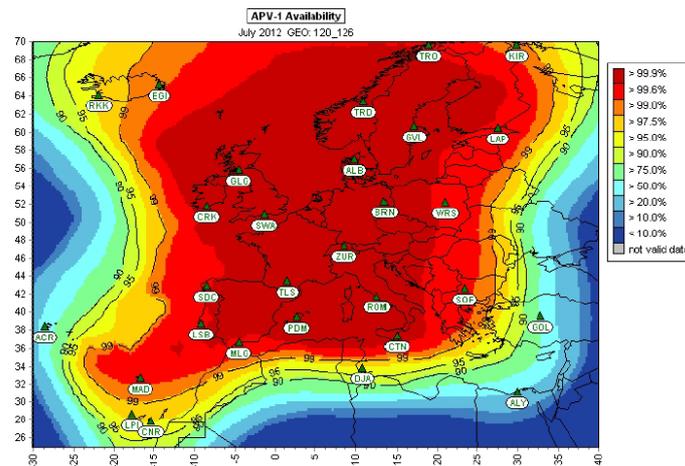


Ilustración 13. Disponibilidad EGNOS APV-I

Y la continuidad queda definida por la siguiente imagen.

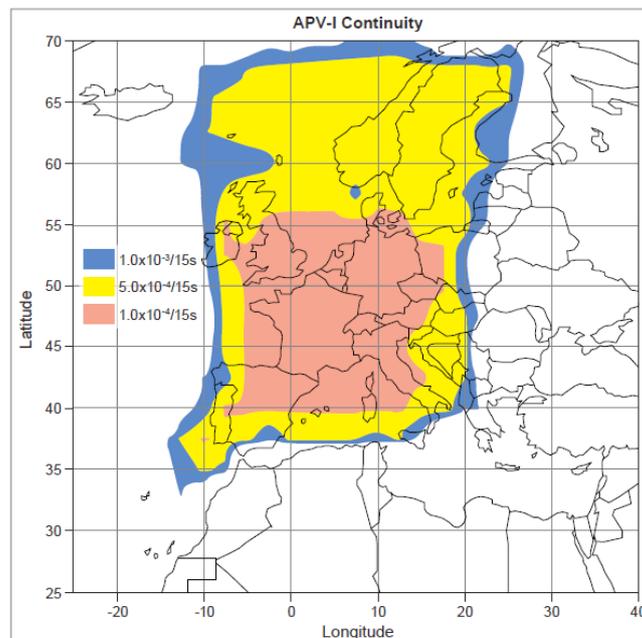


Ilustración 14. Continuidad EGNOS APV-I

Como se puede observar la continuidad se cumple en la zona central de la ECAC pero no en las zonas más alejadas.



### 3.3. Sistema de Aumentación basado en Tierra (GBAS)

En este sistema la información en cuanto a aumentación recibida por el usuario proviene directamente de un transmisor terrestre.

El GBAS complementa las constelaciones principales de satélites “aumentando” la exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad para la navegación, suministradas dentro de un área de servicio local.

Las funciones del GBAS son las siguientes:

- Proporcionar correcciones locales de pseudodistancia.
- Proporcionar datos relativos al GBAS.
- Proporcionar datos del tramo de la aproximación final.
- Proporcionar datos pronosticados de disponibilidad de fuente telemétrica; y
- Proporcionar vigilancia de la integridad de las fuentes telemétricas GNSS.

El Sistema de Aumentación basado en Tierra (GBAS) es un sistema previsto para ofrecer un sistema de aproximación de precisión y, opcionalmente, un servicio de posicionamiento. GBAS apoyará operaciones de categoría I aunque el sistema tiene capacidad de soportar operaciones de aproximaciones de precisión de categoría II y III. Una estación terrestre en un aeropuerto emite correcciones locales relevantes, parámetros de integridad y datos para la aproximación del avión en área terminal.

Una única instalación de GBAS usualmente ofrece correcciones válidas para múltiples pistas en un único aeropuerto. Incluso, en algunos casos, los datos pueden ser usados por aeropuertos y helipuertos cercanos.

La infraestructura de GBAS incluye equipamiento electrónico, el cual puede instalarse en cualquier edificio disponible del aeropuerto, y antenas para emitir los datos y recibir la señal del satélite. La posición de la antena es independiente de la configuración de la pista, pero requiere una evaluación cuidadosa de las emisiones de la zona y de las fuentes de emisiones para evitar las interferencias, el bloqueo de la señal y el multicamino.

La complejidad y redundancia de la estación terrestre de GBAS depende del servicio que ofrezca. Hay tres configuraciones posibles para los subsistemas de tierra de un sistema GBAS, dependiendo del servicio que se quiera ofrecer:

- Una configuración que únicamente es capaz de apoyar operaciones de categoría I.
- Una configuración que apoya operaciones de aproximación de precisión de categoría I y también emite los parámetros adicionales de error de las efemérides.
- Una configuración que soporta tanto las aproximaciones de precisión de categoría I como el servicio de posicionamiento GBAS, mientras que emite los parámetros adicionales de error de las efemérides mencionados anteriormente.

La primera característica distintiva entre las diferentes configuraciones del sistema terrestre de GBAS es si se emiten o no los errores de posición de las efemérides. Esta característica es necesaria en el caso de que vaya a ser usado como sistema de posicionamiento, pero solamente es recomendable en el caso de que vaya a usarse como servicio de aproximaciones de precisión de categoría I. Si estos parámetros no son emitidos, el subsistema terrestre tiene la



responsabilidad de asegurar la integridad de las efemérides independientemente de los cálculos de la aeronave y sin utilizar los parámetros de error de posicionamiento de las efemérides. Ofrecer dichos parámetros, permite aumentar la flexibilidad en la localización y en la arquitectura del subsistema terrestre.

El coste y la flexibilidad de GBAS lo situarán en la cabecera de muchas pistas como equipo electrónico certificado de guiado para aproximaciones de precisión, resultando en unos beneficios económicos y de seguridad importantes.

Los principios de funcionamiento de GBAS se basan en la facilidad de GBAS para monitorizar las señales GPS y/o GLONASS en un aeródromo. Después, una estación en el aeropuerto emite localmente correcciones (de pseudorange), parámetros de integridad y datos de aproximación a las aeronaves en el área terminal en la banda 108-117.975 MHz (VHF Data Broadcast, VDB). Si hay un servicio SBAS disponible, GBAS también puede ofrecer correcciones para la señal SBAS GEO.

El rango nominal de la instalación es de 37 km (20 NM) en el área de aproximación cuando se está dando soporte a operaciones de categoría I.

El GBAS VDB transmite igualmente con polarización horizontal que elíptica. La mayor parte de las aeronaves van equipadas con antenas VDB de polarización horizontal, con lo que pueden recibir ambos tipos de polarizaciones.

Los receptores GBAS se han desarrollado para copiar al ILS, en términos de la integración del sistema en la aeronave, con el objetivo de minimizar el impacto de la instalación de GBAS en la aviónica existente.

### 3.4. Sistema de Aumentación Regional Basado en Tierra (GRAS)

GRAS es una mezcla entre los conceptos de SBAS y GBAS con la intención de mejorar las capacidades de GNSS para dar soporte a las necesidades de navegación civiles. Fue conceptualmente desarrollado, pero nunca puesto en funcionamiento debido a su complejidad y a las ventajas de otros sistemas de aumentación.

El concepto se basaba en estaciones de referencia terrestres instaladas a lo largo de una gran área en posiciones conocidas con mucha precisión que transmitieran la señal recibida a una estación maestra capaz de procesar toda la información y generar las correcciones para los errores de cada información de pseudodistancia recibida desde los satélites.

La estación central o maestra, sería la encargada de enviar las correcciones a estaciones VHF localizadas a lo ancho del área de interés que emitirían las correcciones de acuerdo con los satélites en línea de vista en el área de cobertura de cada estación VHF.

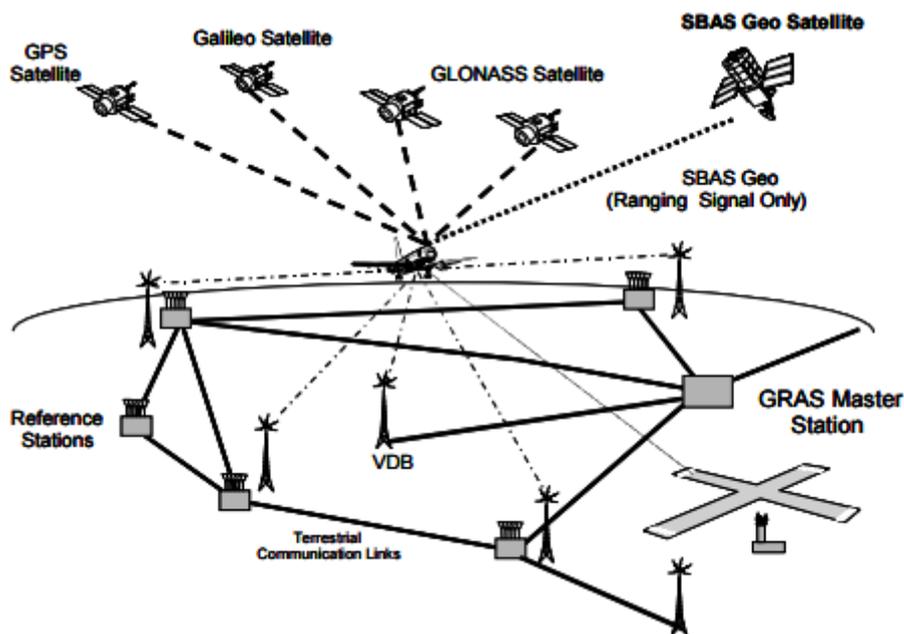


Ilustración 15. Arquitectura GRAS

Este sistema es similar al SBAS en cuanto a que usa una red de estaciones de referencia para monitorizar la señal de GPS y en cuanto a que usa una instalación de procesamiento central para el cálculo de la integridad de GPS y el cálculo de la información de corrección diferencial. En lugar de enviar esta información a los usuarios vía los satélites geoestacionarios (GEO), GRAS envía la información a una red de estaciones terrestres para un chequeo local así como para transformar la información y emitirla en formato GBAS (banda 118 - 117.975 MHz). Cada estación terrestre emite una señal como la VHF (VDB) de GBAS en un periodo de tiempo controlado.

Las aproximaciones guiadas con GRAS podrían ser beneficiosas cuando algún satélite GEO no se encuentre disponible o cuando sea demasiado caro emitir los datos SBAS. También permite el control nacional del sistema al enviar correcciones unificadas e integridad para capacidad en ruta.





## **4. Proceso de Procedimientos de vuelo Instrumental**





## 4.1. Generalidades

Un procedimiento de vuelo instrumental (IFR) es un componente fundamental del sistema de aviación. Estos procedimientos deben asegurar un alto nivel de calidad y seguridad para sus usuarios, los profesionales de la aviación y las operaciones. Cada día miles de procedimientos de vuelo son operados, ya sean de llegada, salida o procedimientos de aproximación.

Debido al alto número de operaciones IFR publicadas y operativas en cada país, es necesario un sistema de calidad para mantener el alto nivel de calidad y confianza que poseen.

La seguridad operacional no sólo se logra mediante la aplicación de los criterios técnicos de los PANS-OPS y las disposiciones conexas de la OACI, sino que también requiere medidas que controlen la calidad del proceso empleado para aplicar esos criterios, que puede incluir reglamentación, supervisión del tránsito aéreo, validación en tierra y validación en vuelo. Estas medidas asegurarán la calidad y la seguridad operacional del producto del procedimiento de diseño por medio de examen, verificación, coordinación y validación en los puntos apropiados del proceso, de modo que durante el proceso puedan hacerse correcciones en la primera oportunidad.

El proceso de los procedimientos de vuelo por instrumentos (IFP) comprende la adquisición de los datos y el diseño y la promulgación de los procedimientos. Este proceso comienza con la compilación y verificación de mucha información y termina con la validación en tierra y/o en vuelo del producto terminado y la documentación para publicación.

La validación es el paso final de garantía de calidad necesario en el proceso de diseño de procedimientos, antes de la publicación. La finalidad de la validación es la verificación de todos los datos sobre los obstáculos y la navegación, y la evaluación de la posibilidad de aplicar en la práctica el procedimiento de vuelo. La validación normalmente consiste en la validación en tierra y la validación en vuelo. La validación en tierra se llevará a cabo siempre. Cuando el Estado pueda verificar mediante la validación en tierra que todos los datos sobre los obstáculos y la navegación considerados en el diseño del procedimiento son precisos y completos, y todos los otros factores normalmente considerados en la validación en vuelo, se podrá prescindir de la validación en vuelo.

La OACI produce varias herramientas para automatizar porciones básicas de los criterios de diseño de procedimientos en que las consecuencias del error son particularmente importantes para la seguridad operacional.

Cada autoridad estatal correspondiente a los asuntos de aviación civil es la responsable final de todos los procedimientos instrumentales IFR publicados en su territorio. Teniendo en cuenta que estos pueden ser diseñados por la correspondiente autoridad o delegados a terceras partes deberán tomarse medidas para asegurar la calidad y fiabilidad de los mismos. Actualmente en España el diseño de procedimientos debe ser aprobado por el comité de CIDEFO que incluye al ministerio de fomento y defensa. El inconveniente para el desarrollo de procedimientos innovadores viene determinado ante la imposición de que solo pueden presentar propuestas ante dicho comité los militares y los proveedores civiles de servicios de navegación aérea certificados (ANSP) lo que en España queda reducido a un único proveedor, ENAIRE.



El proceso de desarrollo de un IFP contiene un gran número de pasos que se muestran en el diagrama de la siguiente figura.

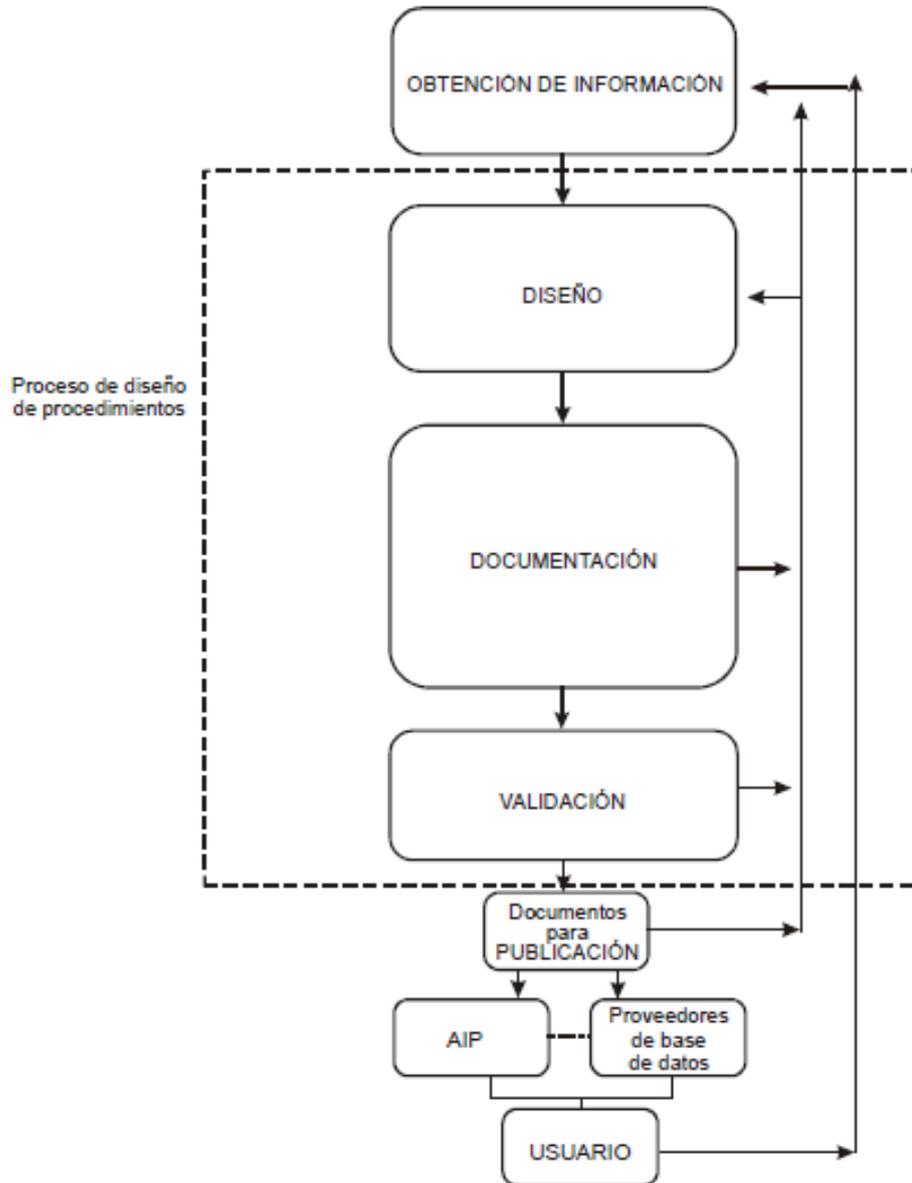


Figura 8. Proceso de los procedimientos de vuelo por instrumentos (IFP)

## 4.2. Pasos de un IFP

A la hora de diseñar un procedimiento instrumental se deben seguir una serie de pasos. Estos pasos quedan descritos a continuación y esquematizados en un diagrama de flujos a modo de resumen final.

### ▪ Paso 1: Iniciación

Se pueden dar diversas causas que provoquen la iniciación de un diseño de procedimiento de vuelo (FPD):

- La solicitud por parte de un cliente de un nuevo procedimiento o de una modificación de alguno ya existente.
- La revisión de un procedimiento existente.
- O como feedback a un procedimiento existente.

Si el proceso de IFP se inicia por la petición de un cliente, las razones principales para dicha petición deben ser claramente identificadas. Algunos ejemplos pueden ser la mejora de la seguridad producida por un IFP, el aumento de eficacia de una operación, consideraciones ambientales, entre otros.

En este punto, la decisión de “go” o “not to go” es básica.

### ▪ Paso 2: Recoger y validar todos los datos

Una vez el proceso de diseño de un IFP ha sido iniciado y validado, el siguiente paso consiste en obtener la información necesaria para la fase de diseño del IFP.

El diseñador del procedimiento debe asegurarse de que los requisitos ATS relacionados con el procedimiento sean dados como dato.

Además, el diseñador debe recoger dichos datos de fuentes de confianza y validar su precisión, resolución, integridad, entre otros aspectos. La calidad de los datos debe ajustarse a lo establecido en los anexos 11, 14 y 15 de la OACI. Los datos y sus parámetros de calidad deben ser incorporados en la documentación del diseño del procedimiento.

Es necesario evaluar como información para el proceso de diseño de procedimientos los siguientes aspectos:

- a) datos de aeropuerto, ayudas para la navegación, obstáculos y coordenadas y elevación del terreno, basados en estudios verificados y que cumplen los requisitos de calidad de datos de los Anexos 11, 14 y 15 de la OACI;
  - b) requisitos del espacio aéreo;
  - c) requisitos del usuario: necesidades del proveedor de servicios de tránsito aéreo y los explotadores que utilizarán el procedimiento;
  - d) infraestructura aeroportuaria tales como clasificación de pistas, iluminación, comunicaciones, señales de la pista y disponibilidad de reglaje local del altímetro;
  - e) consideraciones ambientales; y
  - f) todo otro problema potencial relacionado con el procedimiento.
- c) tierra y en vuelo y los resultados de las validaciones en tierra y en vuelo.

- **Paso 3: Creación de un diseño conceptual**

Una vez recogidos todos los datos necesarios para el procedimiento se precede a comenzar con el diseño del mismo.

El diseño conceptual es un trabajo preliminar en el que se traza la estrategia general a seguir a lo largo de todo el proceso. Generalmente lo lleva a cabo el diseñador del procedimiento, el cual estará al cargo a lo largo del desarrollo del IFP.

Para esta tarea se deben aplicar los criterios de diseño de procedimientos establecidos en el Doc 8168 de los PANS-OPS de la OACI.

- **Paso 4: Revisión del diseño por parte del cliente**

En este paso, el diseño conceptual es revisado por el cliente. Debe de llegarse a un acuerdo entre el cliente y el diseñador, pues en caso de no ser así el diseñador debe comenzar un nuevo diseño conceptual o el cliente debe reconsiderar sus objetivos.

- **Paso 5: Aplicación de los criterios de diseño**

Cuando el borrador de diseño es aprobado por las partes implicadas, se deben aplicar los correspondientes criterios y las actividades de diseño pueden comenzar. Se recomienda tener una comunicación fluida entre las partes implicadas para facilitar y acelerar todo el proceso.

Un aspecto que se suele olvidar en este proceso es aplicar los criterios de diseño actualizados. El diseñador debe garantizar que los criterios que están siendo aplicados son los disponibles en la última actualización de la normativa correspondiente publicada, incluyendo las enmiendas y correcciones.

Para los diseños de procedimientos civiles generalmente se utilizan los criterios del Doc 8168 de los PANS-OPS de la OACI, volúmenes I y II.

Existen multitud de métodos de diseño en la actualidad que pueden emplearse a la hora de diseñar un procedimiento. A pesar de que en el pasado únicamente existía el método manual, en la actualidad existen múltiples herramientas electrónicas que pueden facilitar el diseño. Existen tantas herramientas comerciales, las cuales aseguran la validez de los datos, o el usuario puede fabricarse sus propias herramientas electrónicas. En el caso de que sean de fabricación propia, debe llevarse a cabo una tarea de validación previa a su uso. Las instrucciones para dicha tarea se encuentran en el manual correspondiente de la OACI.

- **Paso 6: Documentación**

La trazabilidad es un elemento clave en el diseño de un nuevo IFP. Todas las suposiciones hechas y métodos usados en la implementación del IFP deben quedar registrados y documentados de manera uniforme y estar disponibles, por lo menos, todo el tiempo que el IFP este en uso.

La documentación debe incluir un informe final del diseño del IFP y toda la documentación de soporte generada como por ejemplo las hojas de cálculo, los archivos de dibujos y otros documentos relevantes. Esta documentación debe de estar disponible para las autoridades



responsables con el propósito de poder repetir el procedimiento por sí mismo, para validarlo o para posteriores revisiones.

▪ **Paso 7: Actividades seguras**

Se define el término de “seguridad” como “libre de riesgos inaceptables”. Obviamente, como este es uno de los motivos más habituales a la hora de implantar un IFP, el procedimiento resultante debe ser considerado seguro previamente a su uso operacional, una vez los riesgos han sido identificados, evaluados y fijados.

Para la evaluación de la seguridad de un IFP, por la cual una organización debe asegurar que los riesgos asociados con el IFP completo han sido identificados y mitigados con anterioridad a la operación, debe de llevarse a cabo un estudio de seguridad. Este estudio de seguridad es el documento que asegura que se ha logrado y se mantiene el nivel de seguridad durante la operación completa. El estudio de seguridad deberá ser aprobado por las correspondientes autoridades.

El estudio de seguridad debe ser dirigido ni creado por el diseñador del procedimiento, aunque si suele ser un participante activo en la creación del documento. Debería ser dirigido por un equipo que incluya los principales clientes o usuarios del IFP, aunque esto rara vez es así.

▪ **Paso 8: Validación en tierra**

La validación en tierra es un examen de todo el procedimiento de vuelo por instrumentos por una o varias personas capacitadas en diseño de procedimientos y que tienen un conocimiento apropiado de los problemas de validación en vuelo. Debe ser llevada a cabo por un diseñador de procedimientos que no haya estado involucrado en el diseño del que se está evaluando.

Esta validación tiene la finalidad de detectar errores en los criterios y la documentación y evaluar en tierra, en la medida posible, aquellos elementos que se evaluarán en una validación en vuelo. Los problemas identificados en la evaluación en tierra deberían resolverse antes de toda validación en vuelo. La validación en tierra determinará también si es necesaria la validación en vuelo para las modificaciones y enmiendas de los procedimientos publicados previamente.

▪ **Paso 9: Validación en vuelo**

La validación en vuelo de los procedimientos de vuelo por instrumentos debería llevarse a cabo como parte de la certificación inicial y debería incluirse también en el programa periódico de garantía de calidad establecido por cada uno de los Estados para garantizar que el proceso de diseño de procedimientos y sus resultados, incluyendo la calidad de la información/datos aeronáuticos, cumplen los requisitos del Anexo 15. Esta validación la llevará a cabo un piloto de validación en vuelo calificado y con experiencia, certificado o autorizado por el Estado.

Los objetivos de la validación en vuelo de los procedimientos de vuelo por instrumentos son:

- a) ofrecer la seguridad de que se ha proporcionado un franqueamiento de obstáculos adecuado;
- b) verificar que los datos de navegación que habrán de publicarse, así como los empleados en el diseño del procedimiento, son correctos;



- c) verificar que todos los elementos de la infraestructura requerida, tales como señales de la pista, iluminación y fuentes de comunicaciones y navegación, están instalados y funcionan;
- d) realizar una evaluación de la aplicación del procedimiento en la práctica para determinar que puede llevarse a cabo con seguridad; y
- e) evaluar las cartas, la infraestructura requerida, la visibilidad y otros factores operacionales.

- **Paso 10: Consultar con el cliente**

En el caso de que todas las tareas anteriores se hayan llevado a cabo de manera satisfactoria, la validación del IFP y toda la documentación generada debe ser sometida a la revisión de las partes involucradas.

- **Paso 11: Aprobar el IFP**

El IFP debe ser aprobado por la autoridad correspondiente para su posterior publicación. Este proceso de aprobación asegura que todos los pasos en el diseño y creación del IFP han sido llevados a cabo de forma adecuada, documentados y firmados por la autoridad competente.

- **Paso 12: Crear un borrador de publicación**

En este paso se debe entregar toda la documentación del FPD, incluyendo la representación gráfica del mismo, a las autoridades aeronáuticas correspondientes al Servicio de Información (AIS) para proceder a crear un borrador de publicación del procedimiento.

- **Paso 13: Verificar el borrador de publicación**

El borrador a publicar hecho por las autoridades deberá ser entregado a las partes interesadas para su revisión, particularmente al diseñador del procedimiento y al propietario, pudiendo así verificar estos que todos los datos reflejados en la carta son correctos y reflejan lo establecido en el diseño del procedimiento.

- **Paso 14: Publicación del IFP**

La publicación del procedimiento en el AIP correspondiente recae sobre el estado o la autoridad competente, en el caso español en el comité de CIDEFO. La entidad responsable de la publicación del procedimiento recibirá toda la información y documentación necesarias para la publicación.

- **Paso 15: Feedback del cliente**

Obtener un feedback del cliente en el que aseguren estar de acuerdo con la publicación del documento es recomendable. Este feedback puede conseguirse mediante varias reuniones entre pilotos y ATC o por medio de cuestionarios.

Del feedback obtenido se pueden extraer elementos positivos que puedan ser considerados en procedimientos futuros, así como aspectos negativos para ser evaluados. Cualquier problema encontrado a lo largo del desarrollo del IFP y concretamente expuesto en la fase final debe ser evaluado de forma correcta para aplicar las acciones correctivas apropiadas.

Las acciones correctivas pueden abarcar desde acciones menores hasta la revisión completa del procedimiento.

▪ **Paso 16: Tareas de mantenimiento**

Es necesario asegurar que:

- Los cambios significativos en los obstáculos, la configuración del aeródromo y en los datos aeronáuticos y las NAVAIDs son evaluados.
- Los cambios significativos en las especificaciones de los criterios de diseño que afecten al diseño del procedimiento son correctamente evaluados con el fin de determinar si es necesaria alguna acción previamente a la revisión periódica del procedimiento.

Si por cualquier causa se requiere alguna acción, el proceso del IFP vuelve al paso 1.

▪ **Paso 17: Revisiones periódicas**

Los procedimientos publicados estarán sujetos a un examen periódico incluyendo validación para asegurarse de que continúan cumpliendo con los criterios que cambian, confirmar que el franqueamiento de obstáculos sigue siendo adecuado y satisfacer los requisitos de los usuarios.

Los Estados determinarán los intervalos para el examen periódico de los procedimientos de vuelo por instrumentos de conformidad con sus respectivas necesidades. El intervalo máximo para este examen es de cinco años.

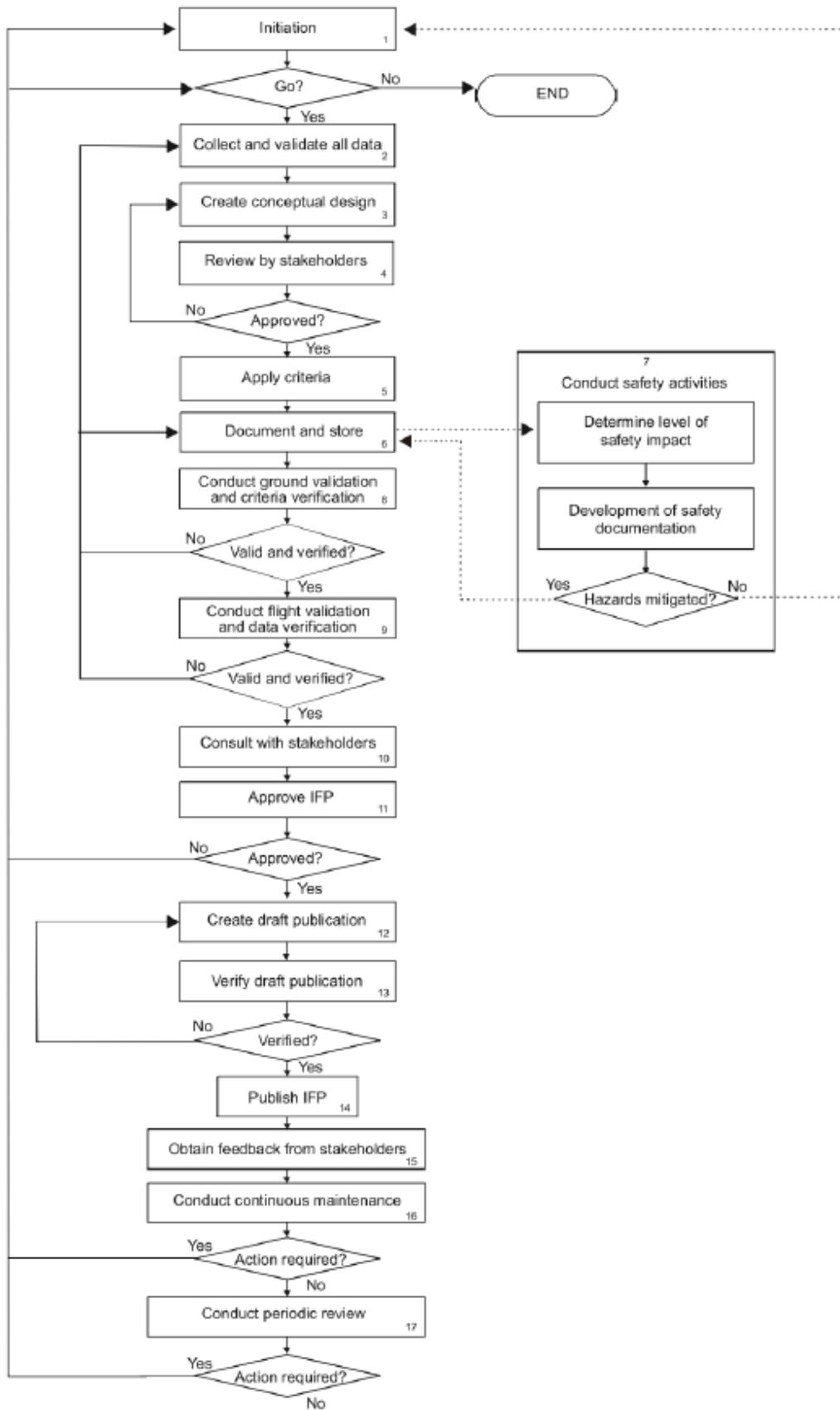


Figura 9. Diagrama de proceso de un IFP



## **5. Diseño de Procedimientos de vuelo Instrumental**





## 5.1. Introducción

Un procedimiento de vuelo es un conjunto de “pasos” que realizan uno o más miembros de la tripulación de forma coordinada y/o adoptando una secuencia específica, dentro de una unidad de lugar, tiempo y acción.

“Paso”, es cada uno de los puntos de que consta un procedimiento y que da lugar a una acción.

Las reglas de vuelo instrumental o reglas de vuelo por instrumentos —más conocidas por las siglas en inglés IFR, Instrumental Flight Rules— son el conjunto de normas y procedimientos recogidos en el Reglamento de Circulación Aérea que regulan el vuelo de aeronaves con base en el uso de instrumentos para la navegación, lo cual implica que no es necesario tener contacto visual con el terreno, como ocurre en el método de navegación bajo reglas de vuelo visual (o VFR, del inglés Visual Flight Rules).

Un vuelo instrumental consta de cuatro etapas: la salida, la ruta, la llegada y la aproximación. Cada una de estas etapas cuenta con sus procedimientos estándar, publicados en las cartas de navegación aeronáutica y que permiten a los vuelos instrumentales moverse de un modo ordenado y seguro, desde que el avión enciende sus motores hasta que los apaga. Estos procedimientos también permiten al piloto, en caso de fallo de comunicaciones, completar un vuelo de modo que sus intenciones puedan predecirse, tanto por el controlador como por los aviones que puedan encontrarse en la zona.

Existen procedimientos normales y de emergencias.

Los procedimientos normales son aquellos que encuadran todas las acciones y comprobaciones que preparan al avión para las distintas fases de una operación rutinaria. Son aquellos que se usan en la operación normal del avión y no contienen ningún tipo de situación anormal, fallos o emergencias. Los procedimientos se agrupan en el orden en el que se van a utilizar durante el vuelo, lo que se denominan las fases del vuelo.

Ya ha quedado establecido con anterioridad que en objetivo central de este proyecto es el diseño de un procedimiento de aproximación IFR basado en tecnología GNSS, en concreto utilizando el SBAS Europeo, EGNOS. El IFP será un procedimiento de aproximación PinS LPV al helipuerto de superficie de Airbus Helicopters España, en proceso de certificación para helipuerto no instrumental de acuerdo con lo especificado en el Anexo 14 de la OACI, volumen II: Helipuertos.

### 5.1.1. Procedimientos de Aproximación instrumental

Se denomina procedimiento de aproximación por instrumentos (IAP) a una serie de maniobras predeterminadas realizadas por referencia a los instrumentos de a bordo, con protección específica contra los obstáculos desde el punto de referencia de aproximación inicial, o, cuando sea el caso, desde el inicio de una ruta definida de llegada hasta un punto a partir del cual sea posible hacer el aterrizaje; y, luego, si no se realiza éste, hasta una posición en la cual se apliquen los criterios de circuito de espera o de margen de franqueamiento de obstáculos en ruta. Los procedimientos de aproximación por instrumentos se clasifican como sigue:



- Procedimiento de aproximación que no es de precisión (NPA). Procedimiento de aproximación por instrumentos diseñado para operaciones de aproximación por instrumentos 2D de Tipo A.
- Procedimiento de aproximación con guía vertical (APV). Procedimiento de aproximación por instrumentos, con navegación basada en la performance (PBN), diseñado para operaciones de aproximación por instrumentos 3D de Tipo A.
- Procedimiento de aproximación de precisión (PA). Procedimiento de aproximación por instrumentos, basado en sistemas de navegación (ILS, MLS, GLS y SBAS CAT I), diseñado para operaciones de aproximación por instrumentos 3D de Tipo A o B.

La aproximación instrumental se detalla en las cartas de aproximación instrumental (IAC), que describen la ruta, tanto vertical como horizontal, hasta un punto a partir del cual el piloto debe tener contacto visual con la pista y completar el vuelo sin ayuda de los instrumentos. Dicho punto se denomina mínimo, o Altitud de Decisión. Si en este punto el piloto no tiene contacto visual con la pista, deberá frustrar el aterrizaje, de acuerdo con los procedimientos establecidos en la misma carta, y esperar instrucciones del controlador o bien dirigirse a un aeropuerto alternativo especificado en su plan de vuelo.

Todo procedimiento de aproximación por instrumentos podrá constar de hasta cinco tramos independientes. Estos son, tramo de llegada, tramo inicial, tramo intermedio, tramo final y tramo de aproximación frustrada. Además, deberá tenerse en cuenta un área para sobrevolar el aeródromo en circuito y en condiciones de vuelo visual. Los tramos de aproximación comienzan y terminan en puntos de referencia designados. No obstante, hay casos en que determinados tramos pueden comenzar en puntos específicos en los que no se dispone de planos de referencia (o no se precisan). Por ejemplo, el tramo de aproximación final en una aproximación de precisión puede comenzar en el punto de intersección de la altitud/altura de vuelo intermedia designada con la trayectoria de planeo nominal; el tramo intermedio puede comenzar al final del viraje de acercamiento.

En el caso concreto objeto de este estudio se trata de un procedimiento específico para helicópteros de aproximación apoyado en SBAS, a un punto en el espacio (PinS) con guiado vertical (LPV).



## 5.2. Helipuerto de Airbus Helicopters en Albacete

### 5.2.1. Descripción del helipuerto

El helipuerto que está siendo considerado en este proyecto, para el cual se están diseñando los procedimientos de aproximación instrumental (PinS LPV) y en el cual se pretenden implementar, está localizado en Albacete (Albacete, España).

Actualmente el helipuerto no existe como tal, pero se encuentra en construcción y bajo trámites de autorización para vuelo VFR (es decir, certificación como helipuerto no instrumental). Como consecuencia, podría resultar inaceptable el diseño de un procedimiento de aproximación instrumental, pues el helipuerto no estará certificado para ello. Se escoge un procedimiento PinS debido a los criterios especiales del mismo que permiten que se operen en helipuertos no certificados como instrumentales y se trata de un procedimiento único para helicópteros. Este es uno de los principales objetivos de este tipo de procedimientos de aproximación.

El helipuerto Airbus Helicopters España (como se ha denominado oficialmente a el helipuerto objeto de este proyecto) es un helipuerto de superficie con capacidad para soportar los helicópteros que habitualmente operan en él.

Los helicópteros que operarán en el helipuerto serán generalmente los producidos por Airbus Helicopters España, aunque también se espera la operación de helicópteros de otros fabricantes.

El helipuerto Airbus Helicopters España es un helicóptero de superficie que atiende las operaciones de la empresa relacionadas con la logística, el montaje, reparación, mantenimiento, etc. de helicópteros. En concreto la factoría está certificada para el desarrollo del ensamblaje final, la clientización, el mantenimiento y la reparación de helicópteros.

El helipuerto tendrá un uso de recepción y salida de helicópteros (tanto de la propia compañía, como de clientes o terceros), pruebas de helicópteros y base para un helicóptero del Servicio de Salud de Castilla-La Mancha (SESCAM).

Al ser un helipuerto principalmente destinado al mantenimiento de aeronaves, el helipuerto proyectado tendrá la clasificación de: HELIPUERTO RESTRINGIDO ESPECIALIZADO.

En base a lo expuesto, se resume a continuación la configuración definitiva del helipuerto.

- Diurno / nocturno \_\_\_\_\_ Nocturno
- Superficie / elevado sobre el terreno / elevado \_\_\_\_\_ Superficie
- Performance \_\_\_\_\_ 1,2,3
- Helicóptero determinante calles de rodaje y FATO \_\_\_\_\_ NH 90
- Helicóptero determinante puestos estacionamiento \_\_\_\_\_ EC 145
- Helicóptero determinante MTOW \_\_\_\_\_ H 225
- Eventual / Permanente \_\_\_\_\_ Permanente
- Restringido / Público \_\_\_\_\_ Restringido Especializado

Un helipuerto queda geográficamente definido por las coordenadas de su punto de referencia (HRP) cuya función es análoga a las del punto de referencia de un aeródromo (ARP).



<b>COORDENADAS (WGS84) ARP</b>	38°56'33.94" N 01°52'38.80" W
<b>ELEVACIÓN ARP</b>	695.47 m

Tabla 11. Coordenadas HRP

Existen 11 TLOF en el Helipuerto, la toma de contacto dentro de la FATO y los puestos de estacionamiento existentes, ya que al permitir el rodaje aéreo, todos ellos son áreas de toma de contacto y elevación inicial.

Sus dimensiones son las siguientes:

- TLOF en FATO (1): Cuadrado 16,3 x 16,3 m.
- TLOFs puestos estacionamiento EC 145 (9): Círculo de 26,06 m de diámetro.
- TLOF puesto estacionamiento NH 90 (1): Círculo de 39,12 m de diámetro.

La TLOF situada en la FATO es capaz de resistir cargas dinámicas y las situadas en los puestos de estacionamiento, son capaces de resistir cargas estáticas.

La FATO será una pista rectangular de dimensiones 302,8 x 20 m.

El área de seguridad se encuentra envolviendo la FATO y consiste en un rectángulo de 322,0 x 39,2 m.

DIMENSIONES DEL HELIPUERTO	
<b>TLOF (interior FATO)</b>	Cuadrado 16,3 x 16,3 m
<b>TLOF (puesto de estacionamiento NH90)</b>	Círculo $\varnothing$ 39,12 m
<b>TLOF (puesto de estacionamiento EC145)</b>	Círculo $\varnothing$ 26,06 m
<b>FATO</b>	Rectángulo 302,8 x 20 m
<b>Área de seguridad</b>	Rectángulo 322,0 x 39,2 m

Tabla 12. Resumen de las dimensiones del Helipuerto de Airbus Helicopters España

Con el objeto de que el lector se haga una idea en la siguiente figura se esquematiza la configuración nueva del helipuerto. El mismo se encuentra descrito con mayor precisión en los planos anexados.

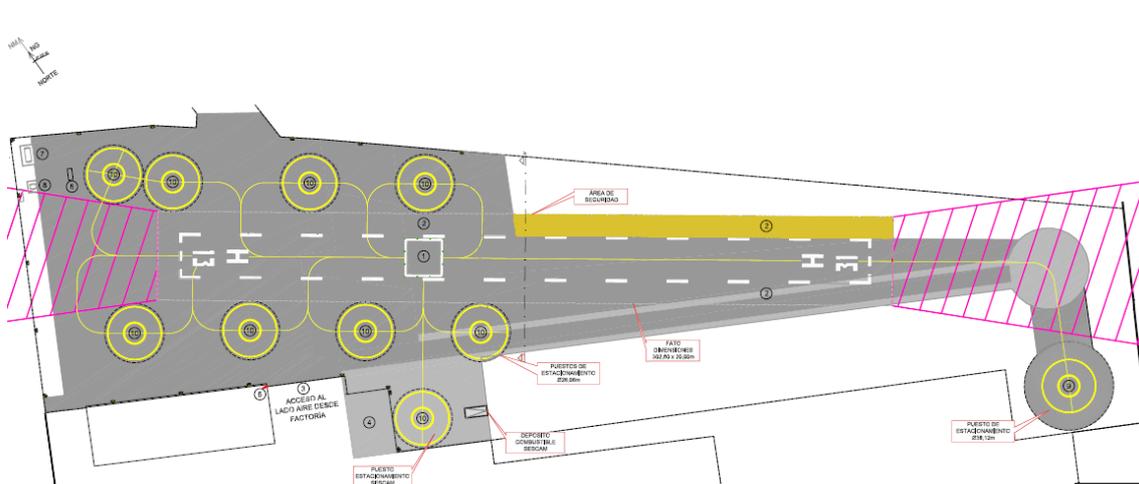


Figura 10. Nueva pista de aproximación y despegue (FATO) y configuración de la plataforma



### 5.2.2. Datos del helipuerto

Los datos del helipuerto de Airbus Helicopters situado en Albacete son los siguientes:

<b>NOMBRE DEL HELIPUERTO</b>	AIRBUS HELICOPTERS ESPAÑA
<b>TERMINO MUNICIPAL</b>	ALBACETE
<b>PROVINCIA</b>	ALBACETE
<b>COORDENADAS (WGS 84)</b>	38°56'35.8" N
<b>ARP</b>	1°52'43.1" W
<b>ELEVACIÓN DEL ARP</b>	697 m
<b>ORIENTACIÓN PISTA</b>	DESPEGUES: 40°MAG / 118°MAG / 155°MAG / 298°MAG APROXIM.: 220°MAG / 298°MAG / 335°MAG / 118°MAG
<b>TIPO DE OPERCIÓN</b>	VISUAL NOCTURNO (VFR Nocturno)
<b>HORARIO DE OPERACIÓN</b>	24 H
<b>CONDICIONES</b>	Se deben respetar los procedimientos aprobados en la carta de acuerdo entre la Base Aérea de Albacete y Eurocopter España.
<b>OBSERVACIONES</b>	La ubicación propuesta se encuentra lindando con la Base Aérea de Albacete.

Tabla 13. Datos del Helipuerto



### 5.3. Segmento visual

#### 5.3.1. Análisis de las posibles trayectorias para el segmento visual

Actualmente existen 2 rutas de aproximación y ascenso aprobadas con el fin de:

- Facilitar la utilización con diferentes regímenes de vientos.
- Facilitar los aterrizajes interrumpidos o frustrados.

Estas rutas se eligieron en base a:

- Estudio meteorológico: El helipuerto ofrecerá 2 rutas de despegue y aproximación, a ser posible separadas al menos 150º, y estando una de ellas orientada en sentido opuesto al de los vientos dominantes.
- Estudio de los posibles obstáculos fijos en el entorno del helipuerto que condicionen las superficies limitadoras de obstáculos.
- Reducción al mínimo de las molestias ocasionadas por el ruido.

Cabe destacar que los helicópteros tienen la particularidad de admitir una componente de viento transversal bastante mayor que los aviones. Por todo ello, la elección de las rutas principales de aproximación y despegue ha dependido fundamentalmente de los sectores libres de obstáculos.

Se analizarán en primer lugar estas trayectorias como posibles segmentos visuales de la aproximación, aprovechando que ya se encuentran certificadas para el helipuerto, los rumbos que se han establecido para estas trayectorias son 305º 03' 23" y 125º 27' 23".

En este caso, se eligen como rutas principales de aterrizaje y despegue las orientadas hacia el NW, ya que se le ha dado una importancia extra al factor de vientos dominantes, que es algo que los pilotos tienen muy en cuenta. Es cierto que del SE, las frecuencias de vientos son mayores, pero desde el W y el NW, se obtienen con más frecuencia vientos de una velocidad mayor, facilitando así las operaciones a realizar.

	GEO	MAG	SENTIDO
ATERRIZAJE	305º 26' 23"	305º 03' 23"	31
	GEO	MAG	SENTIDO
DESPEGUE	305º 26' 23"	305º 03' 23"	31

Tabla 14. Rutas principales de despegue y aterrizaje

Las rutas secundarias de despegue y de aterrizaje se eligen de tal forma que estén separadas de las principales como mínimo 150º.

En este caso, al tratarse de una FATO en forma de pista de aterrizaje, se eligen como rutas secundarias de aterrizaje y despegue las de direcciones separadas 180º de las principales:

	GEO	MAG	SENTIDO
ATERRIZAJE	125º 50' 23"	125º 27' 23"	13
	GEO	MAG	SENTIDO
DESPEGUE	125º 50' 23"	125º 27' 23"	13

Tabla 14. Rutas secundarias de despegue y aterrizaje

La declinación magnética a 11 de Julio de 2016 es  $0^{\circ} 23' 00''$  W.

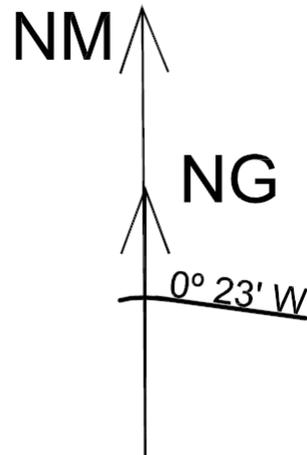


Figura 11. Desviación magnética

Estas rutas se muestran en la siguiente figura. Cabe comentar que se han diseñado de forma que se minimice la interferencia con los edificios del Parque Aeronáutico y con la Base Aérea de Albacete. La carta de acuerdo entre ambas instalaciones se puede encontrar como uno de los anexos a este documento

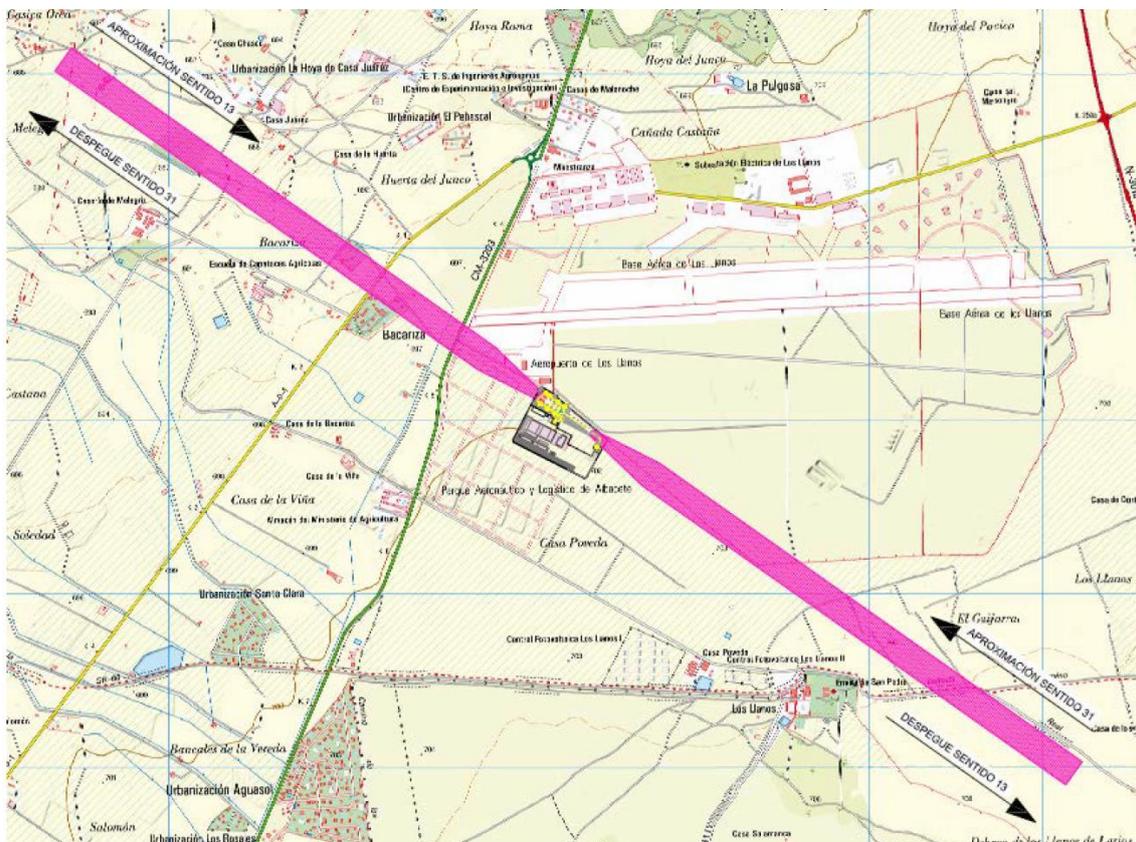


Figura 12. Rutas de aproximación y despegue

Se ejecuta un análisis superficial de las direcciones anteriormente mencionadas para determinar por cuál de ellas es mejor ejecutar la aproximación instrumental, siendo esta aquella que

permita una OCA/H menor o más cercana a su valor mínimo (comúnmente conocida como “mínima”) y que contenga un ángulo de descenso común para la FAS.

La primera trayectoria analizada fue la establecida como secundaria en el aterrizaje visual, es decir,  $125^{\circ} 50' 23''$  GEO y en el análisis preliminar se llegó a la conclusión de que, si era posible establecer el segmento visual en esta dirección, pero, como se puede apreciar en las imágenes que aparecen al final de este subapartado, la presencia de obstáculos es mayor que desde la otra dirección y por motivos de seguridad operacional se descartó.

La segunda trayectoria analizada fue la  $305^{\circ} 26' 23''$  GEO. La evaluación de este rumbo concluyó que el tramo libre de obstáculos puede conseguirse para este segmento visual y para el tramo de aproximación final, obteniendo, en una primera evaluación, una OCA/H razonable cercana a su mínimo valor (comúnmente conocida como “mínima”) combinado con un ángulo de descenso de valor común para la FAS.

En vista de todo lo anteriormente descrito, se selecciona como trayectoria óptima para la aproximación SBAS la orientación  $305^{\circ} 26' 23''$  GEO.

Las siguientes ilustraciones muestran de forma panorámica las vistas que se tienen desde el helipuerto en las diferentes orientaciones anteriormente mencionadas.



*Ilustración 16. Panorámica aterrizaje sentido 13*



*Ilustración 17. Panorámica aterrizaje sentido 31*



### 5.3.2. Definición del segmento visual

Finalmente, tras la evaluación efectuada en el apartado anterior, el curso del segmento visual queda definido. El segmento visual conecta el Point-in-Space (que es a su vez el punto de inicio del tramo de aproximación frustrada) con el helipuerto o el lugar de aterrizaje. Varios tipos de segmentos visuales pueden ser usados en los procedimientos PinS:

- Tramo Visual Directo (SV Directo)
- Tramo Visual de Maniobra (SV de Maniobra)
- Tramo Visual de ruta (en fase de elaboración)

Para el desarrollo de este procedimiento se ha escogido un segmento visual directo. El VS directo conecta el PinS con el helipuerto o lugar de aterrizaje; esto puede hacerse de manera directa hacia el helipuerto o lugar de aterrizaje o por medio del punto de descenso, donde puede tener lugar un cambio limitado de derrota. En este caso se ha optado por no utilizar un punto de descenso (DP).

El beneficio más significativo del segmento visual de los procedimientos PinS, como ya se ha mencionado múltiples veces con anterioridad, es que permite procedimientos de aproximación instrumental a zonas de aterrizaje no instrumentales a través del mencionado tramo visual permitiendo así que el lugar de aterrizaje únicamente deba cumplir con los requisitos de FATO y Área de Seguridad definidos en el Volumen II del Anexo 14 de la OACI para helipuertos no instrumentales.

Otros parámetros aparte del rumbo establecido deben tenerse en cuenta para el tramo visual de acuerdo con los criterios especificados en los PANS-OPS Doc 8168 Volumen II, Parte IV, Capítulo 3, Procedimientos de Aproximación APCH RNP a un punto en el espacio (PinS) para helicópteros hasta mínimos LPV.

Estos componentes o parámetros necesarios para el tramo visual son: la longitud, las superficies de franqueamiento de obstáculos (OCS), las superficies de identificación de obstáculos (OIS), el establecimiento de un punto de descenso (DP) y el ángulo de descenso del tramo visual (VSDA). Dichos componentes se detallan en los siguientes subapartados.

No penetrarán obstáculos en la OCS del VS directo. Los obstáculos que penetren en la OIS inclinada o en la OIS a nivel se documentarán y representarán cartográficamente.

Se permiten cambios de rumbo en el PinS de hasta 30º, pero en el caso objeto de estudio no es necesario y por lo tanto no se llevará a cabo ningún cambio de curso.

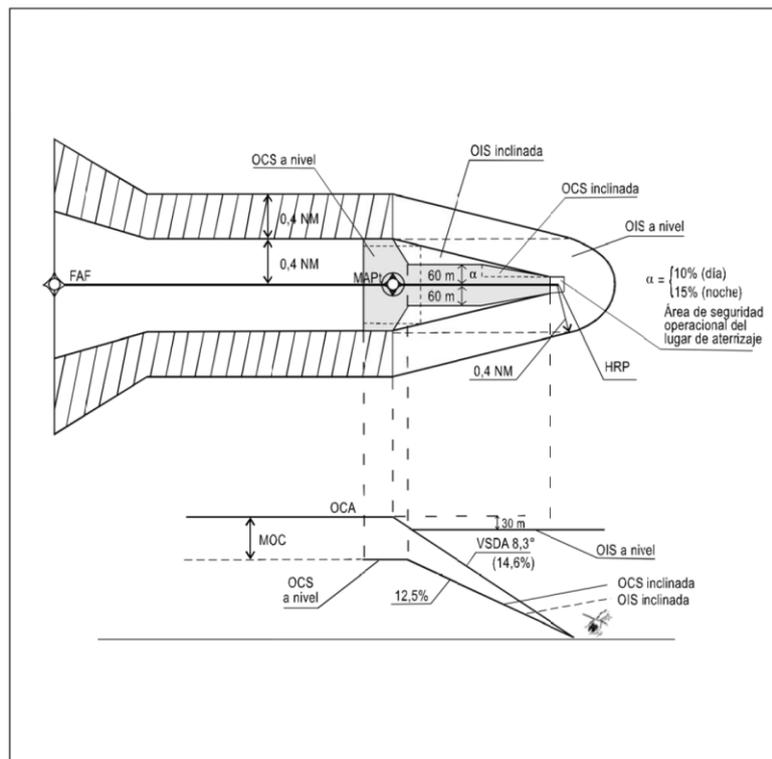


Figura 13. Esquema general de un VS Directo

#### Longitud del tramo visual:

Se selecciona la longitud del tramo visual para proporcionar suficientes referencias visuales del PinS al lugar de aterrizaje, permitiendo también suficiente distancia para desacelerar, descender y aterrizar la aeronave en el lugar de aterrizaje.

La longitud mínima del tramo visual depende de la velocidad máxima en el tramo de aproximación final del procedimiento por instrumentos y será la siguiente:

- 130 km/h (70 KIAS): 1,00 km (0,54 NM)
- 165 km/h (90 KIAS): 1,60 km (0,85 NM).

La longitud óptima del tramo visual depende de la velocidad máxima en el tramo de aproximación final del procedimiento por instrumentos y es la siguiente:

- 130 km/h (70 KIAS): 1,20 km (0,65 NM)
- 165 km/h (90 KIAS): 2,00 km (1,08 NM).

La longitud máxima del tramo visual será de 3,00 km (1,62 NM).

Todos los helicópteros que habitualmente operan en el helipuerto de Airbus Helicopters España, los cuales se encuentran listados en el Anexo 01 Estudio de Compatibilidad con el Espacio Aéreo, están capacitados operacionalmente para alcanzar las velocidades establecidas como máximas en el tramo de aproximación final de forma segura.

Para maximizar las ventajas de un procedimiento de este tipo, se opta por el uso de las longitudes mínimas, estando así el PinS lo más próximo posible al lugar de aterrizaje y limitando la velocidad en la aproximación a 130 km/h.

Por lo tanto, el PinS se encontrará a 1 km, 1000 m, del HRP.

#### Ángulo de descenso del tramo visual (VSDA):

El VSDA describe la trayectoria nominal de descenso de la aeronave en el tramo visual. El VSDA se deriva de la pendiente de la OCS y es equivalente a la pendiente de la OCS más  $1,12^\circ$ . La OCA/H deberá tener una altitud mínima según los obstáculos que se sobrevuelan en el tramo de aproximación final, quedando así el PinS establecido a una determinada altitud como mínimo. Conocida dicha altitud y la longitud del tramo visual, el VSDA puede obtenerse a través de una simple relación trigonométrica. Se debe tener en cuenta que el VSDA máximo es igual a  $8,3^\circ$ . El VSDA se origina en el PinS a la MDA/H, y termina en la HCH por encima del HRP. El HCH se encuentra a 10 ft sobre el HRP, es decir a 3,048 m.

La elevación mínima del PinS es de 330 ft (100 m), y se ve con más detalle en el apartado correspondiente.

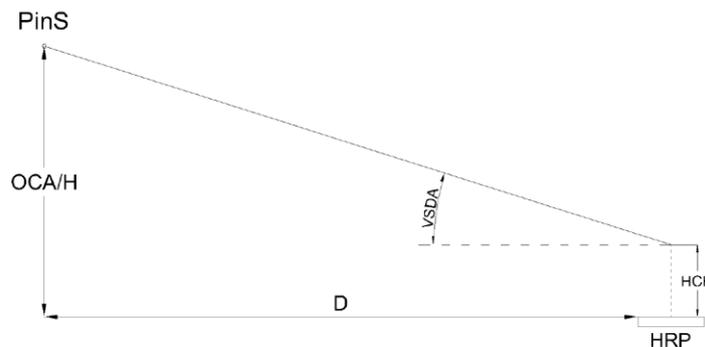


Figura 14. Definición del VSDA

Por lo tanto, el VSDA será:

$$VSDA(^{\circ}) = \arctan\left(\frac{OCH - HCH}{D}\right) = 5,5707^{\circ}$$

Ecuación 6. Cálculo de VSDA

#### Definición de la OCS:

Se origina en el borde externo del área de seguridad (SA) de la zona de aterrizaje, con una elevación igual a la elevación del lugar de aterrizaje y en su origen es igual a la anchura de la SA. Es decir, el ancho inicial de la OCS es de 39,2 m y la elevación de 695,47 m.

Los bordes externos de la OCS se extienden a partir de sus orígenes en el borde de la SA, simétricamente alrededor de la dirección del eje de la OCS, hasta alcanzar una anchura máxima total de 120 m, en cuyo punto los bordes externos quedan paralelos al eje de la OCS.

Al tratarse de un helipuerto en proceso de habilitación tanto para operaciones diurnas como nocturnas el ángulo de apertura de las OCS es de 15%.

La OCS se inclina en forma ascendente a la pendiente del VSDA menos  $1,12^\circ$ , es decir,  $4,48^\circ$  nominales respecto de la elevación del helipuerto hasta el punto donde la superficie alcanza la altitud de la OCA menos el MOC establecido para el tramo de aproximación final (FAS).



En el punto en el que la OCS alcanza la OCA menos el MOC se mantiene a la misma altitud y se ensancha de forma progresiva para alcanzar la amplitud final del tramo de aproximación en el PinS. El OCS se extenderá hasta la última ATT de PinS.

Por lo tanto, es necesario conocer la tolerancia del PinS. Conociendo que el caso objeto de estudio se trata de un RNP APCH podemos ver en la siguiente tabla las tolerancias del MAPt, que en este caso es equivalente al PinS.

IF/LAF/aproximación frustrada (<56 km del ARP)			FAF			MAPt/aproximación frustrada inicial en línea recta (LP/LPV solamente)			Aproximación frustrada (<28 km del ARP)		
XTT	ATT	1/2 A/W	XTT	ATT	1/2 A/W	XTT	ATT	1/2 A/W	XTT	ATT	1/2 A/W
1 852	1 482	4 074	556	444	2 130	556	444	1 482	1 852	1 482	3 426

Tabla 15. XTT, ATT y semianchura del área para RNP APCH (CAT H)

Así mismo, queda también definida la anchura en PinS gracias a la tabla anterior, 2964 m. En este punto, el área secundaria es de 0 m.

Conocido todo lo anterior y la altitud que representa la OCA menos el MOC del tramo final de aproximación queda completamente definida la OCS del tramo visual de este procedimiento.

El cálculo de la OCA y el MOC del tramo final de aproximación se encuentra detallado en el siguiente apartado que se centra en el diseño de dicho tramo. La altura de la OCA menos el MOC es de 25 m.

Con intención de esquematizar todo lo dicho con anterioridad y facilitar la comprensión de lo mismo con un esquema visual para el lector, se crea la figura que aparece a continuación donde se muestra la OCS.

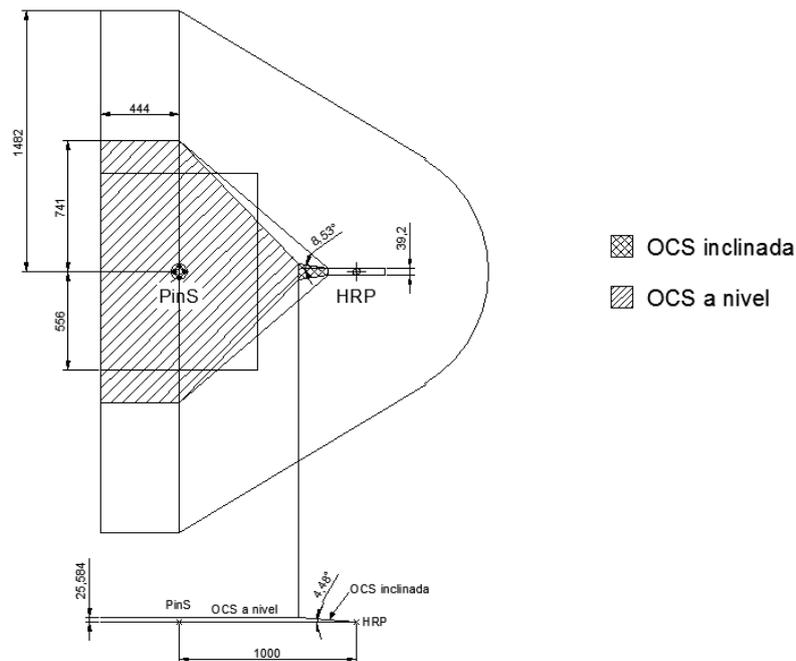


Figura 15. Superficies OCS



### Definición de las OIS:

Existen dos áreas OIS inclinadas; una a cada lado de la OCS. Conectan el extremo de origen de la OCS con la sección a nivel de la misma, es decir, el borde externo de la OIS inclinada se establece al conectar el origen directamente con el borde externo de las áreas primarias en el PinS/(DA/H). El borde interno de la OIS se extiende hasta el límite del borde externo de la OCS.

El origen de la OIS inclinada se establece a la elevación del lugar de aterrizaje. Los bordes, interno y externo, de cada OIS inclinada se elevan en el plano vertical con la misma pendiente que la OCS.

Una OIS a nivel rodea los límites laterales externos de la OIS inclinada. El borde interno de la OIS a nivel colinda con el borde externo de la OIS inclinada. El borde externo de la OIS a nivel se origina en cada borde externo del área secundaria FAS y se conecta tangencialmente con un círculo de 750 m (0,40 NM) de radio con centro en el HRP.

La altitud de la OIS a nivel es igual que la de la OCA para un procedimiento de aproximación por instrumentos menos 30 m. La altitud de la OIS a nivel será, por lo tanto, de 70,854 m.

De nuevo para clarificar todo lo anteriormente descrito se presenta el siguiente esquema donde aparecen las superficies de información de obstáculos tanto en planta como en alzado con los ángulos y las superficies inclinadas y a nivel diferenciadas.

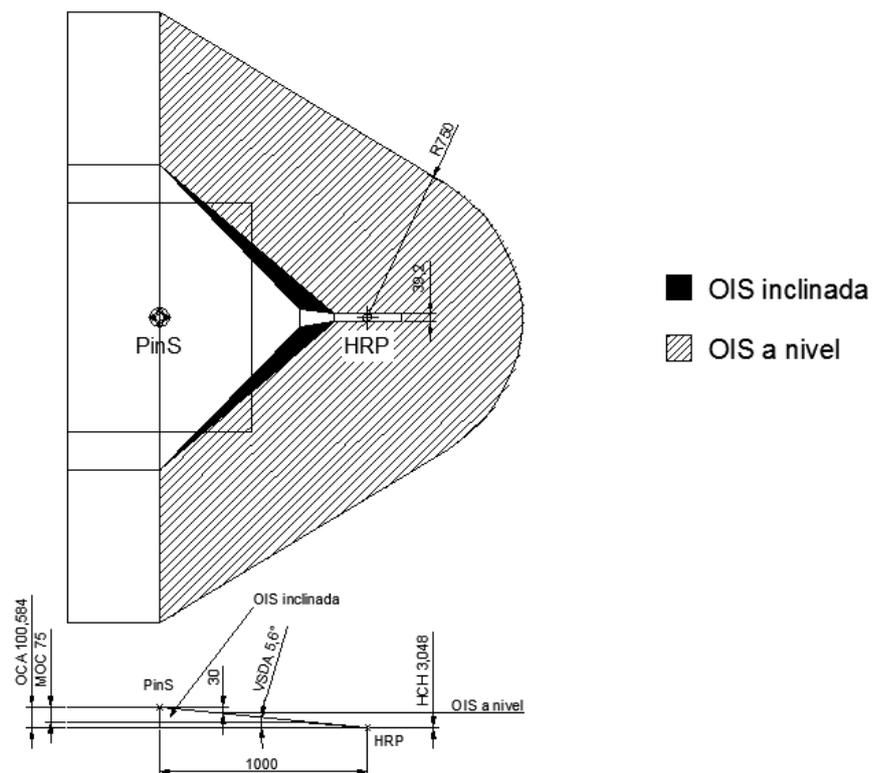


Figura 16. Superficies OIS

### Definición de las OAS:

El conjunto formado por las superficies de franqueamiento de obstáculos y de identificación de obstáculos forma la superficie de evaluación de obstáculos (OAS), cada una de ellas con sus correspondientes características.

Cada uno de los obstáculos que penetren las superficies deberá ser analizado y deberán tomarse las medidas de mitigación pertinentes.

Geoméricamente, las OAS pueden verse en la siguiente figura:

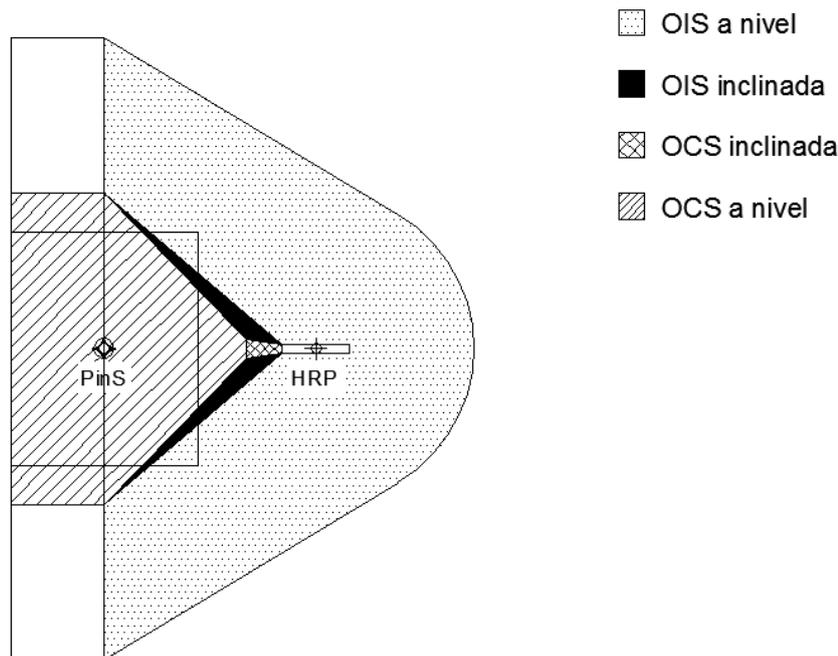


Figura 17. Superficies OAS

### Punto de descenso (DP):

El punto de descenso indica el punto en el que la aeronave puede descender por debajo de la altura/altitud de obstáculos de forma visual para aproximarse a la zona de aterrizaje.

No es necesario establecer un punto de descenso (DP) ya que como se puede ver claramente en las figuras anteriores el VSDA no alcanza una altitud igual a la OCA en ningún punto entre la última ATT del PinS y el HRP, si no que alcanza la altitud después de la última ATT del PinS.

### 5.3.3. Evaluación de obstáculos en el VS

A la hora de realizar la evaluación de obstáculos para comprobar si penetran o no las superficies OAS definidas anteriormente se ha realizado un estudio de obstáculos localizados en los alrededores del helipuerto. Los resultados de dicho estudio son la descripción del obstáculo y sus coordenadas, de forma que cualquier persona pueda reproducir la información y colocar los obstáculos en su posición correspondiente.



En este caso, la información que ofreció el estudio de obstáculos fue empleada para definir y validar el tramo visual del procedimiento objeto de estudio, de acuerdo con las superficies de evaluación de obstáculos (OAS) anteriormente descritas.

Para más detalles sobre los métodos empleados en la realización del estudio y las precisiones consideradas ver el anexo correspondiente a este documento.

Debe mencionarse la realización de un post-procesado de los datos GPS para cumplir con los requisitos de precisión e integridad establecidos en el Anexo 15 de la OACI.

Los obstáculos considerados para la evaluación se recogen en la tabla que aparece a continuación. Cualquier obstáculo que no se recoja en la tabla no supone un peligro para la operación del procedimiento en ningún caso.

OBSTÁCULOS					
Id	Objeto	Coordenadas UTM (ETRS89) Zona 30			Altura respecto al HRP (m)
		X (m)	Y (m)	Elevación (m)	
1	Vallado	597.465,71	4310926,02	698,45	2,98
2	Muro	597.505,76	4310892,40	700,45	4,98
3	Muro	597.136,44	4310843,14	700,4	4,93
4	Trasiego	597.136,44	4311166,53	697,79	2,32
5	Vallado	597.088,38	4311128,94	697,79	2,32
6	Deposito	597.120,41	4311174,39	697,44	1,97
7	C.T.	597.113,23	4311171,15	698,15	2,68
8	Vallado	597.124,25	4311197,28	697,8	2,33
9	Gálíbo	597.087,47	4311163,77	701,8	6,33
10	Farola	597.067,55	4311230,00	704,61	9,14
11	Farola	597.035,85	4311247,38	704,58	9,11
12	Farola	597.003,48	4311265,20	704,63	9,16
13	Farola	597.006,87	4311283,59	704,64	9,17
14	Árbol	596.983,80	4311286,71	702,07	6,6
15	Farola	596.970,90	4311282,62	704,64	9,17
16	Árbol	596.974,40	4311290,73	701,27	5,8
17	Farola	596.979,68	4311300,03	704,52	9,05
18	Farola	596.978,43	4311319,30	704,47	9
19	Farola	596.958,57	4311342,25	704,47	9
20	Farola	596.940,48	4311341,12	704,54	9,07
21	Farola	596.905,97	4311318,27	704,61	9,14
22	Farola	596.810,35	4311371,64	704,44	8,97

Tabla 16. Obstáculos en el segmento visual

Para determinar si alguno de los obstáculos de la tabla anterior penetra las OAS situamos los obstáculos en sus coordenadas correspondientes con el programa AutoCAD (Plano 10 – Estudio de Obstáculos) y situamos las superficies en planta y con un alzado. Tirando líneas desde la planta hasta la superficie correspondiente en el alzado podemos conocer si existe algún obstáculo que penetre las mismas.

Para visualizar la posición de los obstáculos se pueden situar sobre Google Earth.



Ilustración 18. Obstáculos del Tramo Visual en Google Earth

Ninguno de los obstáculos penetra las OAS, por lo tanto, no es necesario realizar ninguna modificación ni en la altura del PinS ni en el ángulo de descenso del segmento visual.

### 5.3.4. Definición del PinS

A estas alturas el PinS está completamente definido, en este apartado se resumen sus características.

Como ya se ha mencionado anteriormente la función del PinS es diferenciar o separar los segmentos de aproximación y de aproximación frustrada. Cuando el helicóptero alcanza el PinS, como este tiene las mismas funciones que un punto de aproximación frustrada (MAPt), el piloto debe decidir si continua la operación hasta el lugar de aterrizaje de forma visual o si se aborta la operación comenzando así el procedimiento de aproximación frustrada en el cual se puede maniobrar hasta alcanzar un fijo u otras opciones que se describirán en el apartado correspondiente.

El PinS es un fly-over point (punto de sobrevuelo) según lo indicado en la OACI, por lo que en las cartas debe representarse mediante la siguiente simbología:

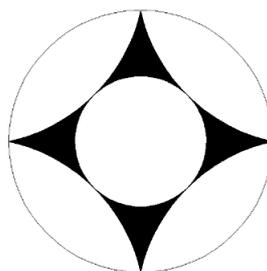


Figura 18. Símbolo de un fly-over point



Las coordenadas del PinS serán 38°56'15"N, 001°52'05"W en sistema WGS-84.

La altitud del PinS es igual a la de la OCA del procedimiento o, lo que es lo mismo, la altitud mínima a la cual se asume la protección frente a obstáculos para el helicóptero. La determinación de la OCA se especifica en el apartado correspondiente al segmento de aproximación final. La OCH es de 330 ft.

En este caso concreto no existen referencias visuales significativas que puedan asociarse con la localización del PinS.

### 5.3.5. Resumen del tramo visual

Se procede a realizar un resumen esquemático de todos los parámetros necesarios para la completa definición del segmento visual:

COORDENADAS PinS		
UTM ETRS89 ZONA 30	X(m)	Y(m)
	598104.58261	4310450.01507
WGS – 84	N(°)	W(°)
	38°56'15"	001°52'05"
WP type	Fly – over	

Tabla 17. Resúmen características PinS

RUMBO DE APROXIMACIÓN DEL TRAMO VISUAL	GEO	MAG
		305°26'23"
ELEVACIÓN DEL HRP (m)	695.47 m	
ELEVACIÓN DEL HRP (ft)	2281.7257 ft	
HCH (ft)	10	
DP	No	
OCH APV (ft)	330	
OCA APV (ft)	2611.7257	
ELEVACIÓN DEL PinS (ft)	2611.7257	
DISTANCIA PinS – HRP (m)	1000	
ANGULO DE DESCENSO DEL TRAMO VISUAL (VSDA, °)	5,57085	
Cambio de rumbo en PinS	0	
Evaluación de obstáculos	Cumple	

Tabla 18. Resumen características Tramo Visual



#### 5.4. Tramo de Aproximación final (FAS)

En el tramo de aproximación final, se efectúan la alineación y el descenso para el aterrizaje. La parte por instrumentos del tramo de aproximación final comienza en el punto de referencia de aproximación final (FAF) y finaliza en el punto de aproximación frustrada (PinS).

Como ya se ha mencionado con anterioridad, se trata de un segmento del tramo APV SBAS. Para todo el tramo APV SBAS se definen unas superficies de evaluación de obstáculos (OAS) que ayudan a determinar la OCA/H final.

En un procedimiento de aproximación de precisión (o APV), la OCA/H se define como la altitud/altura más baja a la que se puede iniciar una aproximación frustrada para satisfacer los criterios pertinentes de diseño de franqueamiento de obstáculos. La OCA tiene como referencia el nivel medio del mar (MSL). La OCH tiene como referencia la elevación del umbral de la pista en cuestión.

En cuanto a la alineación entre el tramo de aproximación final y el PinS no existen requisitos de alineación en las aproximaciones a un punto en el espacio. El PinS también es el punto de aproximación frustrada. Se en este punto el piloto no está seguro de poder completar el aterrizaje con total seguridad debe de comenzar el procedimiento de aproximación frustrada.

El punto de aproximación frustrada está determinado por la intersección de la trayectoria vertical nominal y la altitud/altura de decisión (DA/H). La DA/H se establece en o por encima de la OCA/H.

La anchura en el FAF será de 4260 m, dividido en área principal y área secundaria. El área principal comprende los 2130 m centrales mientras que el área secundaria es de 1065 m a cada lado del área primaria.

El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (MOC) del área primaria es de 75 m, reduciéndose gradualmente hasta cero desde el borde del área primaria hasta el borde exterior del área secundaria.

Para establecer el FAS previamente se deben definir y establecer otros parámetros como el punto de helipuerto ficticio (FHP).

El tramo de aproximación final, que termina en el PinS, está orientado sobre un FHP (helipuerto ficticio). La elevación del FHP es igual a la elevación del helipuerto de aterrizaje. La distancia entre el PinS y el FHP es igual a 800 m. Esto se ilustra en la Figura que aparece a continuación.

En los casos en que el requisito de que la elevación del FHP sea igual a la elevación del helipuerto de aterrizaje límite de modo inaceptable la flexibilidad de diseño, puede usarse otro punto de referencia. Es importante asegurarse de que los obstáculos y la OAS se basan en el punto de referencia pertinente.

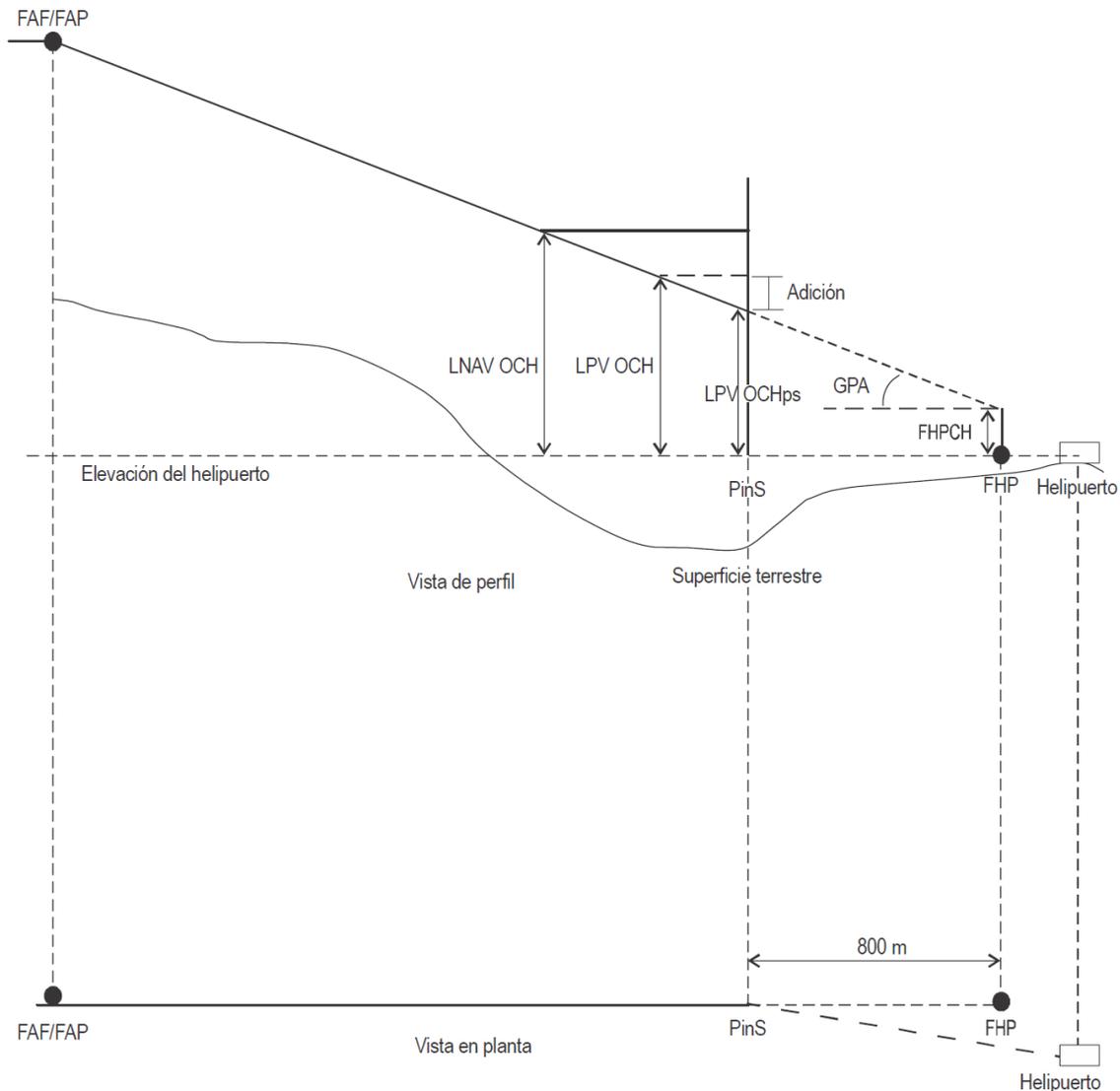


Figura 19. Representación de una APCH RNP PinS de apoyo con mínimos LNAV y LPV

Todo lo anterior sitúa el FHP en las coordenadas  $38^{\circ}56'30''$  N,  $001^{\circ}52'32''$  W.

Dado que la OCA/Hps se fija geoméricamente mediante el FAS operacional, se llevará a cabo el siguiente proceso iterativo para lograr el procedimiento más eficiente, por medio de la aplicación/determinación de la menor OCH posible y el menor GPA que se pueda aceptar:

- a) si no hay penetración en las superficies de protección por un obstáculo que dé lugar a una OCA/H mayor que la OCA/Hps, se acepta el FAS operacional definido. Sin embargo, si el FAS no es el más eficiente, puede definirse un FAS diferente (por ejemplo, disminuyendo la OCA/Hps y la elevación del FAF o manteniendo la elevación del FAF y aumentando la GP) y se verificarán las superficies de protección de obstáculos para determinar si pueden alcanzarse los valores mínimos inferiores;
- b) si hay penetración en las superficies de protección por un obstáculo que dé lugar a una OCA/H mayor que la OCA/Hps, no se acepta el FAS definido. En ese caso, se definirá un nuevo FAS operacional (por ejemplo, aumentando la OCA/Hps y la elevación del



FAF o manteniendo la elevación del FAF y disminuyendo la GP) y se verificarán las nuevas superficies de protección.

A la hora de definir el ángulo de la senda de planeo es conveniente realizar un estudio de todo el terreno bajo la aproximación, los obstáculos que presenta y la correspondiente pendiente para superarlos con seguridad. Los mapas topográficos se extraen de la web oficial del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

Como se puede apreciar en la siguiente imagen, la zona es plana en general, sin montañas ni elevaciones abruptas.

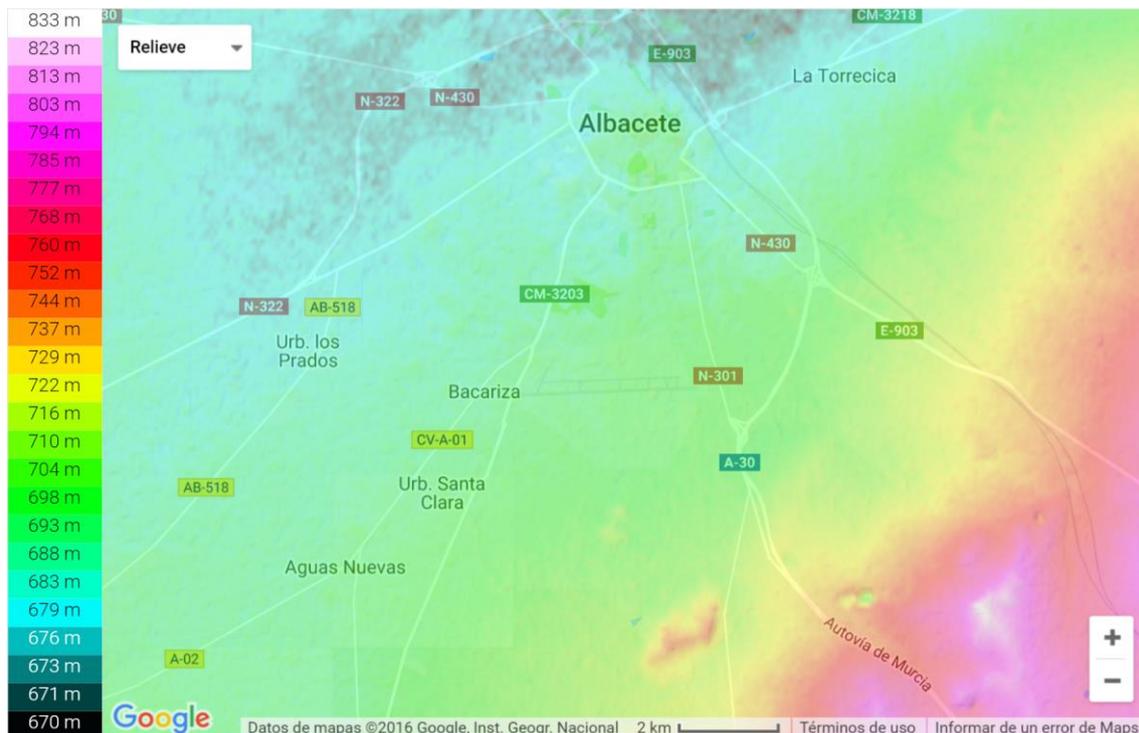


Ilustración 19. Mapa de colores de la elevación del terreno cercano al lugar de aterrizaje

Por otro lado, en el estudio de obstáculos realizado se determinan los obstáculos relevantes. Al sobrevolar terrenos agrarios no existen bajo el procedimiento edificios que incrementen la pendiente del procedimiento.

Por todo lo anterior se selecciona una pendiente óptima y habitual en los procedimientos y el ángulo de GP queda establecido en 3, 5º.

La evaluación del terreno también nos ofrece las mejores localizaciones para el FAS, en este caso, al ser todo el terreno plano y con escasos obstáculos, se decide que sea en línea recta para evitar las complicaciones y el descenso de seguridad operacional que implican los virajes. La longitud óptima del tramo de aproximación final es de 5,92 km aunque al establecerse el ángulo de GP será necesario calcularla una vez conocida la altitud del FAF.



#### 5.4.1. Definición de las OAS APV SBAS

El tramo APV o de Categoría I de un procedimiento de aproximación APV I, APV II o de Categoría I con SBAS se alinearán con el eje de la pista y contendrán los tramos de aproximación final, inicial e intermedio de aproximación frustrada.

El tramo APV o de Categoría I comienza en el punto de aproximación final FAF.

El tramo APV o de Categoría I termina en el punto en que comienza la fase final de la aproximación frustrada o en que la superficie de ascenso Z de la aproximación frustrada alcanza una semianchura de 1,48 km (0,8 NM) para helicópteros, de ellas la que ocurra primero.

A todo el tramo APV o de Categoría I se aplica el franqueamiento de obstáculos sumándole cierta cantidad (dependiente del tramo y de la categoría de la aeronave) al obstáculo más elevado que penetra una superficie denominada superficie de evaluación de obstáculos (OAS APV SBAS de Categoría I).

Si no se penetran las OAS SBAS, la OCA/H queda determinada por los márgenes de las categorías de las aeronaves. Sin embargo, si se penetran las OAS SBAS, el margen de la categoría de la aeronave debe sumarse al obstáculo de aproximación más elevado, o a la altura ajustada de la penetración más grande de la aproximación frustrada, tomándose de estos valores el que sea mayor. Este valor pasa a ser la OCA/H.

Las superficies OAS SBAS se extienden en el tramo de aproximación intermedia pero no más allá de este tramo.

Las dimensiones de las OAS SBAS están relacionadas con la geometría de aproximación (distancia al umbral THR desde GARP, senda de planeo GP, altura del punto de referencia RDH) y la categoría de operación del SBAS (en este caso APV I). Los obstáculos que penetran en la OAS se dividen en dos clases y es importante diferenciarlas: obstáculos de aproximación y obstáculos de aproximación frustrada. Es importante la diferenciación ya que a la hora de calcular el más elevado a los obstáculos de aproximación frustrada deberá sumársele un margen de seguridad extra.

Las OAS APV SBAS están formadas por siete superficies planas en pendiente (indicadas por las letras W, W', X, Y y Z) dispuestas simétricamente alrededor de la derrota del tramo APV y el plano horizontal que contiene el umbral.

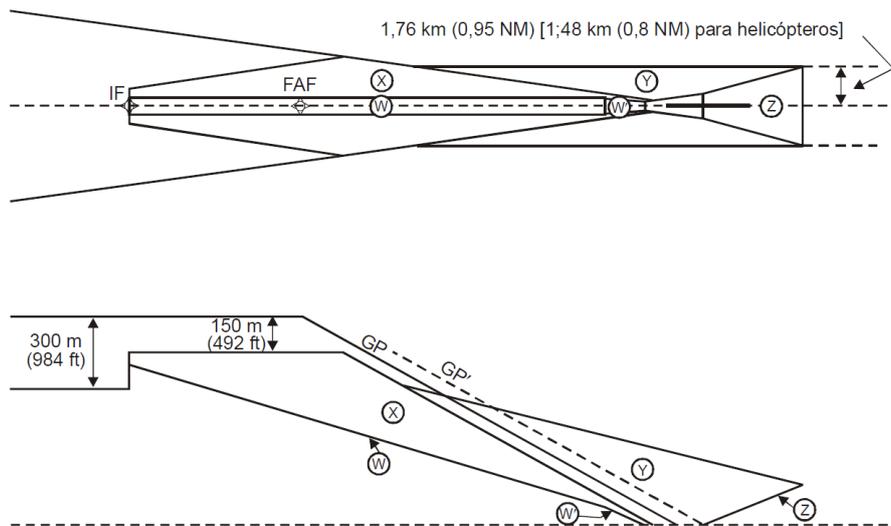


Figura 20. Superficies OAS APV SBAS en planta y alzado

La geometría de las superficies en pendiente está definida de forma precisa por cuatro ecuaciones lineales simples del tipo  $z = Ax + By + C$ . En estas ecuaciones,  $x$  e  $y$  son coordenadas de posición y  $z$  es la altura de la superficie en esa posición.

Para cada superficie, del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS se obtienen las constantes  $A$ ,  $B$  y  $C$  correspondientes a la gama operacional de distancias GARP/THR y GP. Para los casos APV I, APV II o Categoría I se proporcionan grupos separados de constantes.

Las constantes se pueden modificar en el programa para tener en cuenta los aspectos que no correspondan con las condiciones normalizadas y sea en cuanto a la categoría de la aeronave ( $H$ ), la pendiente ascensional de aproximación frustrada para helicópteros (4,2%) y altura del punto de referencia (15 m).

Las superficies OAS Y y Z de SBAS están limitadas lateralmente por un corredor de semianchura del área de, para helicópteros, 1,48 km (0,8 NM).

Las posiciones de los obstáculos están relacionadas con un sistema convencional de coordenadas  $x$ ,  $y$ ,  $z$  que tienen su origen en el umbral. El eje  $x$  es paralelo a la derrota del tramo de precisión, los valores positivos de  $x$  están medidos antes del umbral y los valores negativos de  $x$  después del umbral. El eje  $y$  está en ángulo recto con el eje  $x$ . Aunque está convencionalmente indicado en la Figura, en todos los cálculos conexos con la geometría de las OAS APV SBAS, la coordenada  $y$  siempre se considera positiva.

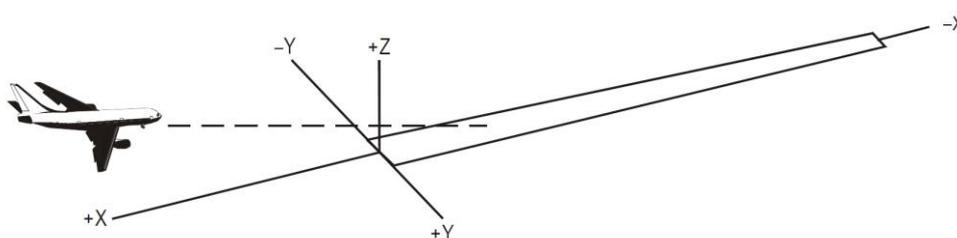


Figura 21. Sistema de coordenadas



Todas las dimensiones relacionadas con las OAS APV SBAS se especifican en metros únicamente. El eje z es vertical y las alturas por encima del umbral son positivas.

El sistema de coordenadas usado para expresar las superficies de protección se basará en el lugar del FHP.

Para los procedimientos SBAS, las constantes A, B y C para cada superficie en pendiente se obtienen del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS. El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS proporciona los coeficientes para ángulos de trayectoria de planeo entre 2,5 y 3,5º en incrementos de 0,1º, así como para cualquier distancia del punto de referencia en azimut del GBAS (GARP) al umbral de entre 2 000 m y 4 500 m.

Para calcular la altura z de cualquiera de las superficies en pendiente en un lugar  $x'$ ,  $y'$ , deberían obtenerse en primer término las constantes apropiadas mediante el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS. Estos valores se sustituyen seguidamente en la ecuación  $z = Ax' + By' + C$ . Si no resulta evidente cuál es la OAS APV SBAS que queda por encima del lugar en que está situado el obstáculo, esta operación debería repetirse para las otras superficies en pendiente. La altura OAS APV SBAS es la más elevada de las alturas de los planos X, Y, Z y la más baja de las alturas del plano W-W' (cero si todas las alturas de los planos son negativas).

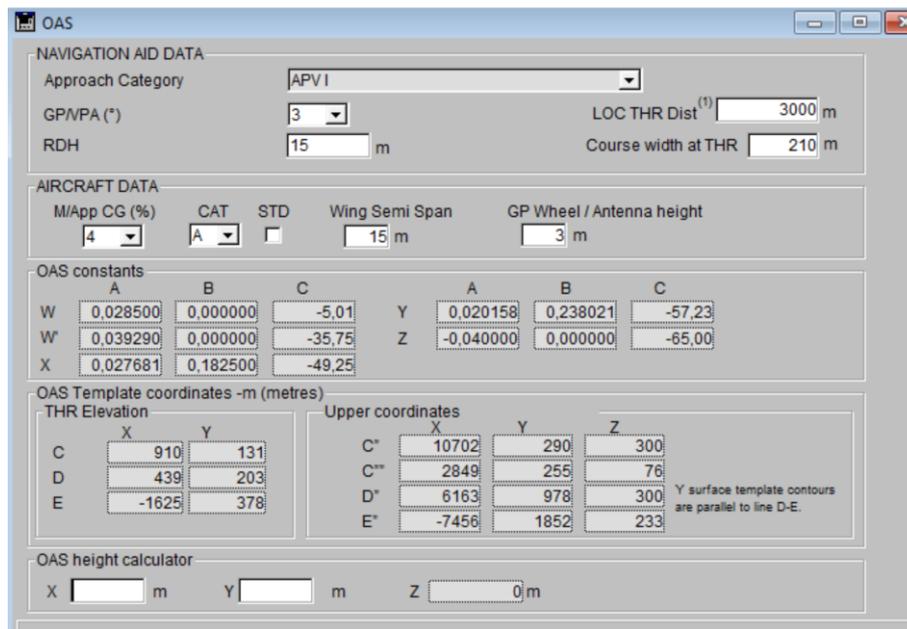
Para OAS APV I los planos W y W' intersectan y el plano W-W' que se tiene en cuenta es siempre el inferior de estos dos planos, es decir  $OAS = \max[ZX; ZY; ZZ; \min ZW; ZW']$ .

Donde ZX, ZY, ZZ, ZW y ZW' son las alturas de los planos X, Y, Z, W y W'.

El soporte lógico de los PANS-OPS contiene también una calculadora de OCH que indicará la altura de la superficie Z de OAS APV SBAS o de Categoría I por encima de cualquier lugar X, Y, e incluye los ajustes especificados para la geometría de la aproximación APV o de Categoría I, las dimensiones de aeronaves, la pendiente de ascenso en aproximación frustrada y altura del punto de referencia.

En este caso particular el ángulo de GP será el óptimo (3.5º), la pendiente de ascenso de aproximación frustrada será del 4,2 % que es la estándar para helicópteros y las dimensiones de la aeronave serán las normalizadas que corresponden con Cat H (envergadura 30 m y distancia entre la trayectoria de vuelo de las ruedas y el centro de navegación 3 m). En cuanto a los valores de la altura del punto de referencia (15 m), la distancia entre el localizador y el umbral GARP/FHP (3000 m) y la anchura del curso del FHP (210 m) quedan establecidos en la norma PANS OPS como criterios que no pueden ser modificados para procedimientos de tipo PinS LPV IAP.

Teniendo en cuenta todo lo anterior se introducen los datos en el soporte lógico:

The screenshot shows the OAS software interface with the following data:

**NAVIGATION AID DATA**

- Approach Category: APVI
- GPVPA (°): 3
- RDH: 15 m
- LOC THR Dist (1): 3000 m
- Course width at THR: 210 m

**AIRCRAFT DATA**

- M/App CG (%): 4
- CAT: A
- STD:
- Wing Semi Span: 15 m
- GP Wheel / Antenna height: 3 m

**OAS constants**

	A	B	C		A	B	C
W	0,028500	0,000000	-5,01	Y	0,020158	0,238021	-57,23
W'	0,039290	0,000000	-35,75	Z	-0,040000	0,000000	-65,00
X	0,027681	0,182500	-49,25				

**OAS Template coordinates -m (metres)**

THR Elevation

	X	Y
C	910	131
D	439	203
E	-1625	378

Upper coordinates

	X	Y	Z
C'	10702	290	300
C''	2849	255	76
D'	6163	978	300
E'	-7456	1852	233

Y surface template contours are parallel to line D-E.

**OAS height calculator**

X:  m    Y:  m    Z:  0 m

Ilustración 20 Captura del soporte lógico de los PANS OPS

Las ecuaciones que definen cada una de las superficies serán:

$$\text{Superficie } W = 0,028500 \cdot x - 5,01 \text{ m}$$

$$\text{Superficie } W' = 0,039290 \cdot x - 35,75 \text{ m}$$

$$\text{Superficie } X = 0,027681 \cdot x + 0,182500 \cdot y - 49,25 \text{ m}$$

$$\text{Superficie } Y = 0,020158 \cdot x + 0,238021 \cdot y - 57,23 \text{ m}$$

$$\text{Superficie } Z = -0,04 \cdot x - 65,00 \text{ m}$$

Con el objetivo de visualizar dichas superficies, lo que puede facilitar la identificación de los obstáculos que se encuentren bajo ellas, el soporte lógico de los PANS-OPS incluye las coordenadas de los puntos de intersección de las superficies en pendiente al nivel del umbral y a 1,76 km (0,95 NM) lateralmente desde la derrota de aproximación final. Las coordenadas de intersección a nivel del umbral figuran como C, D y E.

Las coordenadas de estos puntos a la elevación del umbral son:

$$C: (910, 131) = 38^{\circ}56'15'' \text{ N}, 001^{\circ}52'00'' \text{ W} // 38^{\circ}56'08'' \text{ N}, 001^{\circ}52'07'' \text{ W}$$

$$D: (439, 203) = 38^{\circ}56'27'' \text{ N}, 001^{\circ}52'16'' \text{ W} // 38^{\circ}56'18'' \text{ N}, 001^{\circ}52'25'' \text{ W}$$

$$E: (-1625, 378) = 38^{\circ}57'11'' \text{ N}, 001^{\circ}53'12'' \text{ W} // 38^{\circ}56'53'' \text{ N}, 001^{\circ}53'31'' \text{ W}$$

Y las coordenadas de dichos puntos en el espacio son:

$$C': (10702, 290, 300) = 38^{\circ}56'27'' \text{ N}, 001^{\circ}52'28'' \text{ W} // 38^{\circ}52'40'' \text{ N}, 001^{\circ}46'59'' \text{ W}$$

$$C'': (2849, 255, 76) = 38^{\circ}55'37'' \text{ N}, 001^{\circ}50'55'' \text{ W} // 38^{\circ}55'25'' \text{ N}, 001^{\circ}51'09'' \text{ W}$$

$$D': (6163, 978, 300) = 38^{\circ}54'48'' \text{ N}, 001^{\circ}48'55'' \text{ W} // 38^{\circ}54'01'' \text{ N}, 001^{\circ}49'46'' \text{ W}$$

$$E': (-7456, 1852, 233) = 38^{\circ}59'39'' \text{ N}, 001^{\circ}55'29'' \text{ W} // 38^{\circ}58'13'' \text{ N}, 001^{\circ}57'03'' \text{ W}$$

Se debe tener en cuenta que estos puntos forman la mitad de las superficies, el resto es simétrico y por ello hay dos valores de coordenadas para cada punto.

Todo esto se refleja en la siguiente ilustración.

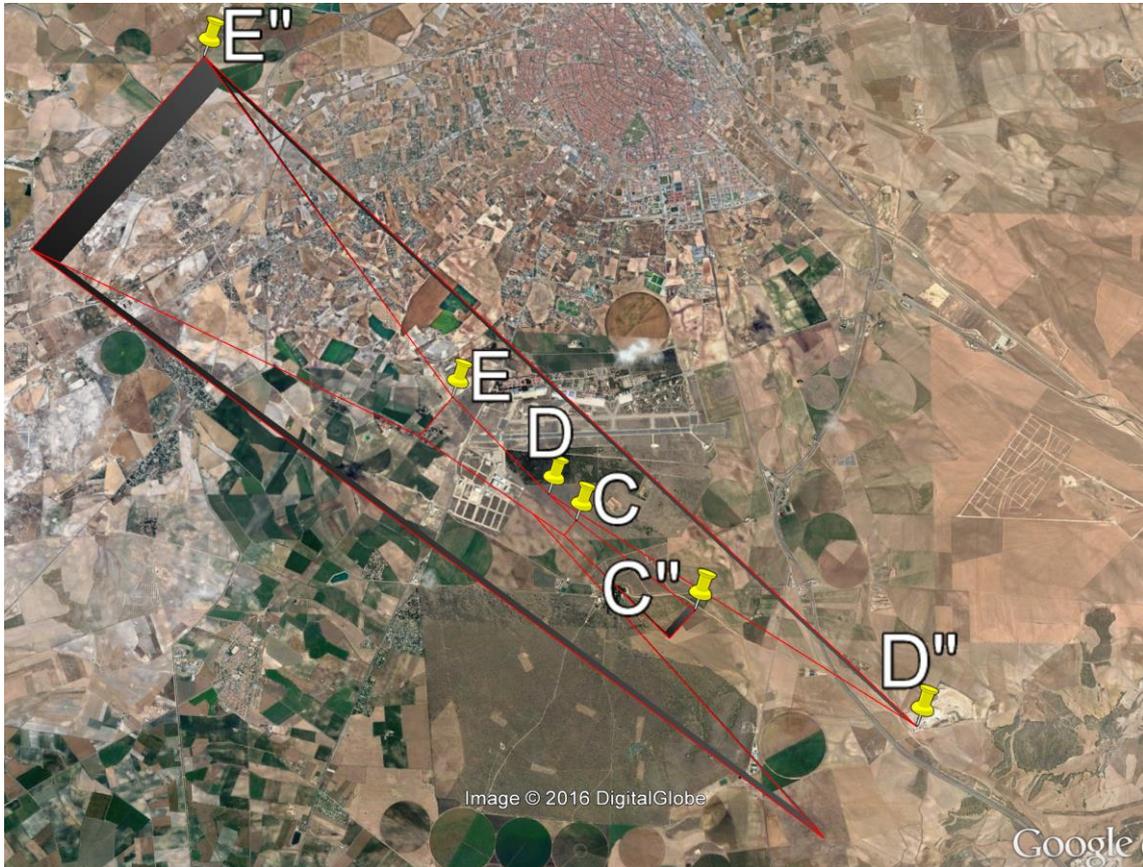


Ilustración 21. OAS APV SBAS

#### 5.4.2. Evaluación de obstáculos en el FAS

Se procede a realizar toda la evaluación de obstáculos en el segmento. Se debe tener en cuenta que no es la evaluación en todas las superficies OAS pues las mismas se extienden por el tramo intermedio, sino hasta el FAF. La evaluación del tramo intermedio se realizará en el apartado correspondiente.

Los obstáculos que deben tenerse en cuenta, como se ha indicado con anterioridad, se dividen en obstáculos en la aproximación y en la aproximación frustrada. El método de partición más simple es en función de la distancia: los obstáculos en aproximación son aquellos entre el FAP y la distancia  $X_E$  después del umbral, y los obstáculos en la aproximación frustrada son los que quedan después de la distancia  $X_E$  en el tramo APV.

$$X_E = 700 + \frac{38}{\tan(\theta)}$$

Ecuación 7. Distancia  $X_E$  para Cat H

Teniendo en cuenta que  $\theta$  es el ángulo de trayectoria vertical (VPA) y que este suele ser de  $3.5^\circ$ , la distancia  $X_E = 1321,2945$  m.



En la zona de aproximación no hay prácticamente obstáculos. Por el contrario, en la zona de aproximación frustrada (superficies Z) aparecen muchos más, aunque a distancias considerables de la zona de aterrizaje y con elevaciones pequeñas ya que de por sí la altura de dichos obstáculos no sobrepasa los 20 m y el terreno se encuentra a menor altitud que en el helipuerto.

### 5.4.3. Determinación de la OCA/H

La OCA/H se determina teniendo en cuenta todos los obstáculos que penetran las superficies OAS SBAS aplicables a la categoría SBAS que se considera. Para operaciones de APV I las superficies consideradas son las OAS APV I SBAS.

Después de identificar los obstáculos en la aproximación y en la aproximación frustrada mediante el método descrito antes, la OCA/H se determina del modo siguiente:

- a) Determinar la altura del obstáculo en aproximación más elevado;
- b) Reducir la altura de todos los obstáculos en la aproximación frustrada a las alturas de los obstáculos en la aproximación equivalente mediante la fórmula que figura a continuación:

$$h_a = \frac{h_{ma} \cdot \cot(Z) + (X_E + x)}{[\cot(Z) + \cot(\theta)]}$$

*Ecuación 8. Altura equivalente obstáculos en aproximación frustrada*

Dónde:  $h_a$  = altura de los obstáculos en aproximación equivalente;

$h_{ma}$  = altura del obstáculo en aproximación frustrada;

$\theta$  = ángulo de trayectoria vertical, VPA;

Z = ángulo de la superficie de aproximación frustrada;

X = distancia al obstáculo desde el umbral (negativa después del umbral);

Para Cat H,  $X_E = 700 + (38/\tan \theta)$  para APV I.

- c) Determinar la OCA/H agregando el margen correspondiente de la categoría de aeronave apropiada, de la tabla que aparece a continuación, a la altura del obstáculo en aproximación más elevado (real o equivalente).

Categoría de aeronaves ( $V_{at}$ )	Margen utilizando radioaltímetro		Margen utilizando baroaltímetro	
	Metros	Pies	Metros	Pies
A – 169 km/h (90 kt)	13	42	40	130
B – 223 km/h (120 kt)	18	59	43	142
C – 260 km/h (140 kt)	22	71	46	150
D – 306 km/h (165 kt)	26	85	49	161
H – 167 km/h (90 kt)	8	25	35	115

*Nota 1.— La velocidad para Cat H es la velocidad máxima en aproximación final, no  $V_{at}$ .*

*Tabla 19. Margen de pérdida de altura*



Al tomar el valor para categoría H con velocidades máximas de 90 kt el procedimiento permanece del lado de la seguridad al ser, en realidad, la velocidad escogida, inferior a dicho valor.

Con objeto de garantizar la adecuada transición entre la fase de vuelo por instrumentos y la fase de vuelo visual, la OCA/H final se calcula incluyendo un valor “adicional” en la OCA/Hps recientemente definida. Ese valor “adicional” está directamente vinculado al GPA y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Valor "adicional" (ft)} = (1460/102) * \text{GPA (grados)}$$

Los resultados del cálculo para un conjunto de valores GPA figuran en la siguiente tabla.

<i>GPA</i>	<i>Valor adicional (ft)</i>	<i>Valor adicional (m)</i>
3°	43	13,1
3,5°	50	15,3
4°	57	17,5
5°	72	21,9
6°	86	26,2

*Tabla 20. Valor "adicional" para diferentes valores de GPA*

Teniendo en cuenta todo lo anterior, la OCH resultante establecida finalmente para el procedimiento objeto de estudio en el PinS es de 330 ft (unos 100 m) valor que es mayor que el MOC mínimo que son de 75. La OCA correspondiente es de 2657.48 ft.

#### **5.4.4. Definición del FAP**

El tramo de aproximación final (FAS) queda definido entre el PinS a la OCA/H y el punto de aproximación final (FAP).

El FAP se define como la intersección de la proyección vertical del fijo de aproximación final (FAF) con la trayectoria nominal y la mínima altitud especificada por el segmento precedente, es decir, el segmento de aproximación intermedia.

Por lo tanto, la diferencia entre el FAP y el FAF es que el fijo (FAF) es la proyección del FAP sobre el terreno, mientras que el FAP es un punto en el espacio.

Después de analizar los segmentos de aproximación final y de aproximación final frustrada (para más detalles ver los puntos correspondientes) se ha establecido una OCH de 330 ft. El MOC mínimo que establece el tramo de aproximación intermedia (IS) es de 150 m (492 ft).

El obstáculo determinante en el IS tiene una altitud de 823 m respecto del nivel del mar y añadiéndole los 150 m de MOC resultan 973 m (3192.26 ft). Para establecer la altitud mínima del FAS es necesario redondear dicho valor a los 100 ft superiores por lo que finalmente queda establecida en 3200 ft.

La elevación del FAP es la altitud mínima del IS, por lo tanto, el FAP queda establecido a una altitud de 3200 ft.



En este momento puede ser calculada la distancia longitudinal desde el PinS hasta el FAF aplicando la fórmula:

$$D_{PinS-FAF} = r \cdot \frac{\ln\left(\frac{r+a}{r+FHP+OCH}\right)}{\tan\left(\theta \cdot \frac{\pi}{180}\right)}$$

Donde:

- r es el radio de la Tierra (en pies, 20890537 ft);
- a es la altitud mínima del segmento de aproximación intermedia (en pies);
- FHP es la elevación del FHP (en este caso igual a la del HRP en pies);
- OCH es la altitud libre de obstáculos (en pies);
- $\theta$  es el ángulo de GP (en grados).

Reemplazando los datos anteriores por sus correspondientes valores se calcula la distancia entre el PinS y el FAF. Al tratarse de una distancia relativamente corta, el resultado seguiría siendo válido en el caso en el que se obviase la curvatura de la tierra.

La distancia entre el PinS y el FAF es de: 2931.22 m (9616.86 ft).

Teniendo todo lo anterior en cuenta, las coordenadas finales del FAF serán: 38°55'19" N, 001°50'26"W.

El FAF se define como un fly-by waypoint y se simboliza en las cartas mediante el icono que aparece a continuación.

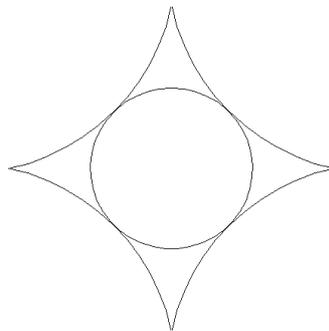


Figura 22. Fly-by waypoint

#### 5.4.5. Resumen del tramo de aproximación final

Todos los datos necesarios para la descripción completa del FAS se recogen en las tablas que aparecen a continuación.

COORDENADAS FAP		
UTM ETRS89 ZONA 30	X(m)	Y(m)
	600510,00	4308753,7
WGS – 84	N(°)	W(°)
	38°55'19"	001°50'26"
WP type	Fly – by	

Tabla 21. Resumen características FAP



RUMBO DE APROXIMACIÓN DEL FAS	GEO	MAG
	305°26'23"	305°03'23"
ELEVACIÓN DEL FAP (m)	973 m	
ELEVACIÓN DEL FAP (ft)	3200 ft	
OCH APV (ft)	330	
OCA APV (ft)	2611.7257	
Distancia PinS – FAP (m)	2931.22	
Distancia PinS – FAP (NM)	1.5827	
ANGULO DE DESCENSO DE LA SENDA DE PLANEEO (GPA, °)	3.5	
VELOCIDAD (KIAS)	70	
Evaluación de obstáculos	Cumple	

Tabla 22. Resumen características FAS



## 5.5. Tramo de Aproximación intermedia

Fase de un procedimiento de aproximación por instrumentos entre, ya sea el punto de referencia intermedio IF y el punto de referencia de aproximación final FAF, o el punto de aproximación final FAP.

El tramo de aproximación intermedia transforma poco a poco el tramo de aproximación inicial en el tramo de aproximación final. Se trata del tramo en el que se realizan los ajustes de configuración, velocidad y posicionamiento de la aeronave para entrar al tramo de aproximación final.

La altitud/altura mínima en el tramo de aproximación intermedia se deberá establecer en incrementos de 100 ft o en incrementos de 50 m, según proceda.

La derrota a seguir en el tramo de aproximación intermedia será la misma que la derrota de aproximación final en este caso.

La longitud óptima es de 5,56 km (3,00 NM). No debería ser inferior a 3,70 km (2,00 NM), ni exceder de 18,52 km (10,00 NM).

Durante una aproximación directa, la anchura del tramo de aproximación intermedia se estrecha desde una anchura máxima de 19 km (10 NM) en el IF hasta su anchura mínima en el FAF. El ancho en el IF es que mismo que en el que termina la aproximación inicial, es decir  $4,6 \times 4 = 18,4$  km. En ancho en el final será el del FAF. Esta anchura se divide en área primaria y área secundaria. Desde 3,7 km (2,0 NM) hasta el FAF el área disminuye uniformemente para ajustarse a la distancia horizontal en el FAF. La anchura del área secundaria disminuye a 0 en la interfaz con las superficies de aproximación final.

En el área primaria del tramo de aproximación intermedia se deberá disponer de un margen mínimo de 150 m (492 ft) para el franqueamiento de obstáculos. En el área secundaria, se deberá disponer de 150 m (492 ft) para franqueamiento de obstáculos en el borde interior, para ir reduciéndose a cero en el borde exterior.

Dado que el tramo de aproximación intermedia se emplea para adecuar la velocidad y la configuración de la aeronave para entrar en el tramo de aproximación final, este tramo debería ser horizontal, o al menos debería contener una sección horizontal.

Para comprobar si el tramo puede ser completamente horizontal, se debe comprobar que se cumple el margen mínimo de franqueamiento de obstáculos en el IF del tramo inicial que es de 300 m.

### 5.5.1. Evaluación de obstáculos en el tramo intermedio

Como ya se ha mencionad en la definición del FAP, el obstáculo determinante en el tramo intermedio es de 823 m de altitud a los que hay que sumarles el margen de franqueamiento de obstáculos (MOC) de 150 y se obtiene la altitud mínima del IS quedando esta misma fijada en 3200 ft.

### 5.5.2. Definición del IF

El IF es el punto de referencia aproximación intermedia y queda fijado por la altitud mínima del tramo inicial.



A la hora de fijar el IF es necesario que respete el margen de franqueamiento de obstáculos del tramo anterior que es de 300 m y el obstáculo determinante del tramo anterior tiene una elevación de 844.92 m.

Teniendo ambas cosas en cuenta, la altitud mínima del IF es de 1144.92 m (3756,3 ft). Si redondeamos a los 1000 ft más cercanos el IF queda establecido en 3800 ft de altitud.

En vista de lo descrito anteriormente el tramo intermedio no es completamente horizontal, sino que tiene un tramo de descenso y un tramo horizontal.

El tramo horizontal estará formado por 1.9 km antes del FAF. Mediante relaciones trigonométricas se puede hallar el ángulo de descenso del tramo en pendiente que es de 2,6525°.

### 5.5.3. Resumen del tramo de aproximación intermedia

Todos los datos necesarios para la descripción completa del IS se recogen en las tablas que aparecen a continuación.

COORDENADAS IF		
UTM ETRS89 ZONA 30	X(m)	Y(m)
	600510,00	4308753,7
WGS – 84	N(°)	W(°)
	38°53'34''	001°47'18''
WP type	Fly – by	

Tabla 23. Resumen características IF

RUMBO DE APROXIMACIÓN DEL IF	GEO	MAG
		305°26'23''
ELEVACIÓN DEL IF (m)	1144.92 m	
ELEVACIÓN DEL IF (ft)	3800 ft	
MOC (m)	150	
Longitud segmento horizontal (m)	1900	
Distancia FAP – IF (m)	5560	
Distancia FAP – IF (NM)	3	
ANGULO DE DESCENSO (°)	2.6525	

Tabla 24. Resumen características IS



## 5.6. Tramo de aproximación inicial

El tramo de aproximación inicial comienza en el punto de referencia de aproximación inicial (IAF), que se define como la posición en la que se establece contacto con la aeronave que debe llevar a cabo una aproximación, y termina en el IF. El ángulo de interceptación entre la derrota de aproximación inicial y la derrota intermedia no excederá de 90°.

Para GNSS, la longitud óptima del tramo de aproximación inicial es 6 km (3 NM) para Cat H.

La anchura se divide en:

- a) un área primaria que se extiende lateralmente 4,6 km (2,5 NM) a cada lado de la derrota;  
y
- b) un área secundaria que proporciona 4,6 km (2,5 NM) adicionales a cada lado del área primaria.

Las altitudes mínimas para el tramo de aproximación inicial se establecerán en incrementos de 100 ft o 50 m según proceda. Las altitudes establecidas para el tramo de aproximación inicial no deben ser inferiores a ninguna otra altitud especificada para cualquiera de las partes de los tramos de aproximación intermedia o de aproximación final.

Todos los tramos de aproximación inicial tendrán altitudes/alturas de procedimiento establecidas y publicadas. Las altitudes/alturas de procedimiento no serán inferiores a la MOCA y se establecerán de acuerdo con los requisitos de control de tránsito aéreo. La altitud/altura de procedimiento del tramo de aproximación inicial debería establecerse de forma que permita a las aeronaves interceptar la pendiente/ángulo de descenso del tramo de aproximación final desde el propio tramo intermedio.

Se hace necesario calcular la MOCA que es una altitud mínima de franqueamiento de obstáculos que se debe determinar y publicar para cada tramo de la ruta. La MOCA proporciona el margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (MOC) requerido por encima de los obstáculos que se encuentran dentro de las áreas de franqueamiento de obstáculos (OCS). Es decir, se le sumará el margen de franqueamiento de obstáculos al obstáculo más elevado sobrevolado por el tramo de aproximación inicial.

El margen de franqueamiento de obstáculos en el área primaria de aproximación inicial deberá ser de, por lo menos, 300 m (984 ft). En el caso del área secundaria, el mínimo será de 300 m (984 ft) para el franqueamiento de obstáculos en el borde interior, para ir reduciéndose linealmente a cero en el borde exterior.

El valor óptimo de la pendiente de descenso durante la aproximación inicial es Cat H, 6,5 %. Cuando se requiera una pendiente de descenso mayor para evitar obstáculos, el valor máximo permitido será Cat H, 10% o, si la velocidad de aproximación inicial está restringida a 165 km/h IAS (90 kt IAS), 13,2%.

### 5.6.1. Evaluación de obstáculos en el tramo inicial y establecimiento de la altitud mínima

El obstáculo determinante, como ya se ha mencionado en la definición del IF, se encuentra a una altitud de 844.92 m por lo que sumándole el MOC de 300 m se tiene una altitud mínima para el segmento de 1144.92 m (3800 ft).



### 5.6.2. Definición del IAF

En este caso, el IAF no queda definido por un segmento anterior, ya que se trata del primer punto del procedimiento de aproximación y no enlaza con ningún procedimiento de llegada, como se explica en el siguiente apartado.

Conociendo la longitud óptima del tramo, las coordenadas finales del IAF serán: 38°51'40" N, 001°43'56" W.

Teniendo en cuenta la pendiente de descenso óptima para una aeronave de categoría H y la longitud, la altitud del IAF se puede determinar mediante trigonometría quedando fijada en 1535.0258 m (5036,1738 ft).

### 5.6.3. Resumen del tramo de aproximación inicial

Todos los datos necesarios para la descripción completa del IAS se recogen en las tablas que aparecen a continuación.

COORDENADAS IAF		
UTM ETRS89 ZONA 30	X(m)	Y(m)
	609995,33	4302127,73
WGS – 84	N(º)	W(º)
	38º51'40"	001º43'56"
WP type	Fly – by	

Tabla 25. Resumen características IAF

RUMBO DE APROXIMACIÓN DEL IAF	GEO	MAG
		305º26'23"
ELEVACIÓN DEL IAF (m)	1535.0258	
ELEVACIÓN DEL IAF (ft)	5100	
MOC (m)	300	
Distancia IF – IAF (m)	6000	
Distancia IF – IAF (NM)	3,24	
ANGULO DE DESCENSO (º)	3,72	

Tabla 26. Resumen características IAS



---

## 5.7. Tramo de llegada

El tramo de llegada (también conocido como STAR) conecta la estructura en ruta con el punto de referencia de aproximación inicial. En el caso objeto de estudio no se considera necesario diseñar un tramo de llegada pues, actualmente en España, no existe ninguna estructura en ruta para helicópteros y por lo tanto la aplicación de este segmento no aportaría ninguna ventaja operacional.

## 5.8. Tramo de aproximación frustrada

Explicar cómo se divide la aproximación frustrada y sus generalidades.

Se deberá establecer un procedimiento de aproximación frustrada para cada aproximación por instrumentos y se indicarán los puntos de inicio y fin del procedimiento. El procedimiento de aproximación frustrada comienza:

- a) a la altitud/altura de decisión (DA/H) en los procedimientos de aproximación de precisión o de aproximación con guía vertical (APV); o
- b) en el punto de aproximación frustrada (MAPt) en los procedimientos de aproximación que no son de precisión.

En este caso, el procedimiento objeto de estudio es una aproximación con guiado vertical (APV) a un punto en el espacio PinS por lo que la altura de decisión será la que se alcance en el PinS y este actuará a modo de punto de aproximación frustrada (MAPt).

El procedimiento de aproximación frustrada finalizará a una altitud/altura suficiente para permitir:

- a) el inicio de otra aproximación; o
- b) el retorno a un circuito de espera designado; o
- c) la reanudación de un vuelo en ruta.

En principio, el tramo de aproximación frustrada comienza en el PinS e incluye las tres fases siguientes:

- a) fase inicial — comienza en el PinS anterior, y se extiende hasta el comienzo del ascenso (SOC);
- b) fase intermedia — se extiende desde el SOC hasta el punto donde por primera vez se obtiene — y se puede mantener — una altura de 40 m (132 ft), Cat H, para el franqueamiento de obstáculos; y
- c) fase final — se extiende hasta el punto donde comienza una nueva aproximación, un circuito de espera o un retorno a un vuelo en ruta. Durante esta fase se pueden realizar virajes.

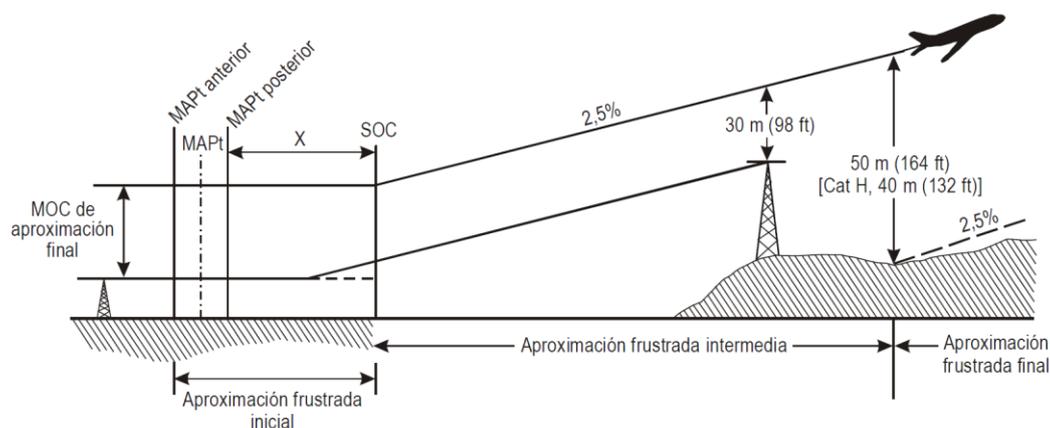


Figura 23. Fases de la aproximación frustrada



Existen dos tipos de aproximación frustrada:

- a) aproximación frustrada en línea recta (incluye virajes menores o iguales a 15º); y
- b) aproximación frustrada con viraje.

En este caso se va a construir una aproximación frustrada en línea recta.

El área considerada para la aproximación frustrada comenzará en la tolerancia del PinS anterior, con una anchura igual a la del tramo de aproximación final en ese punto. La forma y el tamaño subsiguientes del área dependerán del procedimiento de aproximación frustrada, incluyendo el punto en que se inicie el viraje, cuando proceda, y la amplitud del mismo.

El tramo APV o de Categoría I termina en la distancia en que la superficie Z alcanza una semianchura de área de 1,48 km (0,8 NM) para helicópteros. Para la parte en línea recta de la aproximación frustrada final la semianchura de área es igual a esta distancia. Las áreas secundarias no se aplican.

La referencia empleada para calcular distancias y pendientes al hacer los cálculos de franqueamiento de obstáculos se denomina “comienzo del ascenso” (SOC), determinado por la altura y la distancia en que el plano GP’ alcanza una altitud OCA/H – HL (donde OCA/H y HL están relacionadas con la misma categoría de aeronave).

Cuando los obstáculos identificados en el tramo final de aproximación frustrada resultan en un aumento en cualquiera de las OCA/H calculadas para el tramo APV o de Categoría I, también se puede especificar una pendiente más pronunciada de la superficie de aproximación frustrada (Z) si esto proporcionara un franqueamiento sobre esos obstáculos a una OCA/H especificada más baja.

La elevación/altura de obstáculos en esta área de aproximación frustrada final será inferior a:

$$(OCA/HAPV - HL) + d \tan Z$$

donde:

OCA/HAPV y HL están relacionadas con la misma categoría de aeronave.

d se mide desde SOC paralela a la derrota de aproximación frustrada en línea recta.

Z es el ángulo de la superficie de aproximación frustrada con el plano horizontal.

Si no se puede satisfacer este criterio, se prescribirá un viraje para evitar el obstáculo de que se trata o, si eso no fuera practicable, se aumentará la OCA/H.

### 5.8.1. Tramo inicial de aproximación frustrada

Se inicia en el PinS en el caso de que el lugar de aterrizaje no sea visible y no se pueda continuar con el tramo visual. Durante esta fase, la maniobra requiere la máxima concentración del piloto, especialmente al establecer el ascenso y los cambios en la configuración, y se supone que el equipo de guía no se utiliza durante dichas maniobras. Durante esta fase no se autoriza la realización de virajes.

En la fase inicial la derrota de vuelo es horizontal. Siempre que sea posible, la derrota de aproximación frustrada deberá ser una continuación de la derrota de aproximación final.



En el área de aproximación frustrada inicial, el margen mínimo para el franqueamiento de obstáculos deberá ser el mismo que en la última parte del área de aproximación final, por lo que en este caso son 75 m.

### **5.8.2. Tramo intermedio de aproximación frustrada**

Este tramo ya no pertenece al tramo APV o de categoría I.

La fase intermedia comienza en el SOC. El ascenso continúa a velocidades estabilizadas hasta el primer punto en que se alcanzan, y se pueden mantener, 40 m (132 ft) para franqueamiento de obstáculos. Al asegurarse en la fase inicial un franqueamiento de obstáculos de 75 m, el tramo intermedio de aproximación frustrada en el caso objeto de este estudio no existe.

### **5.8.3. Tramo final de aproximación frustrada**

La fase final comienza en el punto en que acaba la inicial y finaliza en el punto de inicio de una nueva aproximación, circuito de espera o retorno a un vuelo en ruta. Durante esta fase se pueden realizar virajes.

La pendiente nominal de ascenso ( $\tan Z$ ) de la superficie de aproximación frustrada es de 4,2% para Cat H.

El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos sigue siendo de 40 m para helicópteros, aunque en el procedimiento objeto de estudio se mantienen los 75 m.

El área de aproximación frustrada en línea recta tiene en su origen una anchura igual a la del tramo anterior y posteriormente se ensancha formando un ángulo con una divergencia de 15°, si no se dispone de referencias de una ayuda para la navegación.

El área se extiende una distancia suficiente para garantizar que una aeronave que efectúe una aproximación frustrada alcance una altitud en la que sea viable el franqueamiento de obstáculos en posteriores procedimientos (como vuelos en ruta o de espera).

## 5.9. Ruta del procedimiento

Finalmente, tras definir todos los waypoints que conformar el procedimiento de aproximación basado en PinS hasta mínimos LPV, el aspecto final del procedimiento es el que se muestra en la siguiente imagen y tiene lugar sobre los terrenos que se observan.

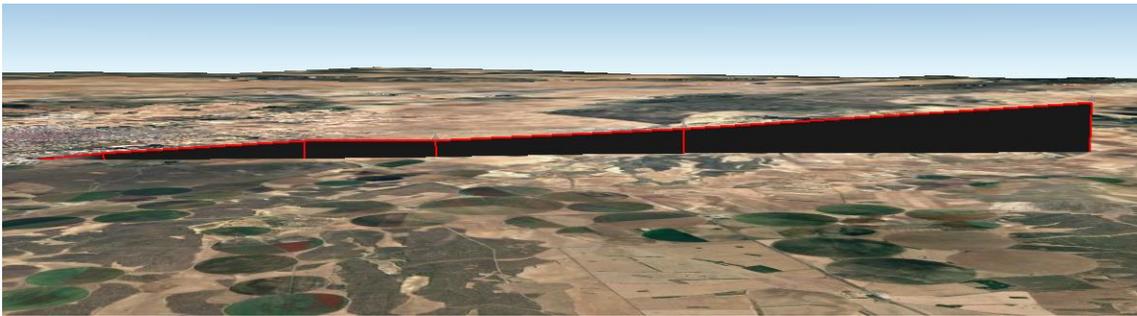


Ilustración 22. Perfil del procedimiento



Ilustración 23. Planta del procedimiento

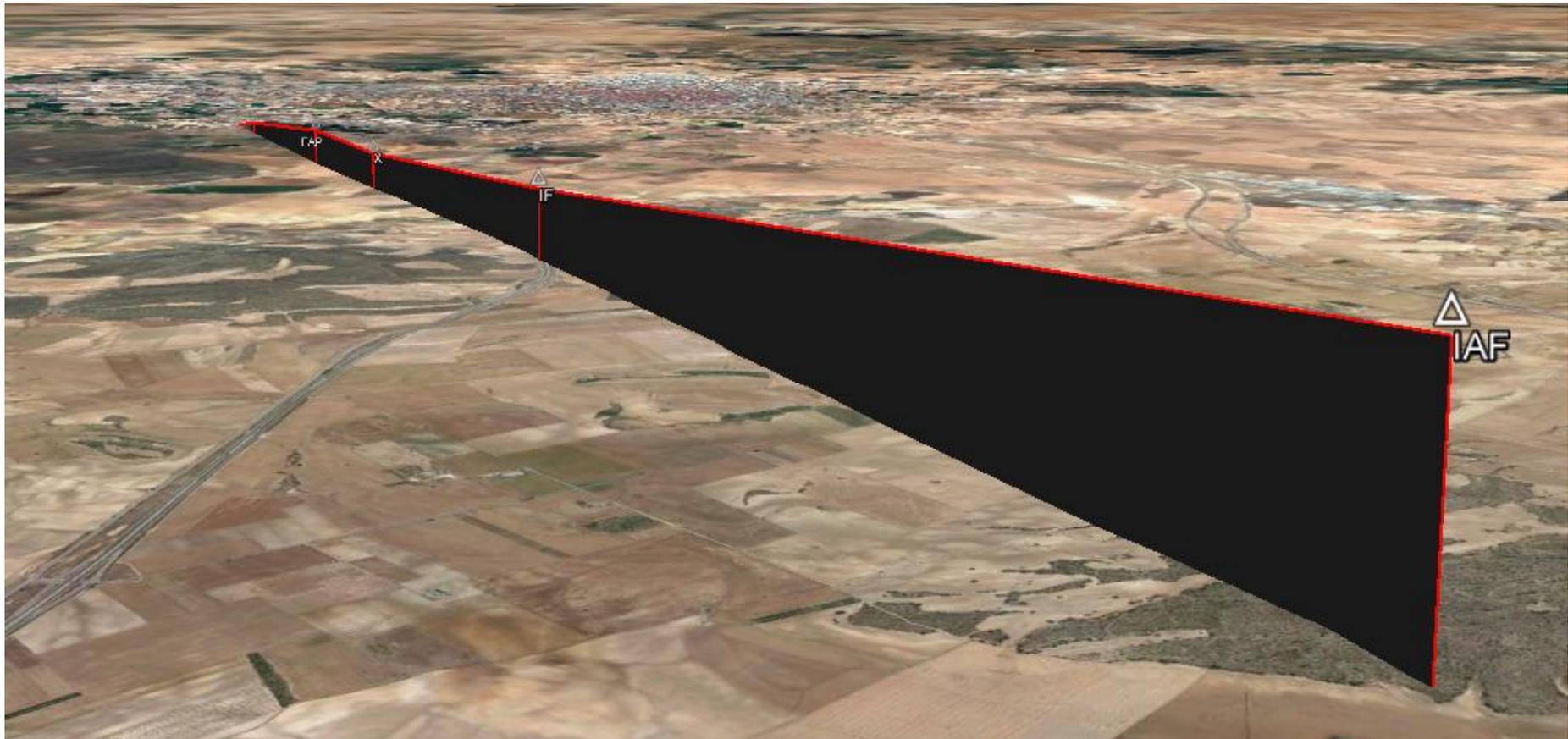


Ilustración 24. Perspectiva del procedimiento





## 6. Conclusiones





Del desarrollo del proyecto se han extraído diversas conclusiones.

Por un lado, se hace imperativo mencionar la necesidad de que la norma desarrolle de forma más clara y amplía el proceso de diseño de procedimientos basados en GNSS, ya que actualmente se encuentra completamente referenciado a capítulos intercalados a lo largo y ancho de toda la norma. Aunque en principio no pueda comprenderse la dificultad que implica este hecho, a la hora de enfrentarse a un diseño de un procedimiento basado en tecnología GNSS nos encontramos “saltando” hacia delante y hacia atrás en un documento de casi mil páginas para leer un párrafo de aquí o ver una figura allá lo que inevitablemente complica la comprensión global del proceso de diseño del procedimiento llegando, incluso, a presentarse contradicciones significativas.

Todo lo anteriormente mencionado solo se agrava cuando nos centramos en procedimientos específicos para helicópteros. En mi opinión se debería extender la parte de diseño específico para helicópteros y crear un volumen específico como el que existe para el diseño de helipuertos correspondiente al volumen II del Anexo 14 de la OACI para el Diseño de Aeródromos.

Actualmente en España no existe ningún documento de este estilo ya que el helicóptero no es usado de forma común como medio de transporte de pasajeros a nivel privado, y completamente inexistente a nivel de vuelos comerciales. Siendo esta la mayor justificación de las autoridades competentes, junto con la falta de recursos, queda patente la necesidad de una participación mayor por parte de grandes compañías en el desarrollo de la aeronavegación española.

Se debe mencionar también la influencia del terreno cercano a la zona de aterrizaje, que ha favorecido enormemente y facilitado en igual medida el diseño del procedimiento por carecer de obstáculos y desniveles significativos que podrían haberse salido de las pocas cosas establecidas que posee la norma.

Sin embargo, el mayor problema de España a la hora de publicar nuevos procedimientos en el AIP es que dichos procedimientos deben ser aprobados por un comité denominado CIDEFO formado por el ministerio de Defensa y Fomento. Ante dicho comité solo pueden presentar procedimientos los Proveedores de Servicios de Aeronavegación certificados (ANSP) y actualmente, en España, solo existe uno, ENAIRE, una entidad pública con un presupuesto y una plantilla limitados. Esto es un problema porque ENAIRE no cuenta con personal suficiente para crear nuevos procedimientos “no necesarios”, estrictamente hablando, mientras existan los convencionales.

En otros países de la Unión Europea, como Reino Unido o Francia, empresas privadas pueden diseñar procedimientos que luego son estudiados por las autoridades competentes y pueden llegar a ser publicados. De esta forma, estos países, se han colocado a la cabeza de Europa a nivel de aeronavegación.

Mención aparte merece Estados Unidos, que en comparación con las naciones europeas se trata de un país de más reciente creación, cuenta con muchos más años de experiencia y mayor bagaje en aeronavegación y concretamente en GNSS que cualquier otro país. El gran apoyo a la implantación de nuevas tecnologías en detrimento de las convencionales y al desarrollo de las primeras es lo que les ha permitido obtener esta ventaja. En este caso el convencionalismo europeo supone una desventaja comercial, tecnológica y operacional.



Por otro lado, en España, no solo es que ante CIDEFO solo pueda presentar procedimientos ENAIRE, además es que ENAIRE se niega a presentar un procedimiento que no haya sido elaborado desde el comienzo en estricta colaboración con ellos, lo que es poco posible pues, como siempre dicen, no tienen personal suficiente para “esas cosas”.

Teniendo presente todo lo mencionado hasta aquí, la entrada en este “tira y afloja” entre diseñadores de procedimientos privados y ENAIRE de una compañía con la fuerza de presión de Airbus exigiendo a las autoridades una mayor implicación en la integración del GNSS como apoyo a la navegación, podría resultar en un impulso considerable en materia de aeronavegación para toda España y, teniendo en cuenta todas las mejoras y beneficios del GNSS, esto puede repercutir en un flujo aéreo más fluido, más seguro y más eficiente.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



GRADO EN INGENIERÍA AEROSPACIAL

TRABAJO FINAL DE GRADO

DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS Point-in-Space  
LPV PARA EL HELIPUERTO DE AIRBUS  
HELICOPTERS (ALBACETE, ESPAÑA) BASADO  
EN TECNOLOGÍA GNSS Y UTILIZANDO EGNOS  
COMO SISTEMA DE SATÉLITES DE  
AUMENTACIÓN EUROPEO

ANEXO 1. ESTUDIO DE COMPATIBILIDAD CON EL ESPACIO AÉREO

Alumno: Lucía Senchermés Cháfer

Empresa: Airtech Levante, S.L.

Tutor: Pablo Senchermés Morales

Tutor UPV: Israel Quintanilla García

Cotutor UPV: Pedro Yuste

# ESTUDIO DE COMPATIBILIDAD CON EL ESPACIO AÉREO DE UN HELIPUERTO RESTRINGIDO EN LA FACTORÍA DE AIRBUS HELICOPTERS ESPAÑA (ALBACETE)



*Empresa consultora:*



HE15046

# ÍNDICE

<b>1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>2. OBJETO DEL DOCUMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. FECHA DEL AIP UTILIZADO .....</b>	<b>4</b>
<b>4. TABLA RESUMEN DE DATOS DEL HELIPUERTO.....</b>	<b>5</b>
<b>5. USO Y EMPLAZAMIENTO DEL HELIPUERTO .....</b>	<b>5</b>
5.1. AERONAVE DETERMINANTE.....	5
5.2. NECESIDADES. INFRAESTRUCTURA NECESARIA.....	8
5.3. EMPLAZAMIENTO.....	10
5.4. ZONAS DE FAUNA SENSIBLE Y ZONAS DE PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL PRÓXIMAS.....	11
5.4.1. <i>Emplazamiento respecto a los LICs .....</i>	<i>11</i>
5.4.2. <i>Emplazamiento respecto a las ZEPAs .....</i>	<i>12</i>
5.4.3. <i>Emplazamiento respecto a las rutas migratorias de aves definidas en el AIP .....</i>	<i>13</i>
5.4.4. <i>Emplazamiento respecto a las zonas de concentración de aves definidas en el AIP .....</i>	<i>14</i>
5.4.5. <i>Emplazamiento respecto a las zonas de fauna sensible definidas en el AIP .....</i>	<i>15</i>
5.5. PREVISIÓN DE USO OPERACIONAL DEL AERÓDROMO .....	15
5.5.1. <i>Visual o instrumental .....</i>	<i>15</i>
5.5.2. <i>Horario de operación.....</i>	<i>15</i>
5.5.3. <i>Descripción de las maniobras.....</i>	<i>15</i>
5.6. PROCEDIMIENTOS PREVISTOS .....	17
5.7. PROPUESTA DE INTEGRACIÓN EN LA ESTRUCTURA DEL ESPACIO AÉREO .....	18
5.8. PREVISIONES INICIALES DE TRÁFICO.....	18
5.9. COMPATIBILIDAD CON LOS NÚCLEOS URBANOS PRÓXIMOS .....	18
<b>6. ANÁLISIS DEL ESPACIO AÉREO CIRCUNDANTE .....</b>	<b>19</b>
6.1. ESPACIO AÉREO ATS.....	19
6.2. AERÓDROMOS, HELIPUERTOS Y CAMPOS DE ULTRALIGEROS PRÓXIMOS .....	20
6.2.1. <i>Aeródromos y helipuertos de uso público .....</i>	<i>20</i>
6.2.2. <i>Aeródromos de uso restringido .....</i>	<i>21</i>
6.2.3. <i>Helipuertos de uso restringido .....</i>	<i>22</i>
6.2.4. <i>Deporte aéreo y actividades recreativas .....</i>	<i>23</i>
6.3. ZONAS PROHIBIDAS, RESTRINGIDAS Y PELIGROSAS CERCANAS AL HELIPUERTO .....	25

## 1. Antecedentes

Se redacta el presente estudio de compatibilidad con el espacio aéreo con el fin de analizar la viabilidad del emplazamiento propuesto por Airbus Helicopters España para la construcción de un helipuerto de superficie en sus instalaciones del Parque Aeronáutico de Albacete.

Puesto que la actividad de Airbus Helicopters España se encuentra íntimamente relacionada con la recepción y salida de helicópteros, es imprescindible la construcción de la infraestructura necesaria para el aterrizaje y despegue de helicópteros.



Figura 1 – Vista aérea del emplazamiento

## 2. Objeto del documento

El objeto del presente documento es estudiar la compatibilidad del helipuerto con el espacio aéreo, según el Real Decreto 1189/2011 de 19 de agosto, con el contenido necesario y suficiente para su tramitación administrativa.

Este estudio comprende, siguiendo las indicaciones de la normativa, los siguientes puntos:

- Emplazamiento y topografía.
- Coordenadas del punto de referencia del helipuerto (WGS-84) y su elevación, así como orientación de los sectores de aproximación y despegue previstos para dicha infraestructura.
- Previsión del uso operacional de la misma, visual o instrumental, horario de operación y actividad a desarrollar.
- Descripción del espacio aéreo afectado, incluyendo su afección a los aeropuertos de interés general, aeródromos, bases aéreas, aeródromos militares y otras instalaciones de transporte aéreo.
- Descripción de las maniobras y procedimientos previstos. Para el caso de operaciones instrumentales, propuesta de estructuras de espacio aéreo asociadas a la infraestructura: aerovías, CTAs/TMAs, CTRs, ATZs previstos.
- Propuesta de integración en la estructura del espacio aéreo. Impacto sobre otras infraestructuras aeronáuticas.
- Planes y programas de otras instalaciones aeronáuticas.
- Interferencias con zonas LED, LER, LEP y zonas de fauna sensible, así como poblaciones que puedan resultar afectadas por operaciones del aeródromo.
- Previsiones iniciales de tráfico en cuanto a su tipología y a la demanda prevista.

### 3. Fecha del AIP utilizado

En este estudio de compatibilidad aérea, los datos se han obtenido de las publicaciones existentes en ENAIRE (AIP) con fecha 9 de julio de 2015.

La cartografía aeronáutica reflejada se corresponde con las siguientes cartas:

- ENR 5.1-5 de 28 de mayo de 2015.
- ENR 5.1-6 de 28 de mayo de 2015.
- ENR 5.1-16 de 28 de mayo de 2015.
- ENR 5.1-22 de 28 de mayo de 2015.
- ENR 5.5-2 de 6 de marzo de 2014.
- ENR 5.5-3 de 6 de marzo de 2014.
- ENR 5.5-13 de 6 de marzo de 2014.
- ENR 5.6-3 de 26 de diciembre de 2002.
- ENR 5.6-4 de 26 de diciembre de 2002.
- ENR 5.6-7 de 17 de enero de 2008.
- AD 1.3-5 de 28 de mayo de 2015.
- AD 1.3-7 de 8 de enero de 2015.
- AD 1.3-11 de 25 de junio de 2015.
- AD 2-LEAB VAC 1.1 de 6 de marzo de 2014.
- AD 2-LEAB VAC 2.1 de 12 de diciembre de 2013.

#### 4. Tabla resumen de datos del Helipuerto

<b>NOMBRE DEL HELIPUERTO</b>	AIRBUS HELICOPTERS ESPAÑA
<b>TERMINO MUNICIPAL</b>	ALBACETE
<b>PROVINCIA</b>	ALBACETE
<b>COORDENADAS (WGS 84) ARP</b>	38°56'35.8" N 1°52'43.1" W
<b>ELEVACIÓN DEL ARP</b>	697 m
<b>ORIENTACIÓN PISTA</b>	DESPEGUES: 40°MAG / 118°MAG / 155°MAG / 298°MAG APROXIM.: 220°MAG / 298°MAG / 335°MAG / 118° MAG
<b>TIPO DE OPERCIÓN</b>	VISUAL NOCTURNO (VFR Nocturno)
<b>HORARIO DE OPERACIÓN</b>	24 H
<b>CONDICIONES</b>	Se deben respetar los procedimientos aprobados en la carta de acuerdo entre la Base Aérea de Albacete y Eurocopter España.
<b>OBSERVACIONES</b>	La ubicación propuesta se encuentra lindando con la Base Aérea de Albacete.

#### 5. Uso y emplazamiento del Helipuerto

##### 5.1. Aeronave determinante

El tamaño del helipuerto, así como su capacidad portante, dependen del helicóptero que vaya a recibir.

Llamamos helicóptero determinante a aquel helicóptero que obligue a las mayores dimensiones del helipuerto o que introduzca las mayores cargas en el aterrizaje, pues impondrá un mayor dimensionamiento de la capacidad estructural del mismo.



Figura 2 – NH90



Figura 3 – CH 47 (Chinook)

Los helicópteros que operarán en el helipuerto serán generalmente los producidos por Airbus Helicopters España, aunque también se espera la operación de helicópteros de otros fabricantes. La siguiente lista recoge las aeronaves más habituales:

- AB 212
- AS 332 (Superpuma)
- AS 355 (Ecureuil)
- EC 135
- EC 225 (Superpuma)
- Tigre
- NH 90
- CH 47 (Chinook)

Se muestran a continuación algunas dimensiones de los helicópteros, seleccionando aquellas que son determinantes para el diseño del helipuerto (marcadas en sombreado).

	<b>Diámetro rotor (m)</b>	<b>Máxima dimensión helicóptero (m)</b>	<b>MTOW (kg)</b>
AB 212	14,64	17,43	5080
AS 332 (Superpuma)	16,20	16,79	9150
AS 355 (Ecureuil)	10,69	12,94	2540
EC 135	10,20	12,19	2980
EC 225 (Superpuma)	16,20	19,50	11200
Tigre	13,00	15,80	6000
NH 90	16,30	19,56	10600
CH 47 (Chinook)	18,30 (x2)	30,10	22680

Como se puede observar en la tabla, el helipuerto el CH 47 Chinook es con diferencia el helicóptero más exigente. Por este motivo, se toma como helicóptero determinante.

## 5.2. Necesidades. Infraestructura necesaria

La infraestructura necesaria de la que dispondrá el helipuerto se detalla a continuación:

- Hangar \_\_\_\_\_ Sí
- Pista de aterrizaje: FATO + TLOF + ÁREA SEGURIDAD \_\_\_\_\_ Sí
- Puesto de estacionamiento \_\_\_\_\_ Sí
- Vallado \_\_\_\_\_ Sí
- Manga de viento \_\_\_\_\_ Sí
- Salvamento y extinción de incendios \_\_\_\_\_ Sí
- Iluminación \_\_\_\_\_ Sí
- Estación meteorológica \_\_\_\_\_ NO
- Zonas de descanso y estancia para la tripulación \_\_\_\_\_ Sí
- Instalación de Combustible \_\_\_\_\_ Sí

Se muestran a continuación dos tablas con las dimensiones requeridas para el helipuerto en función del helicóptero y de la performance de las operaciones.

En primer lugar, los helicópteros recogidos en la siguiente tabla están certificados para operar en Performance 1. Para este tipo de operaciones, las dimensiones del helipuerto serán las determinadas en los manuales de vuelo de las aeronaves que operen en él. Suponiendo el helipuerto circular, el diámetro ( $\varnothing$ ) necesario será el siguiente:

<b>HELIPUERTO DE SUPERFICIE</b>	<b>DIMENSIÓN MÁXIMA DEL HELICÓPTERO</b>	<b>FATO ÁREA MÍNIMA A NIVEL CAPAZ DE SOPORTAR LAS CARGAS DE ATERRIZAJE</b>	<b>ÁREA DE SEGURIDAD OPERACIONAL SUPERFICIE SIN OBSTÁCULOS AL NIVEL DE LA FATO</b>
<b>AS 332 (Superpuma)</b>	16,79 m	$\varnothing$ 24,00 m	$\varnothing$ 33,58 m
<b>AS 355 (Ecureuil)</b>	12,94 m	$\varnothing$ 20,00 m	$\varnothing$ 26,47 m
<b>EC 135</b>	12,19 m	$\varnothing$ 15,00 m	$\varnothing$ 24,38 m
<b>EC 225 (Superpuma)</b>	19,50 m	$\varnothing$ 20,00 m	$\varnothing$ 39,00 m

\*Dimensiones mínimas a nivel del mar y 15°C.

Puede observarse que el helicóptero que mayores dimensiones requiere en Performance 1 es el EC 255 Superpuma.

No obstante, algunos de los helicópteros que van a operar en el helipuerto sólo están certificados para Performance 2. Para este tipo de operaciones, suponiendo el helipuerto circular, el diámetro ( $\varnothing$ ) necesario será el siguiente:

<b>HELIPUERTO DE SUPERFICIE</b>	<b>DIMENSIÓN MÁXIMA DEL HELICÓPTERO</b>	<b>FATO</b> ÁREA MÍNIMA A NIVEL CAPAZ DE SOPORTAR LAS CARGAS DE ATERRIZAJE	<b>ÁREA DE SEGURIDAD OPERACIONAL</b> SUPERFICIE SIN OBSTÁCULOS AL NIVEL DE LA FATO
<b>AB 212</b>	17,43 m	$\varnothing$ 17,43 m	$\varnothing$ 34,86 m
<b>AS 332 (Superpuma)</b>	16,79 m	$\varnothing$ 16,79 m	$\varnothing$ 33,58 m
<b>AS 355 (Ecureuil)</b>	12,94 m	$\varnothing$ 12,94 m	$\varnothing$ 25,88 m
<b>EC 135</b>	12,19 m	$\varnothing$ 12,19 m	$\varnothing$ 24,38 m
<b>EC 225 (Superpuma)</b>	19,50 m	$\varnothing$ 19,50 m	$\varnothing$ 39,00 m
<b>Tigre</b>	15,80 m	$\varnothing$ 15,80 m	$\varnothing$ 31,60 m
<b>NH 90</b>	19,56 m	$\varnothing$ 19,56 m	$\varnothing$ 39,12 m
<b>CH 47 (Chinook)</b>	30,10 m	$\varnothing$ 30,10 m	$\varnothing$ 60,20 m

\*Dimensiones mínimas a nivel del mar y 15°C.

Puede observarse que el helicóptero que mayores dimensiones requiere en Performance 2 es el CH 47 Chinook.

Se propone una configuración del helipuerto con dos FATOs. Una de ellas será del tipo short field y la otra, helipad.

La short field consistirá en una FATO rectangular de 100 m de longitud y 30 m de anchura, con un área de seguridad operacional alrededor de la FATO, resultando una plataforma rectangular de 119 m x 39 m.

Adicionalmente, se plantea una FATO circular de 30.10 m de diámetro, con un área de seguridad operacional alrededor de la FATO, resultando una plataforma circular de 60.20 m de diámetro.

**Este diseño permite la utilización del helipuerto en operaciones de Performance 1 para todos los helicópteros certificados para ello y en operaciones de Performance 2 para el resto.**

### 5.3. Emplazamiento

El helipuerto se encuentra dentro del término municipal de Albacete:

Airbus Helicopters España  
Carretera de las Peñas  
Polígono Aeronáutico y Logístico  
02066 Albacete  
Albacete

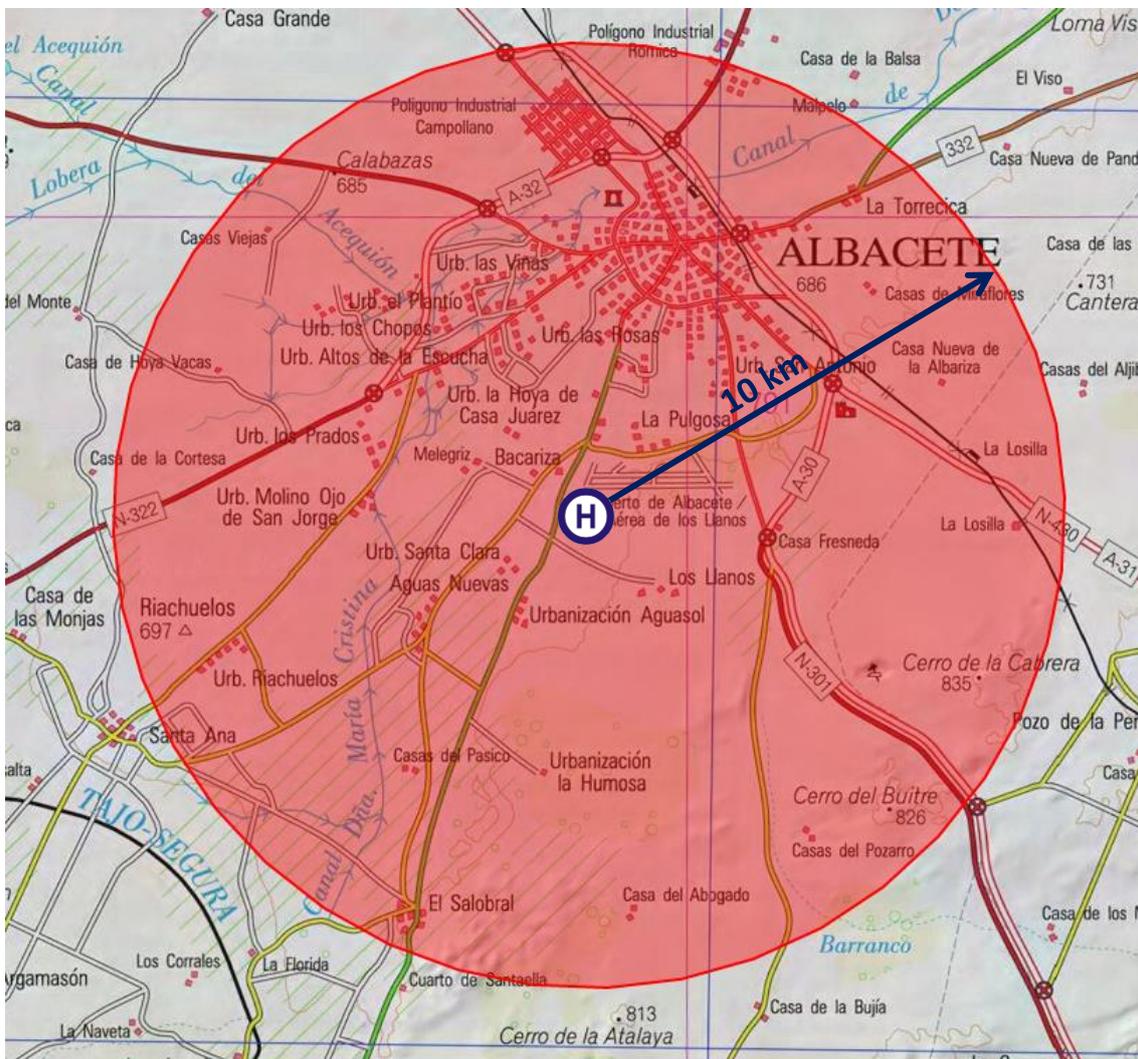


Figura 4 – Mapa de localización del emplazamiento

## 5.4. Zonas de fauna sensible y zonas de protección medioambiental próximas

### 5.4.1. Emplazamiento respecto a los LICs

Los LICs más cercanos se encuentran a una distancia considerable del helipuerto. El más próximo es el denominado 'LAGUNAS SALADAS DE PÉTROLA', a una distancia superior a los 27 km de la ubicación propuesta.

Se adjunta un plano con el emplazamiento de los LICs.

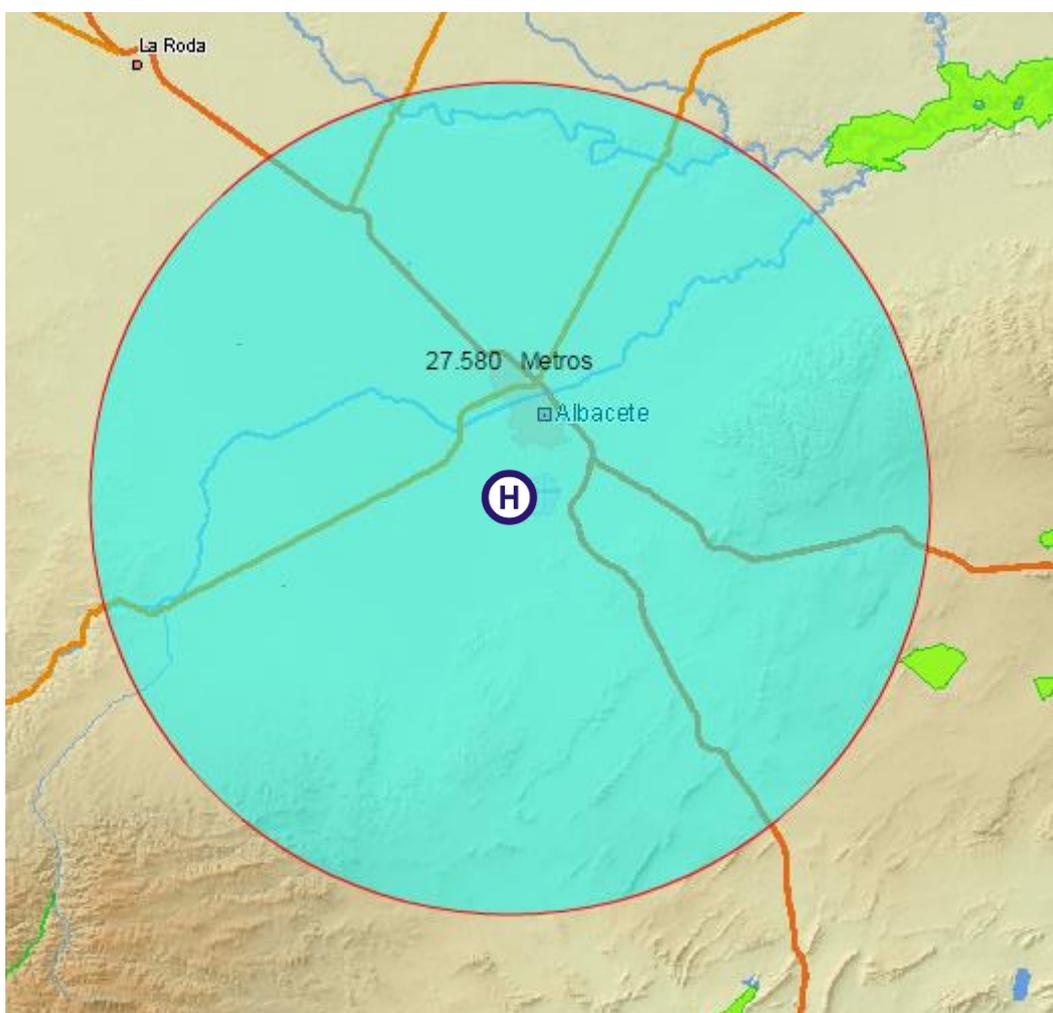


Figura 5 – Situación del emplazamiento respecto a LICs

Como puede verse, el emplazamiento se encuentra fuera de cualquier LIC y existe una distancia considerable hasta ellos.

#### 5.4.2. Emplazamiento respecto a las ZEPAs

Las ZEPAs más próximas son las denominadas 'ÁREA ESTEPARIA DEL ESTE DE ALBACETE' y 'HOCES DEL RÍO JÚCAR', situadas aproximadamente a 20.1 km y a 29.8 km respectivamente de distancia del helipuerto.

Se adjunta un plano con el emplazamiento de las ZEPAs.

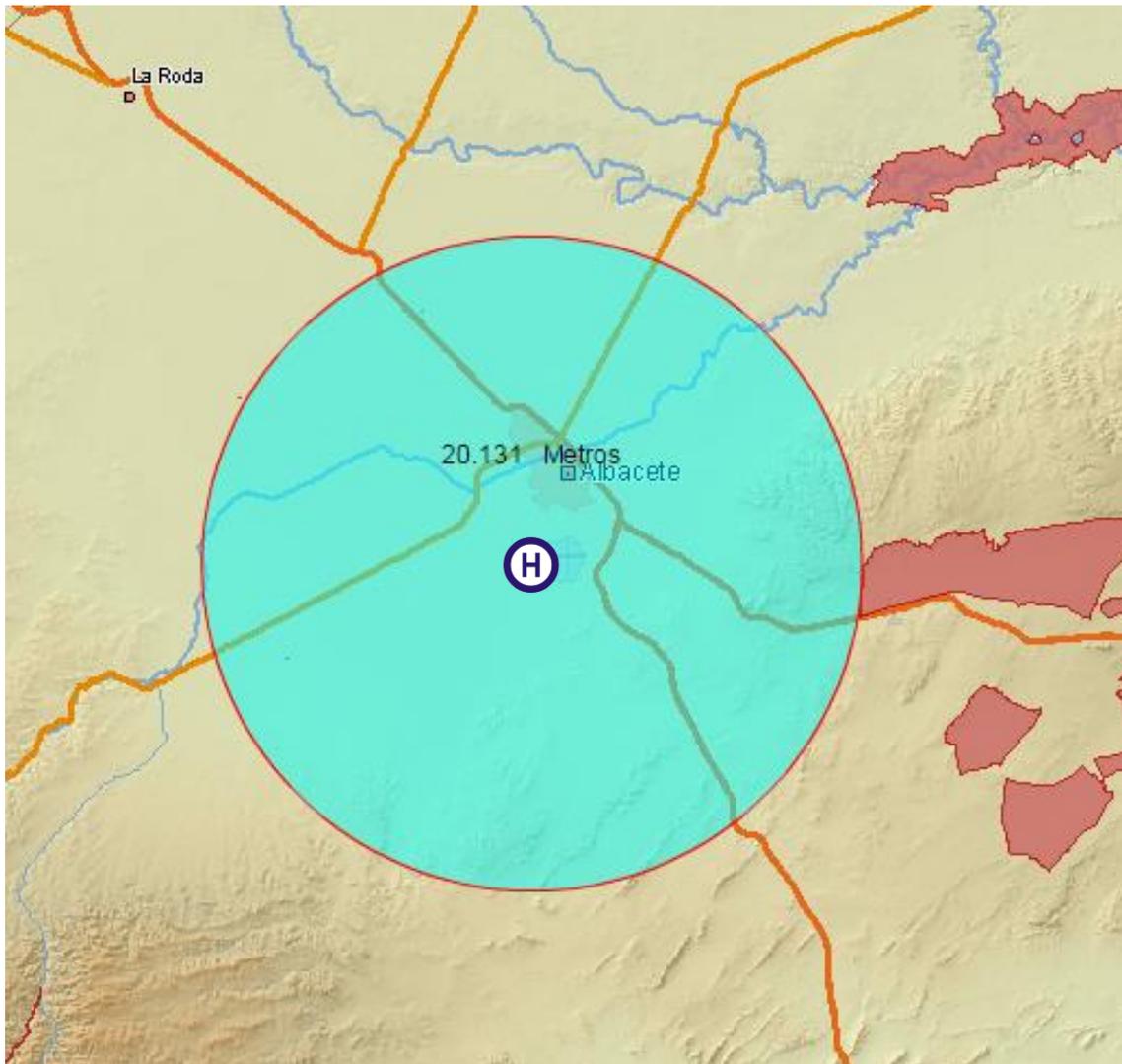


Figura 6 – Situación del emplazamiento respecto a ZEPAs

Como puede verse, **el emplazamiento se encuentra fuera de cualquier ZEPA y existe una distancia considerable hasta ellas.**

### 5.4.3. Emplazamiento respecto a las rutas migratorias de aves definidas en el AIP

Con respecto a la Carta de Rutas Migratorias de Aves, se puede observar que el helipuerto se encuentra situado lejos de cualquier ruta migratoria. La más cercana es la que recorre la Península de suroeste a noreste, correspondiente a las grullas (a más de 50 km), además de la ruta de los flamencos que transcurre por el litoral mediterráneo. Por este motivo, se concluye que no **existirá interferencia alguna**.

En el siguiente mapa puede observarse el emplazamiento y las rutas de aves migratorias.

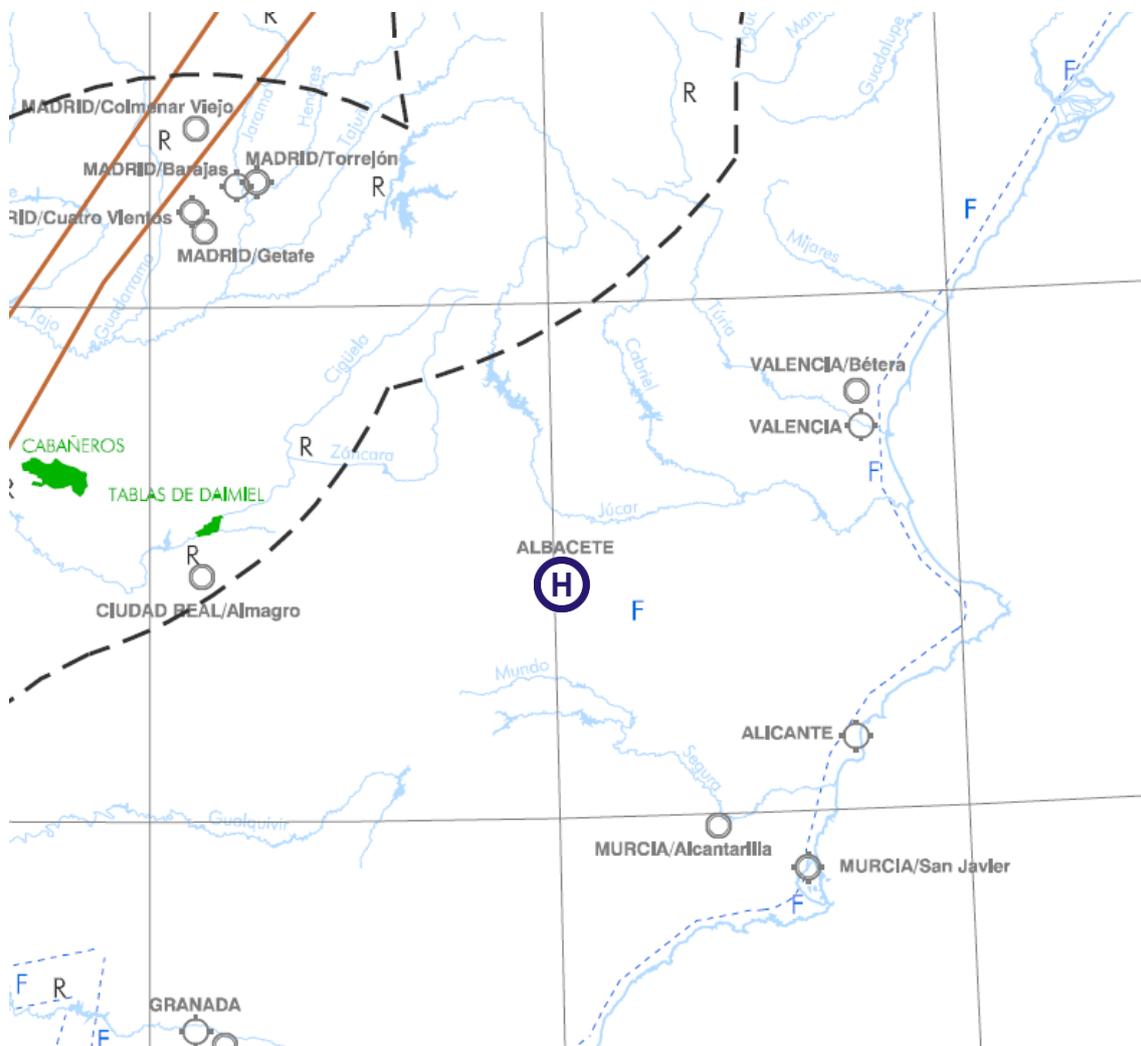


Figura 7 – Situación del emplazamiento respecto a rutas de aves migratorias

#### 5.4.4. Emplazamiento respecto a las zonas de concentración de aves definidas en el AIP

En lo referente a las Zonas de Concentración de Aves definidas en el AIP, las más cercanas se corresponden con las Tablas de Daimiel, Castellar de Santiago (marcado como “13”) y el Embalse de El Hondo (marcado como “11”), situados todos ellos a más de 100 km, **no interfiriendo en la ubicación del helipuerto.**

En el siguiente mapa puede observarse el emplazamiento y las zonas de concentración de aves.

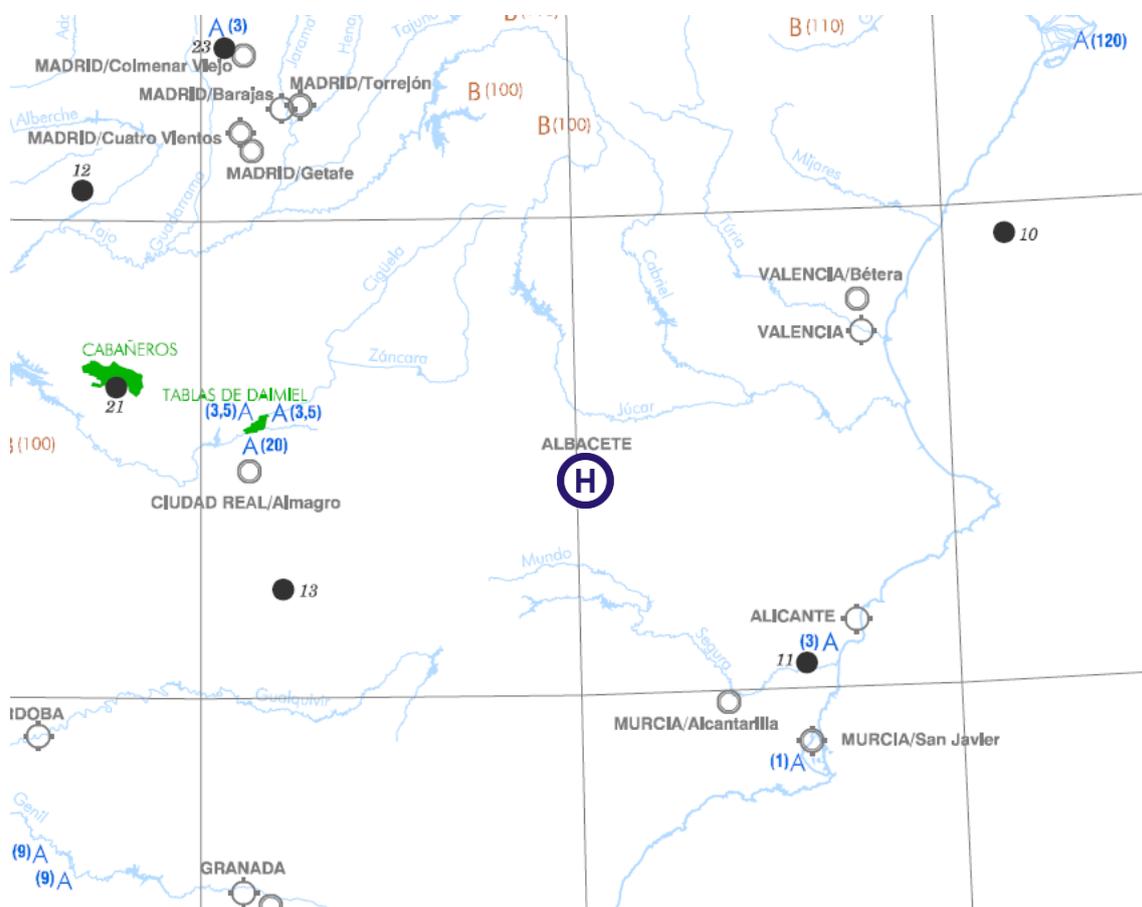


Figura 8 – Situación del emplazamiento respecto a zonas de concentración de aves

#### 5.4.5. Emplazamiento respecto a las zonas de fauna sensible definidas en el AIP

Con respecto a las Zonas de Fauna Sensible, **tampoco existirá interferencia**, pues la más cercana y única en la provincia de Albacete se corresponde con la Reserva Natural de la Laguna de los Ojos de Villaverde, a unos 45 km.

F19 - RESERVA NATURAL DE LA LAGUNA DE  
LOS OJOS DE VILLAVERDE (Albacete)

384742N 0022310W; 384919N 0022310W;  
384919N 0022105W; 384741N 0022106W;  
384742N 0022310W.

1000 ft AGL  
GND

Espacio natural protegido. / Nature reserve.

### 5.5. Previsión de uso operacional del aeródromo

#### 5.5.1. Visual o instrumental

El helipuerto se diseña para operaciones visuales.

#### 5.5.2. Horario de operación

El helipuerto se diseña para uso tanto diurno como nocturno, por lo que puede estar operativo en cualquier momento del día.

#### 5.5.3. Descripción de las maniobras

##### a) Rutas principales

Se plantean las rutas principales de aproximación y ascenso hacia el noroeste y sureste, de manera que sean coherentes con la distribución de edificios ya existentes en el Parque Aeronáutico y con los vientos dominantes. Se exponen a continuación las trayectorias principales de despegue y aterrizaje.

	RUMBO MAGNÉTICO	COEF. UTILIZACIÓN
ATERRIZAJE	298º 00' 00"	40%
DESPEGUE	118º 00' 00"	40%

	RUMBO MAGNÉTICO	COEF. UTILIZACIÓN
ATERRIZAJE	118º 00' 00"	40%
DESPEGUE	298º 00' 00"	40%

b) Rutas secundarias

Se exponen a continuación las trayectorias secundarias de despegue y aterrizaje.

Una de ellas se desarrolla hacia el sur, sobrevolando las instalaciones de Airbus Helicopters España. La otra se desarrolla hacia el noreste, hasta intersectar la pista de la Base Aérea de Albacete.

Esto no supone una interferencia ya que existe una carta de acuerdo entre ambas instalaciones para coordinar el tráfico.

	RUMBO MAGNÉTICO	COEF. UTILIZACIÓN
ATERRIAJE	220º 00' 00''	10%
DESPEGUE	40º 00' 00''	10%

	RUMBO MAGNÉTICO	COEF. UTILIZACIÓN
ATERRIAJE	335º 00' 00''	10%
DESPEGUE	155º 00' 00''	10%

Estas rutas se muestran en el siguiente diagrama. Cabe comentar que se han diseñado de forma que se minimice la interferencia con los edificios del Parque Aeronáutico y con la Base Aérea de Albacete.



Figura 9 – Rutas de aproximación y despegue

## 5.6. Procedimientos previstos

Dada la proximidad del helipuerto a la Base Aérea de Albacete, se ha firmado una carta de acuerdo entre la Base Aérea de Albacete y Airbus Helicopters España, estableciendo un procedimiento de coordinación de las operaciones de la Base Aérea con el helipuerto.

Este procedimiento de coordinación se puede ver en el anexo 1.

En él se establece que antes de cada vuelo se debe obtener la autorización del Coronel Jefe de la Base Aérea de Albacete, realizándose la comunicación por carta, fax o teléfono.

Además, se podrán realizar aproximaciones y despegues desde el helipuerto siempre y cuando se tenga la autorización de la torre de control. Se establece también el punto S1 como preferente para las aproximaciones y se define el circuito de tráfico.

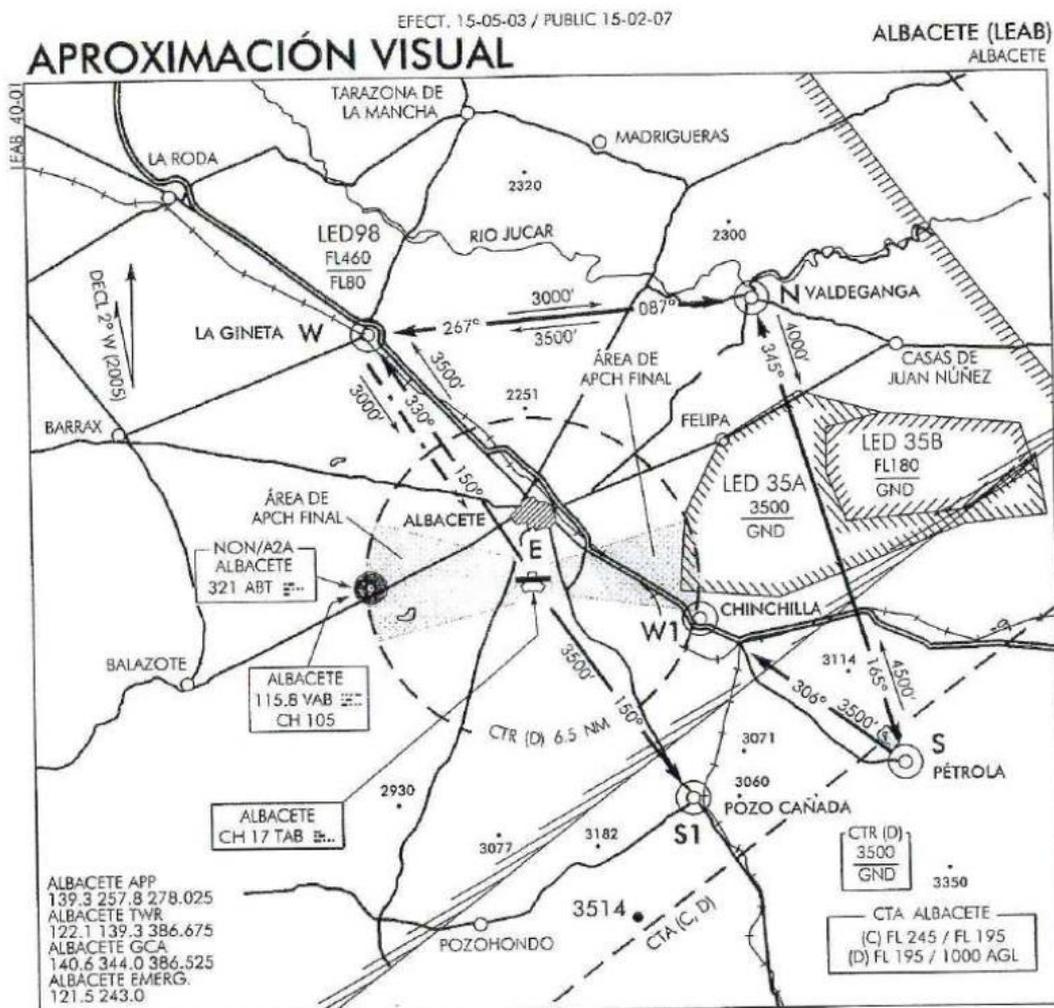


Figura 10 – Carta de aproximación visual

## 5.7. Propuesta de integración en la estructura del espacio aéreo

Dado que ya existe un procedimiento de coordinación para las operaciones aéreas de Airbus Helicopters España en el helipuerto, su integración será inmediata con sólo publicar las coordenadas del ARP.

## 5.8. Previsiones iniciales de tráfico

Dado que el helipuerto se va a destinar principalmente a pruebas en vuelo de sistemas así como a entrega de helicópteros producidos, resulta difícil evaluar de forma precisa el número de operaciones. Además, tal y como ya se ha mencionado, la flota que opere en el helipuerto es muy diversa. Como primera aproximación, se prevé un máximo de 500 operaciones anuales.

## 5.9. Compatibilidad con los núcleos urbanos próximos

Respecto a la compatibilidad con los núcleos urbanos próximos, hay que destacar que el helipuerto se enmarca dentro del Parque Aeronáutico de Albacete.

Las trayectorias de aproximación y despegue se han diseñado de forma que se sobrevuela la Base Aérea y terreno rústico en prácticamente todo momento. En los cortos tramos en los que se sobrevuela suelo urbano, éste pertenece al Parque Aeronáutico.

Como puede apreciarse en la siguiente imagen, **las trayectorias propuestas son totalmente compatibles con los núcleos urbanos.**

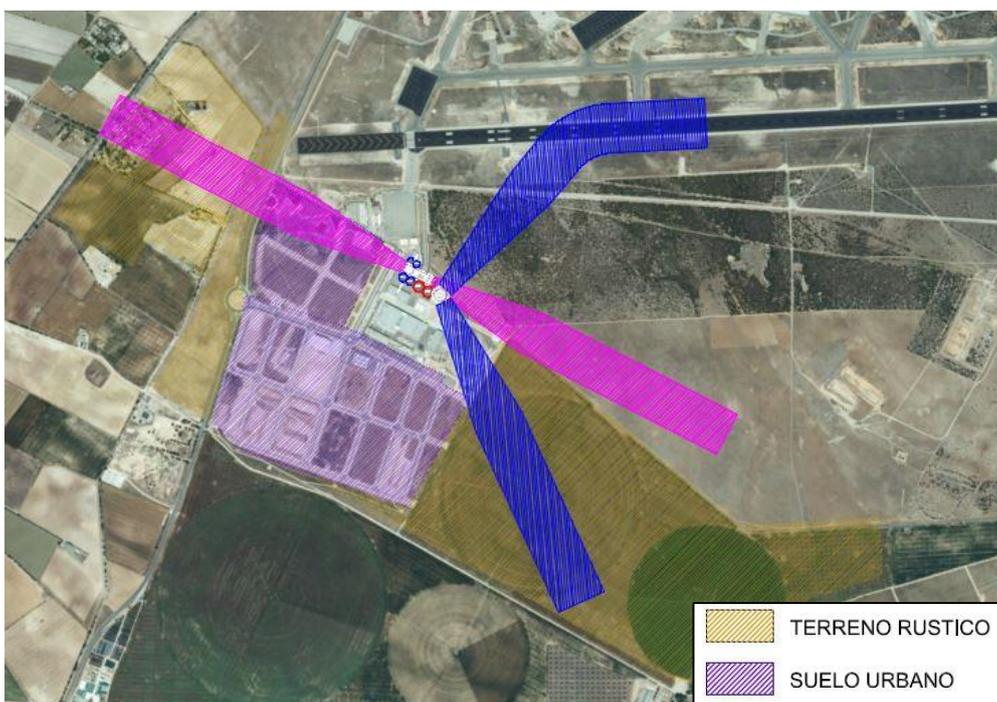


Figura 11 – Rutas de aproximación y despegue

## 6. Análisis del espacio aéreo circundante

### 6.1. Espacio aéreo ATS

Se refleja a continuación el espacio aéreo cercano al emplazamiento del helipuerto.

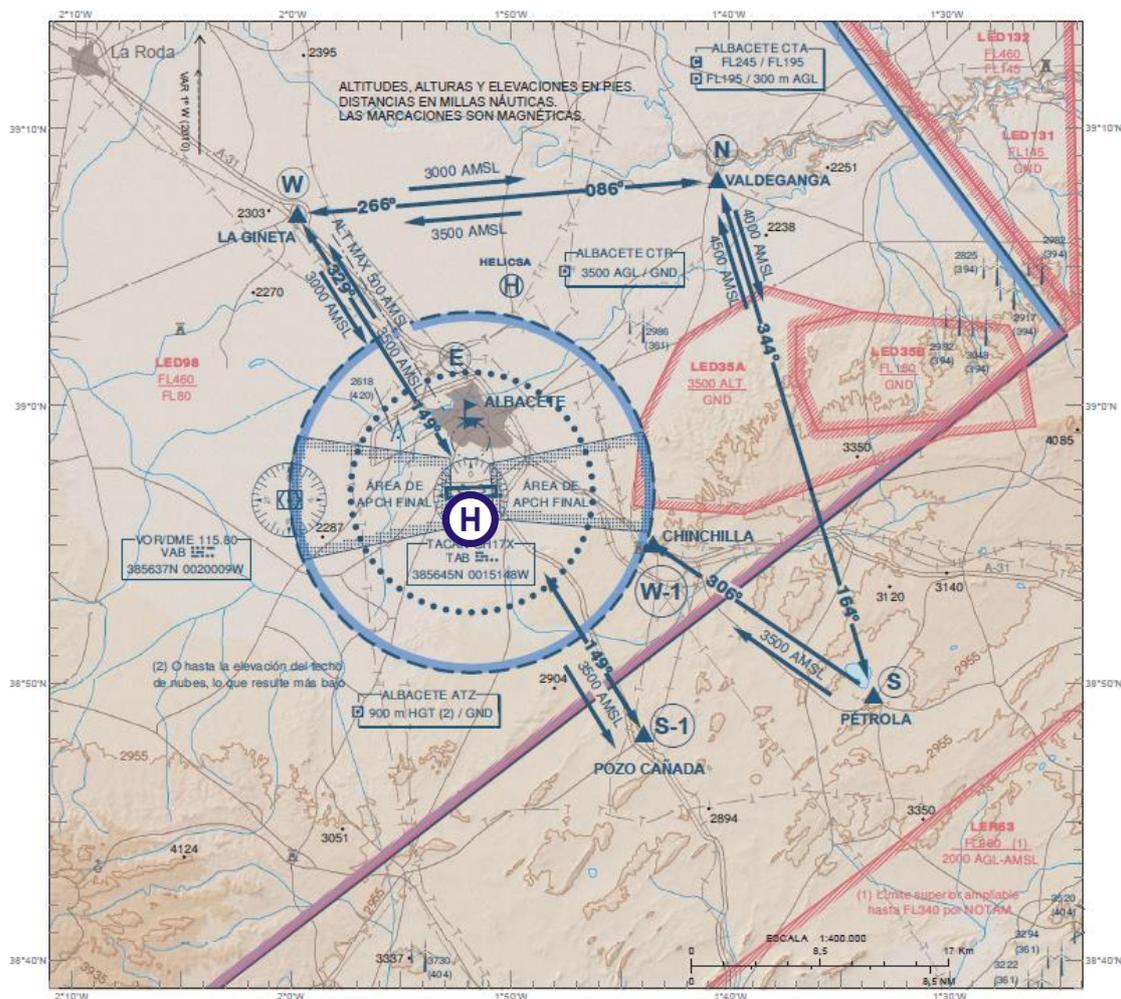


Figura 12 – Espacio aéreo cercano al emplazamiento

Como se puede observar, el helipuerto se encuentra dentro del ATZ de Albacete, en espacio aéreo clase D desde el terreno hasta 900 m de altura o el techo de nubes, lo que resulte más bajo. Alrededor de este ATZ se encuentra el CTR de Albacete, de clase D, desde el terreno hasta los 3500 ft AGL. Estas zonas están incluidas en el CTA de Albacete.

## 6.2. Aeródromos, helipuertos y campos de ultraligeros próximos

### 6.2.1. Aeródromos y helipuertos de uso público

En lo que respecta a aeródromos y helipuertos de uso público, el único aeródromo en la provincia de Albacete corresponde a la Base Aérea de Albacete. En concreto, la ubicación propuesta se encuentra junto a ésta, a escasos metros del vallado de la Base. Como es evidente, aunque esto no imposibilita la instalación de un helipuerto, **debe existir una coordinación entre ambas infraestructuras.**

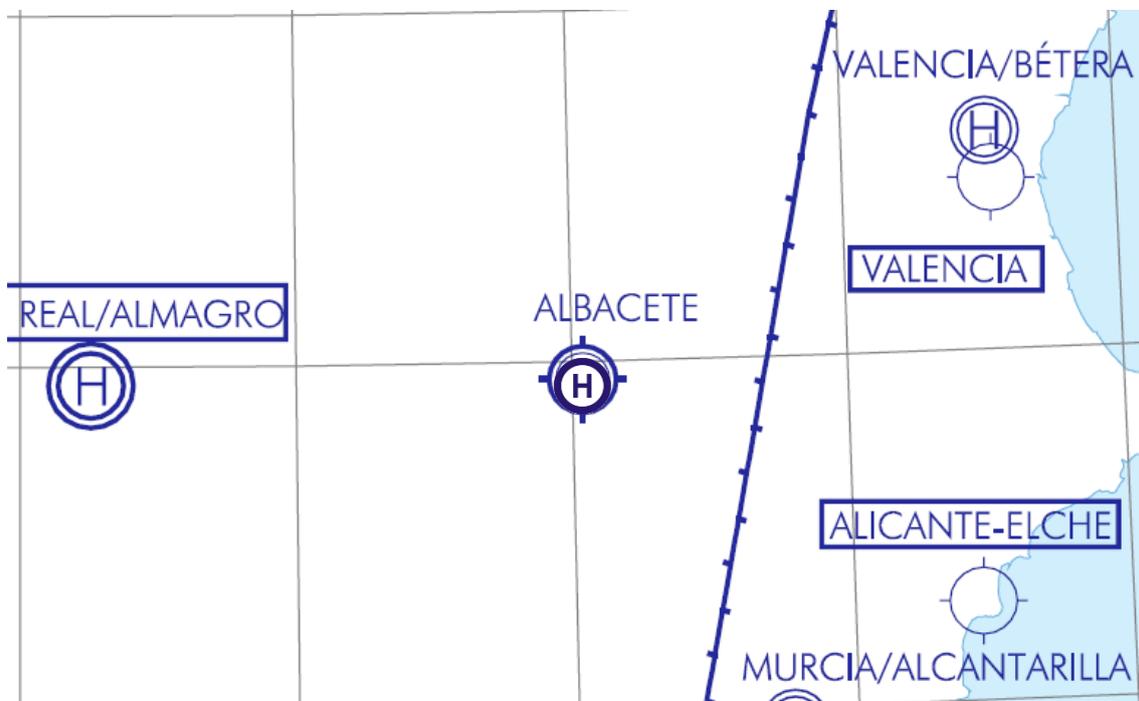


Figura 13 – Aeródromos y helipuertos de uso público

### 6.2.2. Aeródromos de uso restringido

En lo que respecta a aeródromos de uso restringido, los más cercanos se encuentran a más de 40 km, por lo que **no suponen ninguna interferencia**. Las distancias aproximadas son de:

Aeródromo	Distancia
Ontur	47 km
Casas de los Pinos	58 km
Almansa	66 km



Figura 14 – Aeródromos de uso restringido

### 6.2.3. Helipuertos de uso restringido

**Helipuertos de uso restringido:** El único en la provincia de Albacete es el de Helicisa, que dista aproximadamente 14 km de la ubicación, por lo que **no supone una interferencia.**



Figura 15 – Helipuertos de uso restringido

#### 6.2.4. Deporte aéreo y actividades recreativas

Dentro de esta categoría encontramos campos de vuelo sin motor, de ultraligeros, aeroestaciones y zonas de salto en paracaídas. El siguiente mapa muestra la situación de algunos de ellos y la ubicación propuesta.

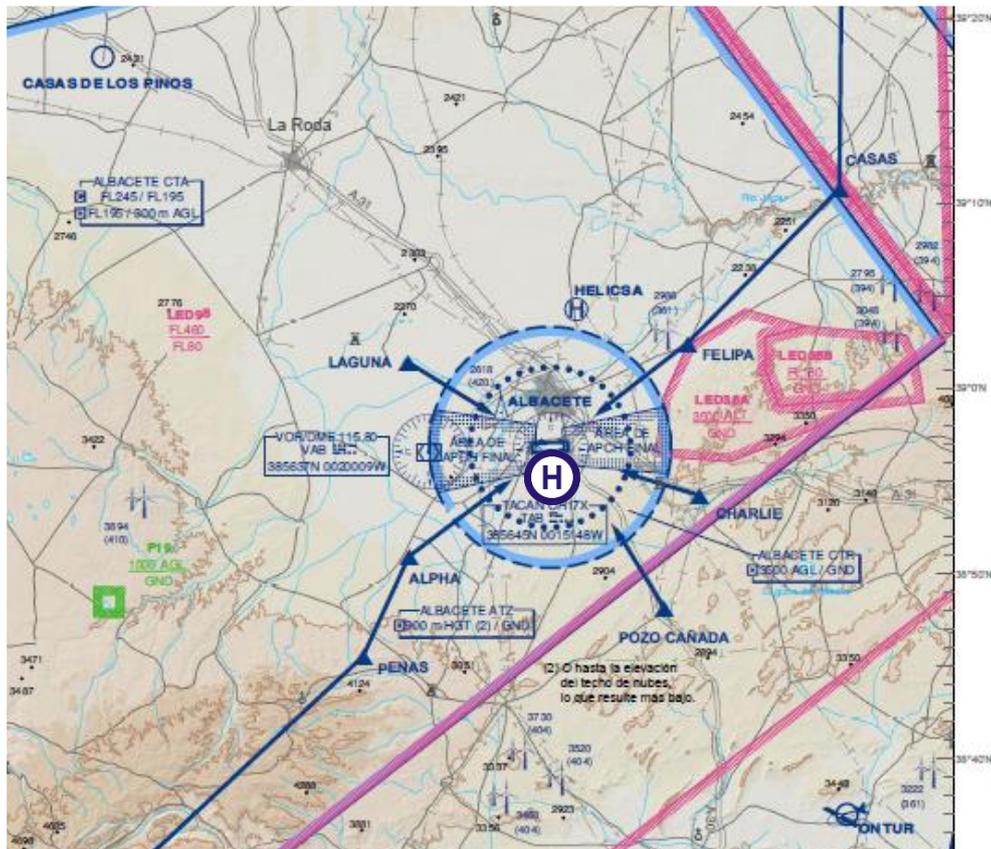


Figura 16 – Campos de vuelo en los alrededores del emplazamiento

**Campos de vuelos sin motor:** No existe ninguno en la provincia, por lo que no hay ninguna posible interferencia.

**Campos de vuelo de ultraligeros:** Hay 2 en la provincia. Las distancias aproximadas a la ubicación del helipuerto son:

Campo de vuelo	Distancia
Ontur	47 km
Almansa	66 km

Dadas las grandes distancias a la ubicación, se estima que no hay **ninguna posible interferencia**.

ALBACETE: Almansa (Aeródromo)	385404N 0010634W	C/E: AEROCLUB ALMANSA Tel: +34-967 340 444 +34-609 226 621	Ninguna / None.
Ontur (Aeródromo)	383701N 0013130W	C/E: AEROCLUB DE ALBACETE Tel: +34-967 555 727 +34-666 163 200	Ninguna / None.

**Aeroestaciones:** No existe ninguno en la provincia, por lo que no hay **ninguna posible interferencia**.

**Salto en paracaídas:** La única instalación en la que se practica en la provincia de Albacete es en el Aeródromo de Ontur, a unos 47 km, por lo que se estima que no hay **ninguna posible interferencia**.

ALBACETE: AD Ontur	Círculo / Circle 5 NM ra- dio / radius centrado en / centred at 383705N 0013126W.	Límite superior / Upper limit: 14000 ft AMSL	
-----------------------	--	---	--

### 6.3. Zonas prohibidas, restringidas y peligrosas cercanas al helipuerto

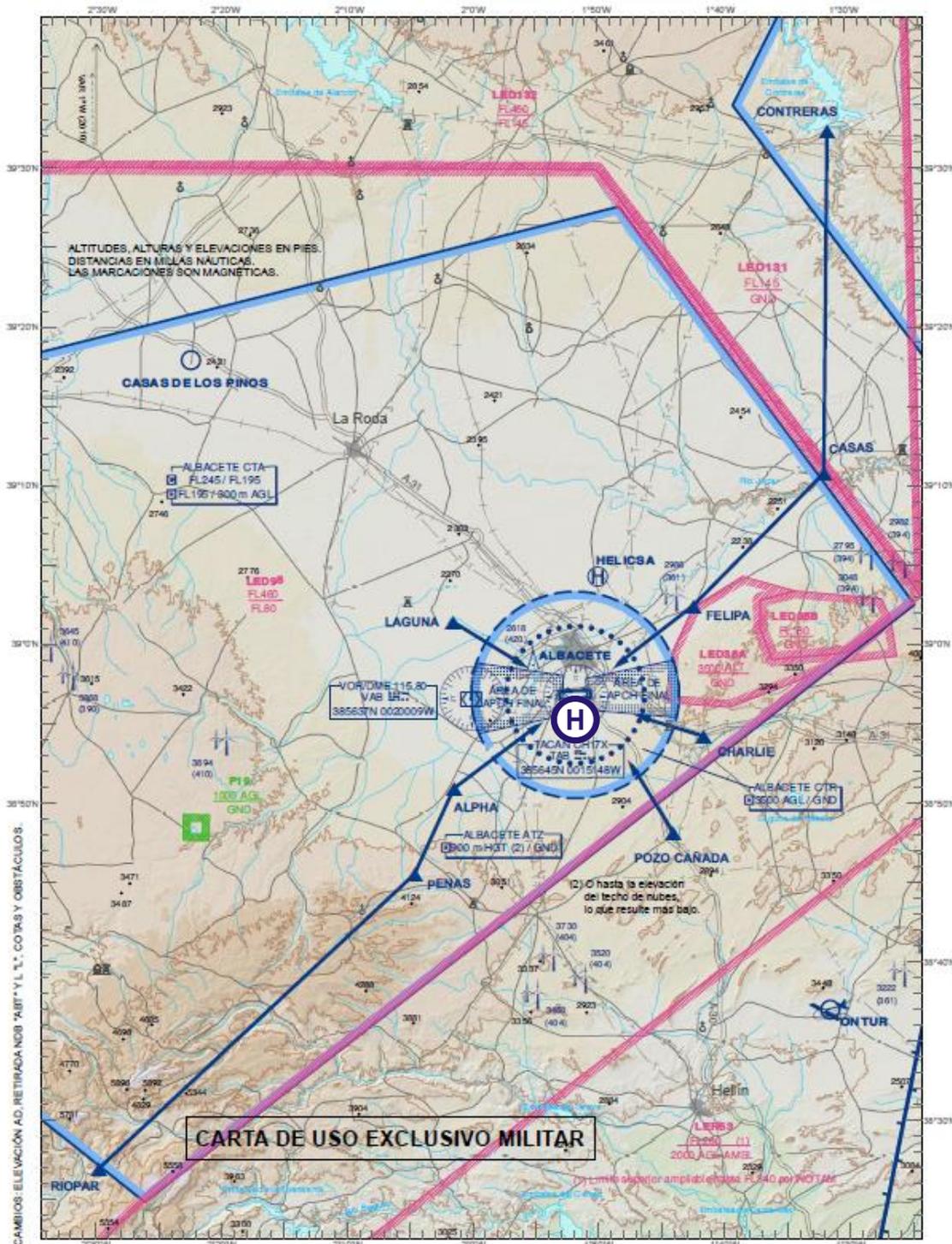


Figura 17 – Zonas prohibidas, restringidas y peligrosas cercanas al emplazamiento

Como puede verse en la figura anterior, el emplazamiento se encuentra bajo la zona peligrosa LED98, que abarca desde el FL80 hasta el FL460. Otras zonas peligrosas cercanas son la LED35A, a unos 12 km y la LED35B, a unos 24 km de distancia, que abarcan desde el nivel del suelo hasta los 3500 ft y hasta el FL180 respectivamente.

Respecto a las áreas restringidas, la más cercana es la LER63, a unos 36 km y que abarca desde 2000 ft AGL-AMSL hasta el FL200.

No hay que destacar ninguna zona prohibida cercana.

Se adjunta información de estas zonas:

IDENTIFICACIÓN Y NOMBRE - Límites laterales IDENTIFICATION AND NAME - Lateral limits	Límite superior Upper limit Límite inferior Lower limit	Observaciones / Remarks (Hora de actividad, tipo de actividad, naturaleza del peligro) (Time of activity, type of activity, nature of hazard)
<b>LED35 CHINCHILLA (Albacete)</b>		
SECTOR A 390420N 0013821W; 390324N 0013408W; 390251N 0013657W; 390100N 0013657W; 385906N 0013600W; 385930N 0013000W; 390140N 0012630W; 385915N 0012601W; 385855N 0013002W; 385606N 0013926W; 385624N 0014422W; 385931N 0014405W; 390227N 0014216W; 390420N 0013821W.	<u>3500 ft ALT</u> SFC	Ejercicios aéreos / Air exercises.  HJ. Coordinación con / Coordination with: ALBACETE TWR/APP.
SECTOR B 390324N 0013408W; 390253N 0012713W; 390140N 0012630W; 385930N 0013000W; 385906N 0013600W; 390100N 0013657W; 390251N 0013657W; 390324N 0013408W.	<u>FL 180</u> SFC	Ejercicios de tiro terrestre. Terrestrial firing exercises.  HJ. Coordinación con / Coordination with: ALBACETE TWR/APP.
<b>LED98 LA MANCHA (Albacete)</b>		
393000N 0024800W; 393000N 0015000W; 390300N 0012400W; 382500N 0022600W; 373800N 0032800W; 380800N 0033000W; 392300N 0025400W; 393000N 0024800W.	<u>FL 460</u> FL 80	Área expresamente designada para vuelos supersónicos de aeronaves militares / Area specifically designated for supersonic flights of military aircraft: BTN UNL/FL 360 al oeste de la línea delimitada por las coordenadas / to the west of line delimited by the coordinates: 390915N 0022100W y/and VOR/DME YES.  Entrenamiento unidades aéreas. Training flights.  Ejercicios de reabastecimiento en vuelo. Air refuelling exercises.  MON/FRI: 0700-2200 EXC HOL. Otra actividad anunciada por / Other activity announced by NOTAM.

LER63 MURCIA (Academia General Aire)

385100N 0012100W; 380700N 0005200W;  
380700N 0002800W; 380300N 0002300W;  
Desde este punto, siguiendo la línea paralela a la  
costa a 12 NM, hasta / From this point, following a  
parallel line at 12 NM from shoreline to  
365100N 0014000W; 365100N 0015000W;  
370700N 0021000W; 370700N 0023200W;  
372800N 0032100W; 381800N 0021600W;  
385100N 0012100W.

FL 260  
2000 ft AGL/AMSL  
(1)

Vuelos de escuela y paracaidismo. / Flight  
and parachuting school. Antes de entrar en la  
zona establecer contacto radio con APP/TWR  
San Javier. / Before entering in the area radio  
contact must be established with San Javier  
APP/TWR.

(1) Limite superior ampliable por NOTAM has-  
ta FL 340 / Upper limit may be extended by  
NOTAM up to FL 340

Actividad / Activity:

V: 0530 -1530

I: 0630 - 1630

Actividad nocturna anunciada por NOTAM/  
Night activity announced by NOTAM.

Periodos de no actividad / Non activity periods:  
15 JUL/01 SEP, Semana Santa / Easter,  
22 DEC/08 JAN, SAT, SUN & HOL.

ACFT con plan de vuelo IFR con origen/destino  
Murcia/San Javier AD y en contacto con TWR  
están autorizadas a entrar en la zona / ACFT  
with IFR flight plan origin/destination Murcia/  
San Javier AD and in radio contact with TWR  
are authorized to enter the area.

Valencia, 24 de julio de 2015

Fdo:

Ingeniero Aeronáutico

Pablo Senchermés Morales

Nº. colegiado en COIAE: 3153







## Solicitud

ANEXO 1

**MODELO DE SOLICITUD DE FASE 1: CONSULTA DE COMPATIBILIDAD DEL ESPACIO AERÉO DE UNA INFRAESTRUCTURA AERONÁUTICA DE USO RESTRINGIDO<sup>1</sup>**

Datos del solicitante:

D. <u>JOSE MARÍA RUBIO MERINO</u>	
D.N.I.: <u>06994592Q</u>	
en calidad de <u>DIRECTOR DE RELACIONES INSTITUCIONALES</u>	
<input type="checkbox"/> Solicitante - Titular	<input checked="" type="checkbox"/> Representante legal *
Con datos de contacto (dirección postal): <u>Airbus Helicopters España, Carretera de las Peñas, 02066 Albacete</u>	
Nº de teléfono y fax: <u>606340662</u>	
Correo electrónico: <u>jose-maria.rubio@airbus.com</u>	
* Incluir poder válido en derecho que lo otorgue.	

EXPONE:

Que desea establecer un:

Aeródromo     Helipuerto     Hidroaeródromo

de uso restringido del que se adjunta la siguiente información (marque la casilla oportuna):

Plano topográfico del emplazamiento de la instalación 1:25.000 (escala orientativa).

Estudio técnico de compatibilidad de la instalación con el espacio aéreo de la zona.

En caso de representación, adjuntar poder válido en derecho lo otorgue.

Datos de la infraestructura solicitada:

Nombre: <u>AIRBUS HELICOPTERS ESPAÑA</u>
Localidad: <u>ALBACETE</u> Provincia: <u>ALBACETE</u>
Uso al que se destinará la instalación: <u>FACTORÍA AIRBUS HELICOPTERS</u>
Coordenadas Geográficas (WGS-84 hasta décimas de segundo): <u>38°56'35.8" N, 1°52'43.1" W</u>
Orientación de la pista/trayectorias FATO (designación respecto al norte magnético): <u>TRAY. DE DESPEGUE: 40°, 118°, 155°, 298° - TRAY. DE APROXIMACIÓN: 220°, 298°, 335°, 118°</u>

SOLICITA:

Que a la vista de la documentación que se adjunta, se lleve a cabo la consulta de compatibilidad del espacio aéreo y se inicien los trámites de Autorización de Establecimiento de la infraestructura aeronáutica de uso restringido solicitada.

En ALBACETE, a 24 de JULIO de 2015

Fdo. \_\_\_\_\_

1: Uso restringido: no se permite la realización de operaciones de transporte comercial de pasajeros, carga o correo, mantenimiento de aeronaves para transporte comercial, base de escuelas de vuelo para pilotos comerciales y de aerotaxi, ni vuelos turísticos. En caso de realizar operaciones de estos tipos, deberá solicitarse uso público.



## Resolución



MINISTERIO  
DE FOMENTO

A.E.S.A.  
Registro Presencial  
SALIDA  
Nº de Registro: 2016007857  
Fecha: 12/02/2016 15:26



AGENCIA ESTATAL  
DE SEGURIDAD AÉREA

DIRECCIÓN DE SEGURIDAD DE AEROPUERTOS  
Y NAVEGACIÓN AÉREA

DIVISIÓN DE SUPERVISIÓN DE AERÓDROMOS

O F I C I O

s/REF:

N/REF: DSAAd: 072.16

FECHA: 12-Feb - 2016

ASUNTO: NOTIFICACION DE COMPATIBILIDAD  
DE ESPACIO AÉREO DEL DEL HELIPUERTO DE  
AIRBUS HELICOPTERS ESPAÑA EN ALBACETE.

**AIRBUS HELICOPTER ESPAÑA**  
**ATT: JOSE Mª RUBIO MERINO**  
**CARRETERA DE LAS PEÑAS CM-3203**  
**KM 5,3**  
**02006-ALBACETE**

Con relación a la solicitud formulada por Jose María Rubio Merino, de fecha de entrada 28/07/2015, como paso previo para el establecimiento del helipuerto de Airbus Helicopter España y cuyas coordenadas son: 38° 56' 35,80" N – 001° 52' 43,10" W le informo de que, consultados el Estado Mayor del Aire y las Direcciones de Aena, S.A. y ENAIRE, no existe inconveniente para la ubicación del helipuerto en el emplazamiento solicitado desde el punto de vista de su compatibilidad con el espacio aéreo actual, siempre que se adopten las indicaciones realizadas por el Estado Mayor del Aire:

1. El proyecto del helipuerto no afecta a la infraestructura adscrita al Ejército del Aire.
2. No se vería afectado por la Zona Próxima de Seguridad de la Base Aérea de Albacete.
3. En lo que respecta al estudio de compatibilidad del espacio aéreo presentado por Airbus Helicopters España, se ponen los siguientes reparos:

a) La ruta propuesta como principal en la pág. 15 del estudio cruza el QMS de la pista de Albacete por el oeste, por lo que no queda garantizada la compatibilidad de dicha ruta con el resto de tráfico que pueden operar en la Base Aérea. Todo tráfico con origen/destino en el helipuerto deberá utilizar el circuito de tráfico visual para helicópteros actualmente en vigor mediante Carta de acuerdo, para una correcta secuencia de tráfico y evitar conflictos con el resto con el resto de aeronaves operando en la CTR de Albacete. Por tanto, dicho circuito de tráfico será la única vía de entrada /salida entre la plataforma del helipuerto y la zona seleccionada para la realización de los vuelos

b) Una vez que se regularice la plataforma, se redactará una nueva Carta de Acuerdo entre la Base Aérea de Albacete y Eurocopter. La Carta de Acuerdo recogerá de forma expresa que:

-Todas las operaciones desde la plataforma se regirán por las normas y procedimientos OACI.

-El Horario de operación no será H-24, sino que se ajustará al estrictamente necesario para que Airbus Helicopters realice sus operaciones.

-Airbus Helicopters España tendrá su propio servicio de emergencias, proporcionando los medios contraincendios y de rescate adecuados al máximo tamaño de aeronave que operen en su plataforma, de acuerdo con la normativa OACI.



La presentación de esta Carta Operacional deberá realizarse junto con la documentación administrativa durante el desarrollo de la Fase 3 del procedimiento de autorización, sin la cual no podrá obtenerse la preceptiva autorización.

En consecuencia, para proseguir con la tramitación de este expediente se ha de iniciar la Fase 2 de acuerdo a lo indicado en la "Guía para autorización de aeródromos de uso restringido que no han sido transferidos a las CC.AA." publicada en la web de la Agencia en la siguiente dirección de internet:

[http://www.seguridadaerea.gob.es/lang\\_castellano/aeropuertos/autorizacion/default.aspx](http://www.seguridadaerea.gob.es/lang_castellano/aeropuertos/autorizacion/default.aspx)

Para ello se deberá remitir a la Agencia copia cumplimentada, bien de solicitud de inicio de evaluación de impacto ambiental simplificada (acompañada de dos copias en formato digital y papel de la documentación requerida), o bien de solicitud de exención de sometimiento a evaluación de impacto ambiental, incluidas en el anexo 1 de la guía, dependiendo del uso al que se destine la instalación solicitada y de su ubicación.

Se recuerda que la descripción de las características físicas de la instalación solicitada deberá coincidir en el documento ambiental (Fase 2) y el estudio técnico aeronáutico (Fase 3), no siendo válida la Resolución ambiental en caso de que difiriesen.

De no recibirse la documentación anteriormente citada en el plazo de **TRES MESES** contados a partir del día siguiente a la recepción del presente escrito, se producirá la caducidad del procedimiento, de acuerdo a lo establecido en el Art. 92 de la Ley 30/1992 de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

La presente notificación de compatibilidad por parte de AESA, lo es exclusivamente desde el punto de vista del espacio aéreo. Por lo tanto, no presupone ningún tipo de autorización de la infraestructura ni de la operación, la cual está condicionada a la resolución favorable de las subsiguientes fases del procedimiento de autorización de AESA.

EL DIRECTOR DE SEGURIDAD DE  
AEROPUERTOS Y NAVEGACIÓN AÉREA.

David Nieto Sepúlveda





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



GRADO EN INGENIERÍA AEROESPACIAL

TRABAJO FINAL DE GRADO

DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS Point-in-Space  
LPV PARA EL HELIPUERTO DE AIRBUS  
HELICOPTERS (ALBACETE, ESPAÑA) BASADO  
EN TECNOLOGÍA GNSS Y UTILIZANDO EGNOS  
COMO SISTEMA DE SATÉLITES DE  
AUMENTACIÓN EUROPEO

ANEXO 2. DOCUMENTO AMBIENTAL

Alumno: Lucía Senchermés Cháfer

Empresa: Airtech Levante, S.L.

Tutor: Pablo Senchermés Morales

Tutor UPV: Israel Quintanilla García

Cotutor UPV: Pedro Yuste

# DOCUMENTO AMBIENTAL

## HELIPUERTO RESTRINGIDO EN LA FACTORÍA DE AIRBUS HELICOPTERS ESPAÑA (ALBACETE)



HE15046

## ÍNDICE

### MEMORIA

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>OBJETO DEL DOCUMENTO.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>PROMOTOR Y TITULAR .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>ESTUDIO DE LA NORMATIVA.....</b>	<b>9</b>
5.1	MOTIVACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL SIMPLIFICADA .....	9
5.2	NORMATIVA APLICABLE .....	10
<b>6</b>	<b>GENERALIDADES DEL PROYECTO.....</b>	<b>12</b>
6.1	EMPLAZAMIENTO .....	12
6.2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	12
6.2.1	<i>Principales parámetros que condicionan el diseño del helipuerto .....</i>	<i>14</i>
6.2.1.1	Helicóptero determinante .....	14
6.2.1.2	Clase de performance.....	16
6.3	ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES .....	16
6.3.1	<i>Plataforma de estacionamiento de helicópteros.....</i>	<i>17</i>
6.3.2	<i>Red de drenaje .....</i>	<i>18</i>
6.3.3	<i>Vial para vehículos terrestres .....</i>	<i>20</i>
6.3.4	<i>Puesto de calibración y vial de acceso.....</i>	<i>20</i>
6.3.5	<i>Calle de rodaje de acceso a la pista de la Base Aérea.....</i>	<i>21</i>
6.3.6	<i>Instalación para el almacenamiento de combustible y repostaje de helicópteros .....</i>	<i>22</i>
6.3.7	<i>Servicio de Extinción de Incendios (SEI).....</i>	<i>24</i>
6.3.8	<i>Instalaciones auxiliares.....</i>	<i>25</i>
6.3.9	<i>Vallado.....</i>	<i>26</i>
<b>7</b>	<b>CALIFICACIÓN DE LOS TERRENOS, POSIBLE AFECCIÓN A LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS.....</b>	<b>28</b>
7.1	CALIFICACIÓN DE LOS TERRENOS .....	28
7.2	EMPLAZAMIENTO RESPECTO A LOS LUGARES DE IMPORTANCIA COMUNITARIA (LIC) .....	28
7.3	EMPLAZAMIENTO RESPECTO A LAS ZONAS DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA).....	29
7.4	EMPLAZAMIENTO RESPECTO A LAS RUTAS MIGRATORIAS DE AVES .....	30
7.5	EMPLAZAMIENTO RESPECTO A LAS ZONAS DE CONCENTRACIÓN DE AVES .....	30
7.6	EMPLAZAMIENTO RESPECTO A LAS ZONAS DE FAUNA SENSIBLE .....	31
<b>8</b>	<b>ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....</b>	<b>32</b>
8.1	CRITERIOS DE ELECCIÓN .....	32
8.2	ALTERNATIVAS PROPUESTAS.....	33
8.3	ANÁLISIS .....	34
8.3.1	<i>Alternativa 1 .....</i>	<i>34</i>
8.3.2	<i>Alternativa 2 .....</i>	<i>35</i>
8.3.3	<i>Alternativa 3.....</i>	<i>36</i>
8.3.4	<i>Alternativa 4.....</i>	<i>37</i>
8.3.5	<i>Alternativa 5.....</i>	<i>38</i>
8.3.6	<i>Alternativa 6.....</i>	<i>39</i>
8.3.7	<i>Alternativa 0.....</i>	<i>40</i>
8.4	RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	41
<b>9</b>	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>42</b>

9.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	43
9.1.1	<i>Resumen de las principales características</i> .....	45
9.1.2	<i>Elementos que integran el proyecto</i> .....	45
9.1.3	<i>Máximo desarrollo futuro previsto</i> .....	45
9.2	DESCRIPCIÓN FASE DE OBRA .....	46
9.2.1	<i>Desbroce y limpieza de la zona a actuar</i> .....	47
9.2.2	<i>Movimiento de tierras, nivelación y compactación del terreno</i> .....	47
9.2.3	<i>Pavimentación de la pista con mezcla bituminosa en caliente</i> .....	48
9.2.4	<i>Señalización horizontal pintada del helipuerto</i> .....	49
9.2.5	<i>Colocación del sistema de suministro de combustible para el puesto de estacionamiento del SESCOAM</i> .....	50
9.2.6	<i>Ampliación de la instalación contra incendios</i> .....	51
9.2.7	<i>Instalación sistema de alumbrado de plataforma y FATO</i> .....	51
9.2.8	<i>Otras actuaciones varias de carácter menor</i> .....	54
9.3	DESCRIPCIÓN FASE DE EXPLOTACIÓN.....	54
9.3.1	<i>Uso del helipuerto</i> .....	54
9.3.2	<i>Tipo de operaciones</i> .....	55
9.3.3	<i>Horario de operación</i> .....	55
9.3.4	<i>Descripción de las maniobras</i> .....	55
9.3.4.1	<i>Ruta principal</i> .....	55
9.3.4.2	<i>Ruta Secundaria</i> .....	56
9.3.5	<i>Procedimientos previstos</i> .....	57
9.3.6	<i>Propuesta de integración en la estructura del espacio aéreo</i> .....	58
9.3.7	<i>Previsiones iniciales de tráfico</i> .....	58
9.3.8	<i>Compatibilidad con los núcleos urbanos próximos</i> .....	58
9.3.9	<i>Análisis del espacio aéreo circuncidante</i> .....	58
9.3.9.1	<i>Espacio aéreo ATS</i> .....	58
9.3.9.2	<i>Aeropuertos y helipuertos de uso público</i> .....	59
9.3.9.3	<i>Aeropuertos de uso restringido</i> .....	60
9.3.9.4	<i>Helipuertos de uso restringido</i> .....	61
9.3.9.5	<i>Deporte aéreo y actividades recreativas recogidas en el AIP</i> .....	61
9.3.9.6	<i>Zonas prohibidas, restringidas y peligrosas definidas en el AIP cercanas al helipuerto.</i> 63	
9.3.9.7	<i>Conclusión del análisis</i> .....	66
<b>10</b>	<b>INVENTARIO AMBIENTAL .....</b>	<b>66</b>
10.1	MEDIO INERTE .....	66
10.1.1	<i>Geología</i> .....	66
10.1.2	<i>Clima</i> .....	67
10.1.3	<i>Hidrología</i> .....	68
10.1.4	<i>Paisaje</i> .....	69
10.2	MEDIO BIÓTICO.....	69
10.3	MEDIO SOCIOECONÓMICO .....	71
10.3.1	<i>Explotación económica del suelo</i> .....	71
10.3.2	<i>Patrimonio cultural</i> .....	71
<b>11</b>	<b>IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.....</b>	<b>71</b>
11.1	<i>ACCIONES POTENCIALMENTE IMPACTANTES</i> .....	71
11.2	<i>POSIBILIDAD DE AFECCIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO</i> .....	72
11.3	<i>ESTABLECIMIENTO DE INDICADORES</i> .....	73
11.4	<i>MATRIZ DE IMPACTOS</i> .....	74
11.4.1	<i>Impacto sobre los recursos geológicos</i> .....	77
11.4.2	<i>Impacto sobre la hidrología</i> .....	77

11.4.3	Impacto sobre la vegetación.....	77
11.4.4	Impacto sobre la fauna y avifauna.....	78
11.4.5	Impacto sobre el patrimonio común .....	78
11.4.6	Impacto sobre la socioeconomía.....	78
11.4.7	Impacto acústico.....	79
11.4.7.1	Rutas propuestas .....	81
	Ruta secundaria.....	81
11.4.7.2	Helicóptero de diseño.....	81
11.4.7.3	Operaciones .....	81
11.4.7.4	Métrica empleada.....	82
11.4.7.5	Confort sonoro.....	82
11.4.7.6	Conclusión.....	84
11.4.8	Impacto visual sobre el entorno.....	85
11.4.9	Impacto total del proyecto.....	86
<b>12</b>	<b>MEDIDAS PROTECTORAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS.....</b>	<b>86</b>
<b>13</b>	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....</b>	<b>87</b>
13.1	GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	87
13.1	GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA FASE DE EXPLOTACIÓN.....	87
<b>14</b>	<b>PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....</b>	<b>87</b>
14.1	RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO.....	87
14.2	ASPECTOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO .....	88
14.2.1	Fase de construcción.....	88
14.2.1.1	Protección de la calidad del aire .....	88
14.2.1.2	Protección de la calidad del suelo.....	88
14.2.1.3	Prevención del ruido.....	89
14.2.2	Fase de explotación.....	89
14.2.2.1	Protección de los suelos.....	89
14.2.2.2	Protección contra el ruido.....	90
14.3	CONTENIDO DE LOS INFORMES TÉCNICOS .....	90
14.3.1	Previo al acta de recepción provisional de la obra.....	90
14.3.2	Informes especiales.....	90
<b>15</b>	<b>EQUIPO REDACTOR .....</b>	<b>91</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tareas de calibración en la fábrica.....	7
Figura 2: Mapa de localización del emplazamiento .....	12
Figura 3: Vista general de las instalaciones actuales de Airbus Helicopters España .....	13
Figura 4: EC 145 .....	15
Figura 5: H 225.....	15
Figura 6: NH 90 .....	16
Figura 7: Plano del estado actual de las instalaciones .....	17
Figura 8: Visión general (arriba) y detalle (abajo) de la plataforma .....	18
Figura 9: Puesto de estacionamiento (izquierda) y punto de conexión del puesto (derecha).....	18
Figura 10: Sumideros de la red de drenaje distribuidos por la plataforma.....	19
Figura 11: Detalle de sumideros.....	19
Figura 12: Depósito de separación de hidrocarburos .....	19
Figura 13: Vial para vehículos tramo cercano a los hangares (izq.) y tramo colindante Base Aérea (der.).....	20
Figura 14: Puesto de calibración de instrumentos .....	20
Figura 15: Vial de acceso al puesto de calibración (vista desde el puesto).....	21
Figura 16: Entrada a la calle de rodaje desde la plataforma de estacionamiento .....	21
Figura 17: Puerta de la calle de rodaje (abierta).....	22
Figura 18: Vista aérea de la longitud total de la calle de rodaje .....	22
Figura 19: Visión general de la instalación de combustible .....	23
Figura 20: Detalle de la conexión de los depósitos y el equipo de trasiego .....	23
Figura 21: Caseta de equipo de trasiego.....	24
Figura 22: Columnas hidrantes exteriores de color rojo .....	24
Figura 23: Zona de estacionamiento del camión del SEI .....	25
Figura 24: Poste con sistema CCTV .....	25
Figura 25: Vistas del Hangar .....	26
Figura 26: Vallado perimetral lado Este.....	26
Figura 27: Vallado perimetral parte Oeste .....	27
Figura 28: Vallado zona colindante Base Aérea (lado norte) .....	27
Figura 29: Esquema de vallado perimetral (azul) e interno (rojo).....	27
Figura 30: Plano catastral parcela .....	28
Figura 31: Situación del emplazamiento respecto a LICs.....	29
Figura 32: Situación del emplazamiento respecto a ZEPAs .....	29
Figura 33: Situación del emplazamiento respecto a rutas de aves migratorias (AIP ENR 5.6) .....	30
Figura 34: Situación del emplazamiento respecto a zonas de concentración de aves (AIP ENR 5.6) .....	31
Figura 35: Alternativa 1 .....	34
Figura 36: Alternativa 2 .....	35
Figura 37: Alternativa 3 .....	36
Figura 38: Alternativa 4 .....	37
Figura 39: Alternativa 5 .....	38
Figura 40: Alternativa 6 .....	39
Figura 41: Nueva pista de aproximación y despegue (FATO) y reconfiguración de la plataforma .....	44
Figura 42: Nueva iluminación de pista y plataforma .....	44
Figura 43: Máximo desarrollo futuro previsto.....	46
Figura 44: Zonas a desbrozar.....	47
Figura 45: Superficie nueva a pavimentar .....	48
Figura 46: Medidas señales de designación de la FATO y de identificación de helipuerto para FATO tipo pista de aterrizaje.....	49
Figura 47: Helicóptero del SESCAM basado en las instalaciones de Airbus Helicopters.....	50
Figura 48: Configuración del puesto de estacionamiento del SESCAM .....	51
Figura 49: Sistema de alumbrado propuesto.....	53
Figura 50: Detalle anclajes existentes .....	54
Figura 51: Rutas de aproximación y despegue .....	56
Figura 52: Carta de aproximación visual .....	57
Figura 53: Espacio aéreo cercano al emplazamiento.....	59
Figura 54: Aeródromos y helipuertos de uso público (AIP AD 1.3).....	60

Figura 55: Aeródromos de uso restringido (AIP AD 1.3) .....	61
Figura 56: Helipuertos de uso restringido (AIP AD 3.1) .....	61
Figura 57: Campos de vuelo en los alrededores del emplazamiento (AIP AD LEAB VAC 2).....	62
Figura 58: Zonas prohibidas, restringidas y peligrosas cercanas al emplazamiento .....	64
Figura 59: Composición del suelo .....	67
Figura 60: Direcciones y velocidad del viento (AEMET) .....	68
Figura 61: Maleza presente en el campo de vuelos .....	70
Figura 62: Huella de ruido periodo de día .....	83
Figura 63: Huella de ruido período de tarde .....	83
Figura 64: Nivel sonoro en trayectorias de aproximación y despegue .....	84
Figura 65: Nivel sonoro en trayectorias de aproximación y despegue (detalle helipuerto).....	84
Figura 66: Vista del campo de vuelo desde el Oeste .....	85
Figura 67: Vista del campo de vuelos desde el Sur.....	85

### **ÍNDICE TABLAS**

Tabla 1: Características helicópteros Airbus.....	14
Tabla 2: Escala de evaluación .....	41
Tabla 3: Resumen análisis de alternativas.....	42
Tabla 4: Resumen sistema de alumbrado de plataforma y FATO .....	52
Tabla 5: Rumbos y utilización de la ruta principal .....	56
Tabla 6: Rumbos y utilización de la ruta secundaria.....	56
Tabla 7: Tráfico previsto .....	58
Tabla 8: Aeródromos de uso restringido cercanos .....	60
Tabla 9: Campos de vuelo de ultraligeros.....	63
Tabla 10: Temperaturas medias Base Aérea (AEMET).....	68
Tabla 11: Precipitaciones mensuales (AEMET).....	68
Tabla 12: Acciones potencialmente impactantes .....	72
Tabla 13: Factores del medio susceptibles a impacto .....	73
Tabla 14: Tablas valores límites de ruido Anexo III del Decreto 1367/2007.....	80
Tabla 15: Rumbos y utilización de la ruta principal.....	81
Tabla 16: Rumbos y utilización de la ruta secundaria.....	81
Tabla 17: Estimación operaciones anuales.....	82

## **1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

Airbus Helicopters es uno de los principales fabricantes de helicópteros mundiales, con más de 3.000 clientes de 150 países que operan alrededor de 12.000 aeronaves fabricadas en sus instalaciones.

La empresa posee en el parque aeronáutico y logístico de Albacete, en las inmediaciones de la Base Aérea Militar abierta al tráfico civil de Albacete, unas instalaciones, en una parcela de aproximadamente 155.000 m<sup>2</sup> destinadas al desarrollo de actividades relacionadas con la logística, el montaje, reparación, mantenimiento, etc. de helicópteros. En concreto la factoría está certificada para el desarrollo del ensamblaje final, la clientización, el mantenimiento y la reparación de helicópteros.

Entre esta planta y la de Getafe, la empresa cuenta con más de 500 trabajadores y a estos habría que sumarles los puestos de trabajo indirectos generados, máxime teniendo en cuenta su localización en un polígono industrial creado específicamente para desarrollar la industria aeronáutica en la región (el Parque Aeronáutico y Logístico de Albacete).

Estas instalaciones se han construido en diferentes fases (Fase I, II y III), las cuales cuentan con su correspondiente resolución ambiental (que se adjunta a este documento), tanto de la ejecución como de las actividades de explotación.

La Fase I tiene Resolución Ambiental de 24-07-2008 de la Dirección General de Evaluación Ambiental, sobre la evaluación de impacto ambiental del proyecto inicial denominado: Construcción de una industria de fabricación de piezas y montaje de helicópteros en la parcela E-14 del Parque Aeronáutico y Logístico de Los Llanos (Exp. AB-5849/08). (DOCM núm 170 de 18 de agosto de 2008).

La última modificación de esta primera fase, data de 2012 y tiene Resolución de 10-04-2012 de los Servicios Periféricos de la Consejería de Agricultura de Albacete, sobre la evaluación de impacto ambiental del proyecto "Planta de ensamblaje, reparación y mantenimiento de helicópteros de Eurocopter España S.A. (Exp. PRO-AB11-0291)", que indica la no necesidad de sometimiento a un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

La Fase II denominada "Ampliación de la industria de fabricación de piezas y montaje de helicópteros en la parcela E-14 del Parque Aeronáutico y Logístico de Los Llanos", no fue sometida a evaluación de impacto ambiental por no considerarse necesario, siempre que se cumpliesen las estipulaciones fijadas en la Evaluación de Impacto Ambiental Preliminar del PSI Parque Aeronáutico y Logístico de Albacete (Exp. PL/OT/AB/860), aprobada con fecha de 6 de julio de 2006, en la Resolución de 20-06-2007, sobre la evaluación de impacto ambiental de proyecto de urbanización del citado PSI Parque Aeronáutico y Logístico de Albacete (Exp. AB-5600/07)(DCOM núm 144 de 10 de julio de 2007) y en la Resolución de 24-07-2008 citada anteriormente, sobre la evaluación de impacto ambiental de la Fase I.

La Fase III tiene Resolución de 04-08-2010, de la Delegación Provincial de Agricultura y Medio Ambiente de Albacete, sobre la evaluación de impacto ambiental del proyecto denominado: Proyecto de ampliación de la industria de fabricación de piezas y montaje de helicópteros en la parcela E-14 del Parque Aeronáutico y Logístico de Los Llanos.

Por último, cabe destacar que se cuenta con una resolución de compatibilidad con el espacio aéreo de fecha 12-02-2016 (también en los anejos de este documento), emitida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), que resuelve que no existe inconveniente para la ubicación del helipuerto al

que hace referencia este documento ambiental en el emplazamiento de la factoría de Airbus Helicopters desde el punto de vista de su compatibilidad con el espacio aéreo actual.

## 2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las actividades desarrolladas por Airbus Helicopters se encuentran íntimamente relacionadas con la recepción y salida de helicópteros. Para poder llevar a cabo este cometido, Airbus Helicopters posee una plataforma de estacionamiento para helicópteros conectada con la pista de la Base Área mediante una calle de rodaje. Los helicópteros despegan y aterrizan desde la pista de la Base Aérea.

En la plataforma se desarrollan en la actualidad diferentes trabajos relacionados con el ensamblaje final, la clientización (proceso en el que se le hacen pruebas al helicóptero hasta que es aceptado por el cliente y que puede durar hasta un año), el mantenimiento y la reparación de helicópteros.

Las pruebas que se realizan a las aeronaves para cerciorarse de su perfecto funcionamiento comprenden, entre otras:

- Pruebas de potencia:

Se anclan los helicópteros a los puestos de estacionamiento y se aumenta la potencia de las aeronaves, realizando distintas mediciones.

- Refueling:

Se introduce y se extrae combustible de los tanques de los helicópteros para comprobar su correcto funcionamiento

- Calibración de instrumentos:

La plataforma dispone de un puesto rodeado de un entorno libre de elementos electromagnéticos que distorsionen el campo magnético terrestre y se pueda comprobar que las mediciones de diferentes instrumentos entre ellos la brújula son correctas.

Las aeronaves para acceder a esta zona son remolcadas por un tractor, ya que no están autorizadas a llegar de forma aérea.



Figura 1: Tareas de calibración en la fábrica

De forma normalizada, los helicópteros sólo pueden aterrizar y despegar desde la pista de la Base Aérea (se ha firmado una carta de acuerdo entre la Base y Airbus Helicopters, estableciendo un procedimiento de coordinación de las operaciones), la calle de rodaje se utiliza para que la aeronave vaya desde su puesto de estacionamiento hasta la pista para despegar o en el caso del aterrizaje, desde la pista hasta su puesto de estacionamiento en las instalaciones de Airbus Helicopters.

Operar través del aeropuerto, es una solución con los siguientes inconvenientes:

- Se integran parte de los terrenos de Airbus Helicopters, incluso los hangares dentro de la zona restringida del aeropuerto, con los consecuentes problemas de control de accesos y vigilancia.
- Las calles de rodaje de helicópteros de conexión entre Airbus Helicopters y el aeropuerto suponen unas distancias son muy grandes para el rodaje desde la pista hasta las instalaciones de Airbus Helicopters, con el gasto de combustible y emisiones asociadas.
- Existen problemas de interferencia con el resto de tráficos a la Base Aérea, la cual también está abierta al tráfico civil. La convivencia de tres tipos de tráficos diferentes en un mismo recinto (militar, civil y privado) lleva asociados problemas de operatividad y congestiones.

Habida cuenta de lo farragoso de este procedimiento de despegue y aterrizaje, se están produciendo despegues y aterrizajes de forma eventual desde la propia factoría de forma consensuada con la Base Aérea.

Por todo ello se prevé imprescindible la construcción de la infraestructura necesaria para el aterrizaje y despegue de helicópteros desde la propia factoría, por medio de la construcción de un helipuerto independiente de las instalaciones del Aeropuerto en las mismas instalaciones de Airbus Helicopters, con la motivación de eliminar los conflictos que genera la integración de ambas instalaciones y la mejora de la operatividad de las dos infraestructuras.

Se plantea por tanto la construcción de una pista de aterrizaje y despegue para uso visual diurno/nocturno dentro de las instalaciones de la factoría de Airbus Helicopters, independiente de la Base Aérea de una longitud aproximada de 312 metros y el acondicionamiento de parte de la plataforma existente para aumentar el número de helicópteros que puedan estacionar. Esta pista se situará en los terrenos que actualmente la empresa utiliza como plataforma de estacionamiento de aeronaves, aprovechando en la medida de lo posible todas las instalaciones ya construidas, y sin afectar ninguna de las actividades de explotación que se vienen desarrollando en esta zona (contando ya estas con la resolución ambiental correspondiente).

Se entiende por tanto el proyecto planteado como una infraestructura aneja y necesaria a la factoría, por lo que se sólo se somete al procedimiento ambiental la a construcción de la pista y la adecuación de la plataforma y sus actividades de explotación derivadas (operaciones de despegue y aterrizaje).

### **3 OBJETO DEL DOCUMENTO**

El objeto de este DOCUMENTO AMBIENTAL es:

Comunicar al órgano de Medio Ambiente competente, a través del Órgano Sustantivo, la intención de construir y abrir al tráfico un helipuerto dentro de las instalaciones de Airbus Helicopters España, situadas en el parque aeronáutico y logístico dentro del término municipal de Albacete, a fin de iniciar el procedimiento de evaluación ambiental simplificado.

### **4 PROMOTOR Y TITULAR**

AIRBUS HELICOPTERS ESPAÑA, S.A.  
Parque Aeronáutico y Logístico  
Ctra. De las Peñas. Km. 5,3  
02006 Albacete

### **5 ESTUDIO DE LA NORMATIVA**

#### **5.1 MOTIVACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL SIMPLIFICADA**

La Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de evaluación ambiental que unifica la Ley 9/2006 de evaluación de planes y programas y el Real Decreto Legislativo 1/2008 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos; constituye la legislación básica estatal, y resulta de aplicación en Castilla-La Mancha para los procedimientos de evaluación ambiental en los que el órgano sustantivo es un órgano de la Administración del Estado.

Por tanto procede revisar la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, donde encontramos que el proyecto al que se refiere este documento ambiental no se encuentra incluido en el anexo I de proyectos sometidos a la evaluación ambiental ordinaria, pero si, por sus características, en el anexo II de proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada.

En los anexos se especifica:

“ANEXO I

(...)

*Grupo 6. Proyectos de infraestructuras.*

(...)

c) *Construcción de aeródromos clasificados como aeropuertos, según la definición del artículo 39 de la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea con pistas de despegue y aterrizaje de una longitud igual o superior a 2.100 metros.”*

“ANEXO II

(...)

Grupo 7. *Proyectos de infraestructuras.*

(...)

d) *Construcción de aeródromos, según la definición establecida en el artículo 39 de la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea (no incluidos en el anexo I) así como cualquier modificación en las instalaciones u operación de los aeródromos que figuran en el anexo I o en el anexo II que puedan tener efectos significativos para el medio ambiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 7.2.c) de esta Ley.”*

El helipuerto del proyecto cuenta con un área de aproximación final y despegue inferior a 2.100 metros (la pista proyectada es de aproximadamente 311 m), por lo que se incluye, tal y como se ha visto en el apartado anterior en el anexo II de proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada, de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, y puesto que su uso no va a ser sanitario y de emergencia o de prevención y extinción de incendios, se concluye que debe aplicársele un procedimiento de evaluación ambiental simplificada.

## 5.2 NORMATIVA APLICABLE

La normativa que regula el marco de Medio Ambiente y a la que hay que ceñirse para ejecutar el proyecto, se contempla a continuación:

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental que unifica a Ley 9/2006 de evaluación de planes y programas y el Real Decreto Legislativo 1/2008 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se prueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- Real Decreto 2090/2008 que aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Real decreto 105/2008 que regula la producción de residuos de la construcción y demolición.
- Ley 42/2007. Patrimonio Natural y Biodiversidad.
- Ley 34/2007. Ley de calidad del aire y protección atmosférica.
- Ley 26/2007. Ley de Responsabilidad medioambiental.

- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Orden MAM/304/2002. Se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Real Decreto Ley 1/2001. texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 833/1988, que aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/86, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Decreto Legislativo 1/2010, de 18 de mayo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Ley 37/2003, de 17 de diciembre del Ruido
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.





**Figura 3: Vista general de las instalaciones actuales de Airbus Helicopters España**

El proyecto consta de una serie de actuaciones que adapten la plataforma de estacionamiento actual para la construcción de un área de aproximación final y despegue (FATO), que permita la apertura al tráfico de un helipuerto, y una reconfiguración de esta plataforma para que pueda albergar 10 puestos de estacionamiento (dejando el espacio suficiente para poder construir otros 5, en una futura ampliación).

La infraestructura necesaria de la que dispondrá el helipuerto se detalla a continuación:

- Hangar \_\_\_\_\_ SÍ
- Pista de aterrizaje: FATO + TLOF + ÁREA SEGURIDAD \_\_\_\_\_ SÍ
- Plataforma con puestos de estacionamiento \_\_\_\_\_ SÍ
- Vallado \_\_\_\_\_ SÍ
- Manga de viento \_\_\_\_\_ SÍ
- Salvamento y extinción de incendios \_\_\_\_\_ SÍ
- Iluminación \_\_\_\_\_ SÍ
- Estación meteorológica \_\_\_\_\_ NO
- Zonas de descanso y estancia para la tripulación \_\_\_\_\_ SÍ (HELICÓPTERO SESCAM)
- Instalación de Combustible \_\_\_\_\_ SÍ

Parte de esta infraestructura, ya se encuentra disponible y mientras respeten los requisitos aeronáuticos de la nueva instalación, se mantendrá.

El proyecto se encargará por tanto de proporcionar la siguiente infraestructura:

- Pista de aterrizaje y despegue para helicópteros.
- Reforma de la plataforma y número de puestos de estacionamiento, para su adaptación a la nueva pista.
- Iluminación, tanto de la pista como de la plataforma, para posibilitar su uso tanto diurno como nocturno.

## 6.2.1 Principales parámetros que condicionan el diseño del helipuerto

### 6.2.1.1 Helicóptero determinante

El tamaño del helipuerto, así como su capacidad portante, dependen del helicóptero que vaya a recibir.

Llamamos helicóptero determinante a aquel helicóptero que obligue a las mayores dimensiones del helipuerto o que introduzca las mayores cargas en el aterrizaje, pues impondrá un mayor dimensionamiento de la capacidad estructural del mismo.

Los helicópteros que operarán en el helipuerto serán generalmente los producidos por Airbus Helicopters España, aunque también se espera la operación de helicópteros de otros fabricantes que puedan requerir servicios de mantenimiento. Las aeronaves más habituales son:

- H 135, anteriormente denominado EC 135
- EC 145
- Tigre
- H 225, anteriormente denominado EC 225 (Superpuma)
- NH 90

Se muestran a continuación algunas características de los helicópteros.

	<b>Diámetro del rotor (m)</b>	<b>Máxima dimensión helicóptero (m)</b>	<b>MTOW (kg)</b>	<b>Tren de Aterrizaje</b>
<b>H 135</b>	10,20	12,19	2.980	Patín
<b>EC 145</b>	11	13.03	3.585	Patín
<b>Tigre</b>	13,00	15,80	6.000	Ruedas
<b>H 225</b>	16,20	19,50	11.200	Ruedas
<b>NH 90</b>	16,30	19,56	10.600	Ruedas

**Tabla 1: Características helicópteros Airbus**

Como se puede observar en la tabla, es el helicóptero NH 90 el que presenta unas dimensiones mayores y el H 225 el que presenta un peso al despegue máximo (MTOW) mayor.

Además, cabe destacar, que la configuración de este helipuerto será algo particular puesto que se pretende albergar al menos a los helicópteros citados en la tabla, y como se puede observar, no todas las aeronaves que van a operar cuentan con trenes de aterrizaje con ruedas, por lo que el rodaje y los virajes realizados en plataforma han de ser necesariamente aéreos. Las distancias de seguridad a mantener entre eje de calle de rodaje y obstáculo y el tamaño de los puestos de estacionamiento varían por este motivo.

Para helicópteros pesados con ruedas, siempre que sea posible se prefiere el rodaje terrestre, con lo que el dimensionamiento de calles, rutas de rodaje y puestos de estacionamiento se hará teniendo en cuenta las medidas necesarias para cada helicóptero y se escogerá el dimensionamiento más restrictivo, de esta manera, en un mismo puesto de estacionamiento y en una misma calle de rodaje podrán operar todos los helicópteros independientemente de si cuentan con un tren de aterrizaje con ruedas o no.

Es decir, el dimensionamiento de la infraestructura garantizará el rodaje aéreo hasta los puestos de estacionamiento de manera segura para el H 135 y el EC 145, al mismo tiempo que el rodaje terrestre del Tigre, el H 225 y el NH 90.

De esta manera la infraestructura resultante será la de mayor tamaño y la que mayores distancias de seguridad aplique, que en este caso es:

- Las calles de rodaje estarán condicionadas por el rodaje terrestre del NH 90.
- Los puestos de estacionamiento estarán condicionados por el EC 145, pues serán considerados como área de toma de contacto y elevación inicial (TLOF), al tener que acceder en rodaje aéreo.
- El terreno y los pavimentos usados deberán aguantar las exigencias de peso del H 225 (Superpuma).

Podemos definir como determinantes estos tres helicópteros.



Figura 4: EC 145



Figura 5: H 225



**Figura 6: NH 90**

#### 6.2.1.2 Clase de performance

La performance de las operaciones está relacionada con la posibilidad de tener que realizar un aterrizaje forzoso en caso de fallo de un motor. Dependiendo de la zona donde se ha previsto el emplazamiento del helipuerto se podrán realizar un tipo de operaciones u otro.

Como en el caso anterior, se pretende la utilización del helipuerto por parte de aeronaves certificadas para operar en Performance 1, 2 e incluso 3, por lo que se propone una configuración del área de movimiento que permite la utilización del helipuerto para todas las clases de manera segura, es decir, se diseñará para la clase más restrictiva en cada aspecto (mayoritariamente será la 1).

### 6.3 ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES

En la actualidad, Airbus Helicopters España cuenta con una plataforma pavimentada con varios puestos de estacionamiento equipados para la realización de pruebas a helicópteros.

Cuenta también con una calle de rodaje que conecta la actual plataforma de estacionamiento con la Base Aérea Militar abierta al tráfico civil de Albacete para posibilitar el despegue y el aterrizaje de los helicópteros.

También cuenta con un puesto de calibración de instrumentos, más alejado de la plataforma al que se accede por un vial preparado para que los helicópteros sean remolcados por un tractor.

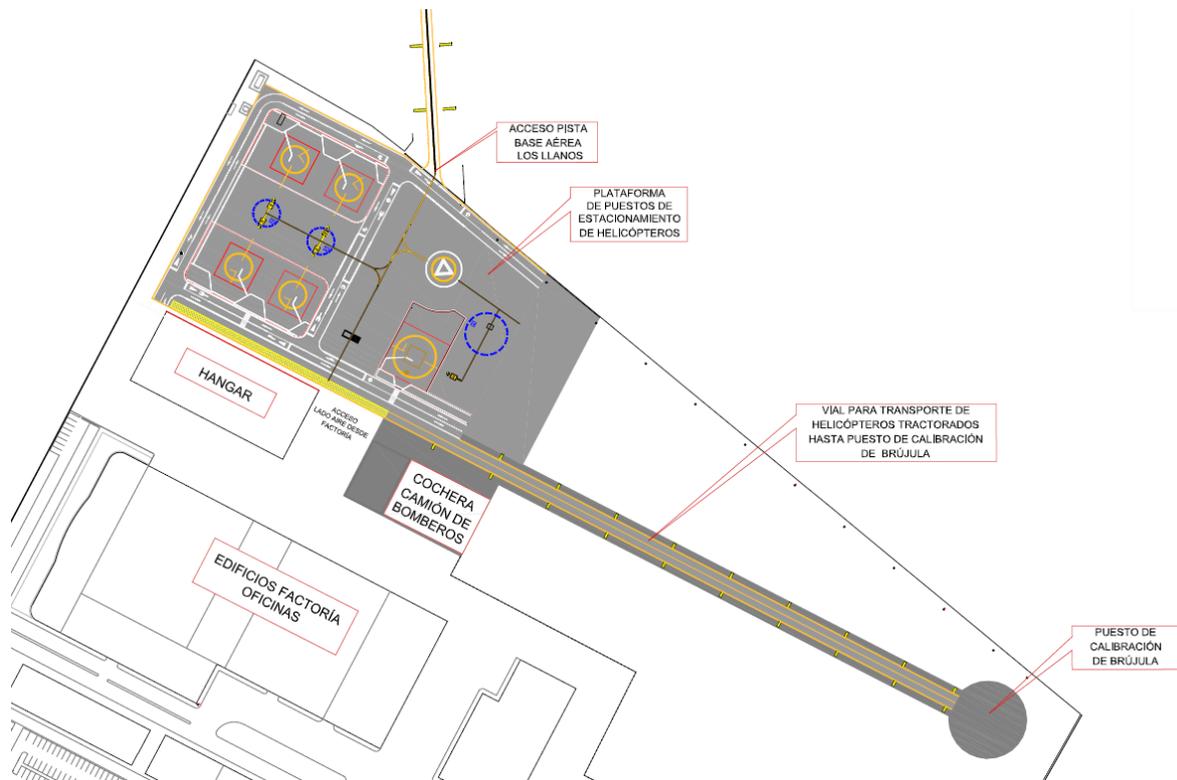
La plataforma cuenta además con varias instalaciones auxiliares, indispensables para el correcto funcionamiento de las actividades a realizar.

Es objeto de este capítulo describir el estado actual de las instalaciones que incluyen:

- Plataforma de estacionamiento de helicópteros
- Red de drenaje de aguas y separación de hidrocarburos
- Vial para vehículos terrestres
- Puesto de calibración y vial de acceso

- Calle de Rodaje de acceso a la pista de la Base Aérea
- Instalaciones para almacenamiento de combustible y repostaje de helicópteros
- Servicio de Extinción de Incendios (SEI)
- Instalaciones auxiliares
- Vallado

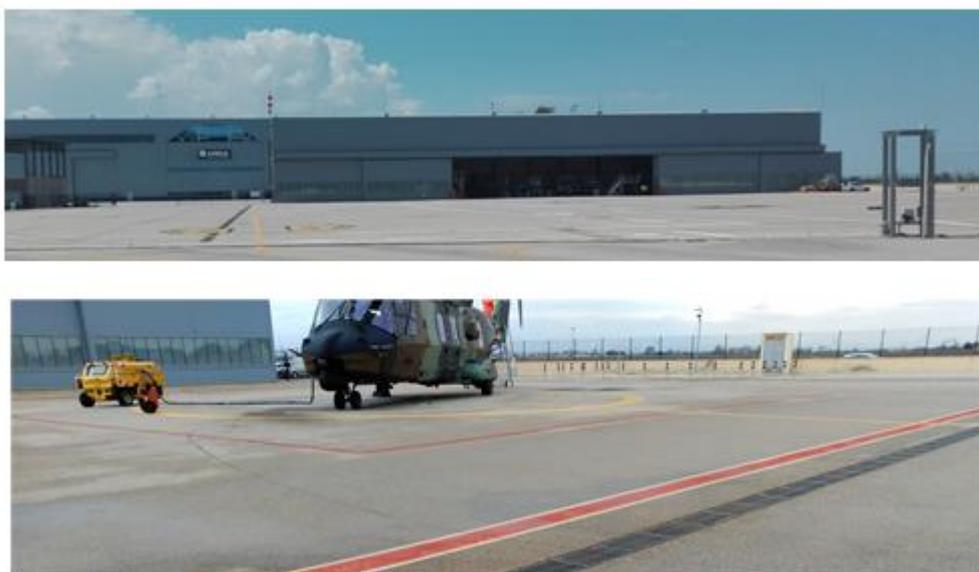
En la siguiente figura se puede observar de manera general el estado actual:



**Figura 7: Plano del estado actual de las instalaciones**

### 6.3.1 *Plataforma de estacionamiento de helicópteros*

La plataforma existente está pavimentada con asfalto y cuenta con una nivelación conforme a la normativa aeronáutica que permite la correcta escurrida de aguas y posibles vertidos hacia la red de drenaje existente.



**Figura 8: Visión general (arriba) y detalle (abajo) de la plataforma**

Como se aprecia en la Figura 7, la plataforma cuenta con señalización horizontal que delimita las diferentes zonas que contiene, los puestos de estacionamiento, las calles de rodaje y los viales

La plataforma dispone de 6 puestos de estacionamiento, algunos provistos con puntos de anclaje para la realización de pruebas de potencia. También cuentan con pits, puntos de conexión a la corriente (12 V y 24V, 400 Hz), agua y demás necesidades que puedan tener los helicópteros durante las pruebas que se les realizan.



**Figura 9: Puesto de estacionamiento (izquierda) y punto de conexión del puesto (derecha)**

### 6.3.2 Red de drenaje

Como se aprecia en anteriores imágenes, la plataforma cuenta con una amplia red de drenaje de aguas y evacuación de hidrocarburos distribuida por la superficie de la plataforma y con puntos concretos en los puestos de estacionamiento.

Este sistema contempla tanto el drenaje transversal como el longitudinal, las pendientes de la plataforma llevan el agua hacia los sumideros distribuidos por toda la plataforma, evitando así la acumulación de agua en las zonas de operación.



Figura 10: Sumideros de la red de drenaje distribuidos por la plataforma



Figura 11: Detalle de sumideros

El agua caída sobre las zonas donde se realiza el repostaje de aeronaves arrastrará cierta cantidad de combustibles, lubricantes y otros elementos hidrocarbonados. Estas sustancias se encuentran sobre el pavimento debido a pequeñas pérdidas que se producen.

Es por esto el agua recogida en la red de drenaje, desemboca en un depósito enterrado de separación de hidrocarburos con capacidad suficiente para toda la superficie de las plataformas, en el que se filtra el agua y se almacenan los hidrocarburos para su posterior retirada por un gestor autorizado.



Figura 12: Depósito de separación de hidrocarburos

### 6.3.3 Vial para vehículos terrestres

Debido al peligro que conlleva la circulación de vehículos terrestres por plataforma, es necesaria la correcta señalización de los viales que los vehículos terrestres puedan usar para circular.

En este caso, existe un vial que bordea el campo de vuelos, mitad de material asfáltico (la parte que bordea la plataforma) y la otra mitad de tierra, que conecta con el vial de acceso al puesto de calibración, lo que permite a los vehículos terrestres llegar a todos los puntos del recinto de una manera que no compromete la seguridad de operaciones que se realicen en plataforma.



Figura 13: Vial para vehículos tramo cercano a los hangares (izq.) y tramo colindante Base Aérea (der.)

### 6.3.4 Puesto de calibración y vial de acceso

Como se ha expuesto anteriormente, en las instalaciones de Airbus Helicopters, se realizan todo tipo de pruebas a las aeronaves antes de ser vendidas y también para operaciones de mantenimiento.

Algunos aparatos, como la brújula, necesitan de un entorno libre de elementos electromagnéticos que distorsionen el campo magnético terrestre, para su calibración.

Por este motivo se dispone de un puesto de calibración, hecho de hormigón, alejado de la plataforma y los edificios de la factoría, que cumple con estas características.

En el puesto hay una marca central para la colocación de la aeronave y diferentes marcas que indican la localización de los puntos cardinales.



Figura 14: Puesto de calibración de instrumentos

Por razones operativas el acceso a este puesto se hace mediante un vial adaptado para que puedan circular por él tractores que remolquen a las aeronaves, sin que estas tengan que ponerse en funcionamiento. Este camino es de asfalto, con los laterales de hormigón y presenta una señalización en amarillo.



**Figura 15: Vial de acceso al puesto de calibración (vista desde el puesto)**

#### 6.3.5 *Calle de rodaje de acceso a la pista de la Base Aérea*

La calle de rodaje de acceso a la pista de la Base Aérea, es de gran longitud, sólo la entrada a ella se encuentra dentro de las instalaciones de Airbus Helicopters, el resto forma parte de la Base Aérea.



**Figura 16: Entrada a la calle de rodaje desde la plataforma de estacionamiento**

Por motivos de seguridad la entrada a la calle de rodaje desde la plataforma está cerrada, y se abre sólo cuando va a ser utilizada, ya que la mayoría de su recorrido se ubica en el recinto de la Base Aérea, que es de acceso restringido.



Figura 17: Puerta de la calle de rodaje (abierta)

Esta calle de asfalto, conecta la plataforma de estacionamiento con la pista de despegue y aterrizaje de la base. Está señalizada conforme a la normativa aeronáutica, respetando las distancias de seguridad para evitar colisiones entre los helicópteros y los obstáculos de alrededor.



Figura 18: Vista aérea de la longitud total de la calle de rodaje

### 6.3.6 Instalación para el almacenamiento de combustible y repostaje de helicópteros

Existe una instalación de almacenamiento de combustible y repostaje que tiene dos funciones principales, realizar pruebas de llenado y vaciado de los depósitos de las aeronaves, comprobando así su funcionamiento y abastecer de combustible a las aeronaves que van a realizar vuelos.



**Figura 19: Visión general de la instalación de combustible**

La instalación petrolífera cuenta con dos depósitos de combustible del tipo JET A1, de doble pared, que evita las posibles fugas de combustible.

El depósito más grande, tiene una capacidad para 30.000 litros de combustible y el más pequeño, 5.000 litros. Ambos están cercados para evitar su posible manipulación por parte de personal no autorizado.

Los depósitos están conectados a un equipo de trasiego, mediante tuberías subterráneas, que está colocado en un lugar de la plataforma de más fácil acceso para las aeronaves.



**Figura 20: Detalle de la conexión de los depósitos y el equipo de trasiego**

En la Figura 19 se aprecia en medio de los depósitos, una caseta que se utiliza como almacén mecánico.

El equipo de trasiego, está situado en la caseta azul que se observa en las imágenes y cuenta en su interior con las herramientas y conexiones necesarias para la realización de las pruebas y los repostajes requeridos.



Figura 21: Caseta de equipo de trasiego

### 6.3.7 Servicio de Extinción de Incendios (SEI)

Para hacer frente a los posibles incendios que se puedan dar, la plataforma cuenta actualmente con diversas Columnas Hidratantes Exteriores (CHE), que forman la red de Protección Contra Incendios (PCI) para abastecer de agua las diferentes partes de la plataforma.



Figura 22: Columnas hidrantes exteriores de color rojo

Este sistema es complementado con un camión cuba, que puede suministrar agua y espumógeno a un mínimo de 500 litros/minuto durante al menos 2 minutos y permite llegar a todas las partes del recinto incluido el puesto de calibración.

Esté camión, se encuentra al lado de los hangares, en la parte sur de la plataforma, una zona pavimentada con hormigón y que cuenta con un recinto techado. Como se puede comprobar, dispone de acceso directo e inmediato al campo de vuelos, puesto que el citado recinto dónde está estacionado no cuenta con puertas ni paredes en el lado de la plataforma.



Figura 23: Zona de estacionamiento del camión del SEI

### 6.3.8 Instalaciones auxiliares

Debido a la proximidad con la Base Aérea y a la naturaleza de los trabajos realizados en la factoría de Airbus Helicopters España, se ha de extremar la seguridad y la vigilancia de las instalaciones, para evitar intromisiones que pretendan realizar actos ilícitos, y es por esto que el recinto cuenta con una red de cámaras de vigilancia (CCTV), que permiten controlar toda la extensión del campo de vuelos. Las cámaras se colocan en diversos postes repartidos por las zonas perimetrales del recinto.



Figura 24: Poste con sistema CCTV

También, debido a que se realizan trabajos nocturnos en la factoría, es necesario tener la plataforma iluminada, por lo que existe un sistema de alumbrado exterior mediante proyectores que cubre la totalidad de las zonas dónde se realizan los trabajos. La mayoría de los proyectores se colocan en el techo de los hangares que están cercanos a la plataforma, ya que cuentan con una potencia suficiente para iluminarla tal y como indica la normativa.

Como ayuda visual a la navegación, para saber la dirección del viento, se cuenta con una manga de viento, emplazada en la parte superior de un hangar de modo que es visible desde cualquier punto de la instalación y también desde el aire, sin convertirse en un peligro para las operaciones.

En la siguiente figura, se aprecian en lo alto del hangar tanto la manga de viento como varios de los proyectores que se usan para iluminar la plataforma.



Figura 25: Vistas del Hangar

#### 6.3.9 Vallado

Con la función de evitar la entrada en el área de movimiento de animales que por su tamaño lleguen a constituir un peligro para las aeronaves y el acceso inadvertido o premeditado de personas no autorizadas al recinto que puedan causar algún daño, existe un vallado perimetral.

El vallado perimetral consta de un muro con una valla en la parte superior con una altura de 4 metros en el lado Este, una valla de 1,6 metros en el lado Oeste y una alambrada con también una altura de 1,6 metros, con señalización que indica (desde la parte de Airbus Helicopters) que se trata de una zona militar, en la zona colindante con la Base Aérea.



Figura 26: Vallado perimetral lado Este



Figura 27: Vallado perimetral parte Oeste



Figura 28: Vallado zona colindante Base Aérea (lado norte)

También es muy importante dentro de la propia factoría diferenciar el área de movimientos de las aeronaves y las zonas de libre acceso al público y otras instalaciones.

Se ha de remarcar que para acceder al recinto de Airbus Helicopters España, se ha de pasar un control de seguridad, por la mayoría de personas que acceden son empleados de la propia factoría.

De todos modos, hay una separación entre el lado aire (zona en el que las aeronaves realizan sus operaciones) y el lado tierra (el resto del recinto), de manera que sólo se puede acceder a la plataforma mediante una autorización, preservando de este modo la seguridad de las aeronaves.

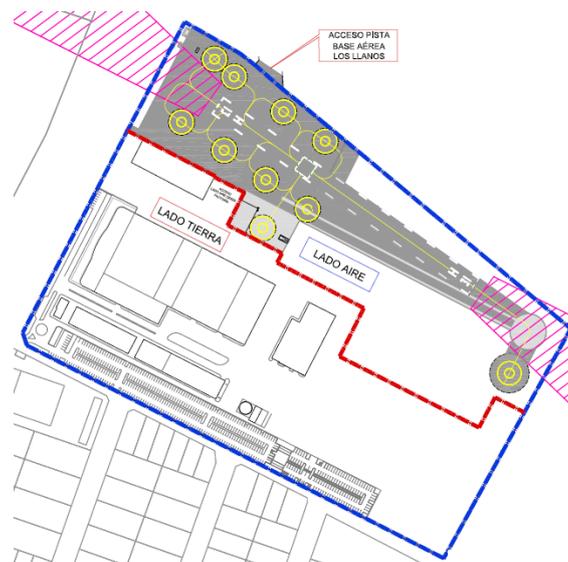


Figura 29: Esquema de vallado perimetral (azul) e interno (rojo)

## 7 CALIFICACIÓN DE LOS TERRENOS, POSIBLE AFECCIÓN A LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

### 7.1 CALIFICACIÓN DE LOS TERRENOS

El proyecto se desarrollará dentro de las instalaciones que tiene Airbus Helicopters España en el Parque Logístico y Aeronáutico de Albacete, provincia de Albacete, en la carretera De las Peñas. Km. 5,3.

La parcela de estas instalaciones, dentro de la cual se ubica el helipuerto, de referencia catastral 7311801WJ9171A0001AO, es de uso industrial.

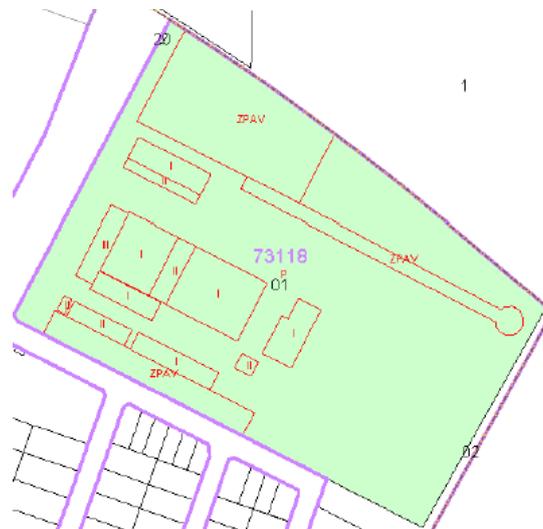


Figura 30: Plano catastral parcela

### 7.2 EMPLAZAMIENTO RESPECTO A LOS LUGARES DE IMPORTANCIA COMUNITARIA (LIC)

Los LICs más cercanos se encuentran a una distancia considerable del helipuerto. Las más próximas son las denominadas 'LAGUNAS SALADAS DE PÉTROLA' y 'HOCES DEL RÍO JÚCAR', a una distancia superior a los 27 y 29 km de la ubicación propuesta respectivamente.

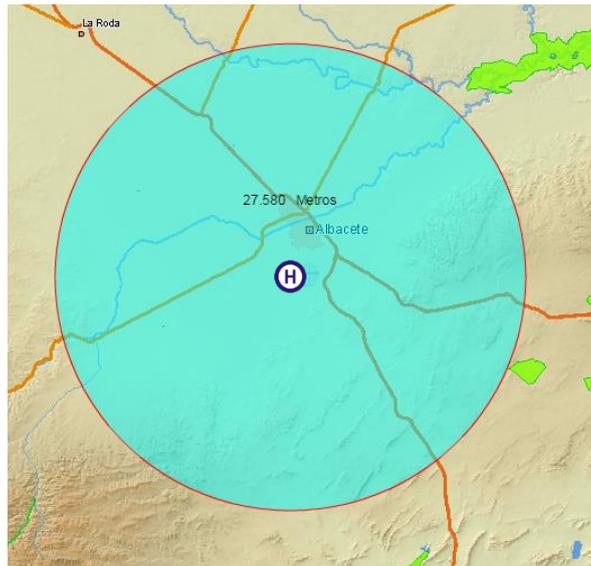


Figura 31: Situación del emplazamiento respecto a LICs

Como puede verse, el emplazamiento se encuentra fuera de cualquier LIC y existe una distancia considerable hasta ellos.

### 7.3 EMPLAZAMIENTO RESPECTO A LAS ZONAS DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)

Las ZEPAs más próximas son las denominadas 'ÁREA ESTEPARIA DEL ESTE DE ALBACETE' y 'HOCES DEL RÍO JÚCAR', situadas aproximadamente a 20.1 km y a 29.8 km respectivamente de distancia del helipuerto.

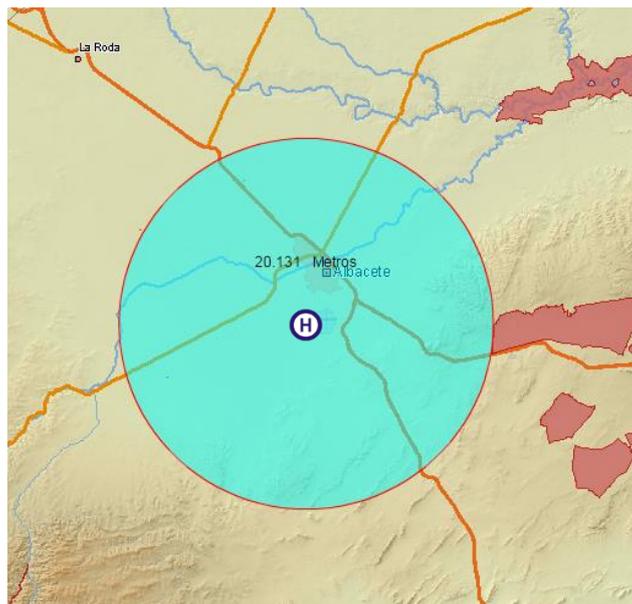
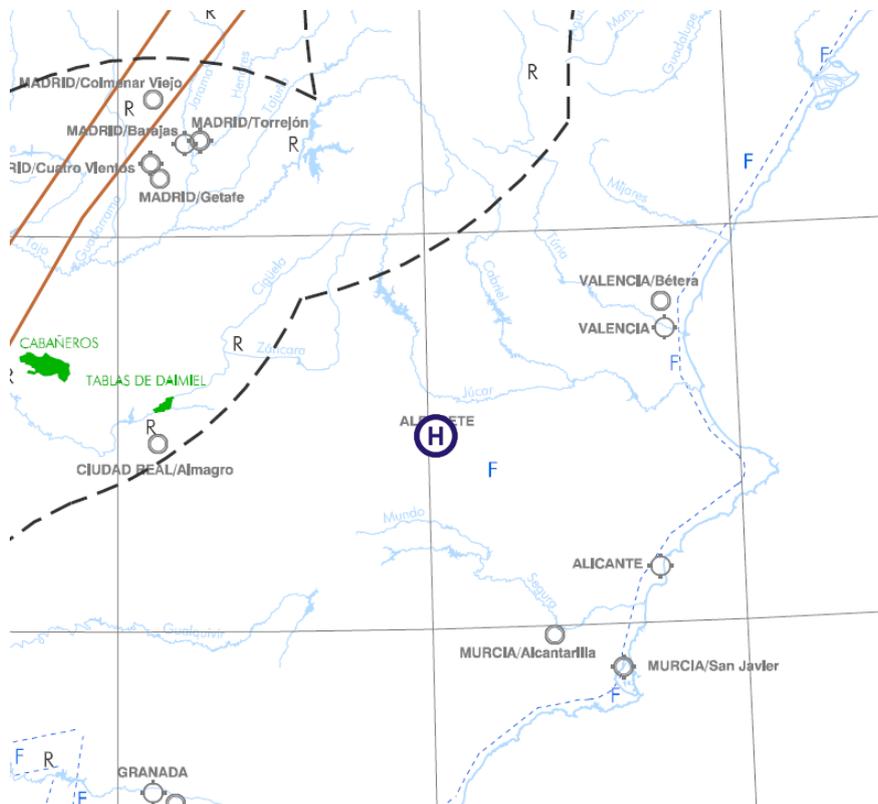


Figura 32: Situación del emplazamiento respecto a ZEPAs

Como puede verse, el emplazamiento se encuentra fuera de cualquier ZEPA y existe una distancia considerable hasta ellas.

### 7.4 EMPLAZAMIENTO RESPECTO A LAS RUTAS MIGRATORIAS DE AVES

Con respecto a la Carta de Rutas Migratorias de Aves, recogidas por el servicio de Publicación de Información Aeronáutica (AIP), se puede observar que el helipuerto se encuentra situado lejos de cualquier ruta migratoria. La más cercana es la que recorre la Península de suroeste a noreste, correspondiente a las grullas (a más de 50 km), además de la ruta de los flamencos que transcurre por el litoral mediterráneo. No existe interferencia alguna.



**Figura 33: Situación del emplazamiento respecto a rutas de aves migratorias (AIP ENR 5.6)**

### 7.5 EMPLAZAMIENTO RESPECTO A LAS ZONAS DE CONCENTRACIÓN DE AVES

En lo referente a las Zonas de Concentración de Aves definidas en el AIP, las más cercanas se corresponden con las Tablas de Daimiel, Castellar de Santiago (marcado como "13") y el Embalse de El Hondo (marcado como "11"), situados todos ellos a más de 100 km, no interfiriendo en la ubicación del helipuerto.

En el siguiente mapa puede observarse el emplazamiento y las zonas de concentración de aves.

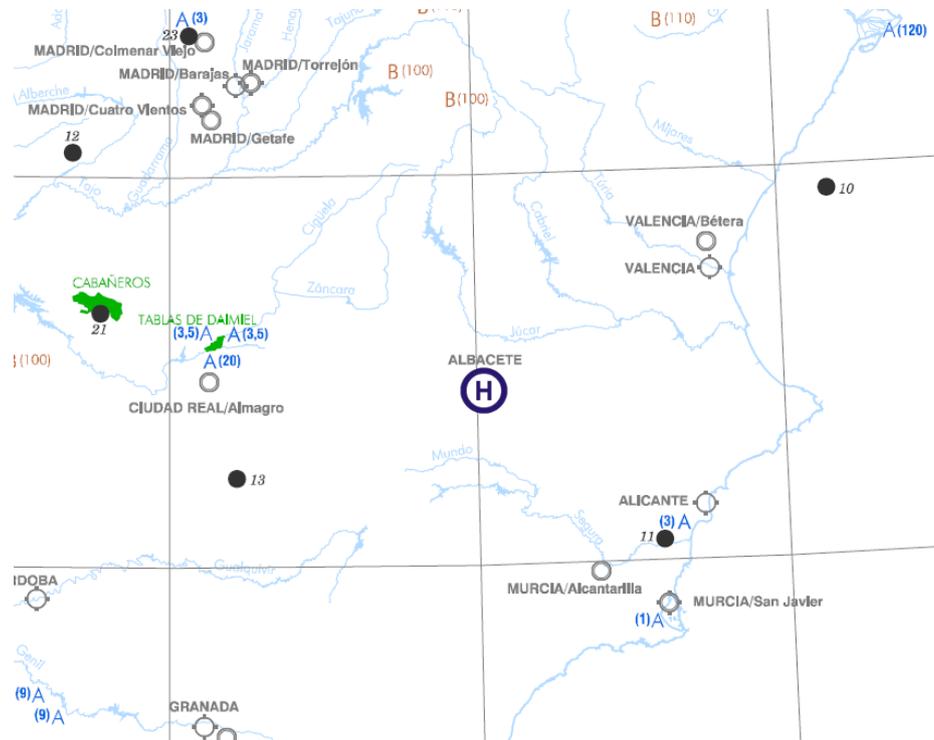


Figura 34: Situación del emplazamiento respecto a zonas de concentración de aves (AIP ENR 5.6)

## 7.6 EMPLAZAMIENTO RESPECTO A LAS ZONAS DE FAUNA SENSIBLE

Con respecto a las Zonas de Fauna Sensible definidas en el AIP (ENR 5.6), tampoco hay interferencia, pues la más cercana y única en la provincia de Albacete se corresponde con la Reserva Natural de la Laguna de los Ojos de Villaverde, a unos 45 km.

### F19 - RESERVA NATURAL DE LA LAGUNA DE LOS OJOS DE VILLAVERDE (Albacete)

384742N 0022310W; 384919N 0022310W;  
384919N 0022105W; 384741N 0022106W;  
384742N 0022310W.

1000 ft AGL  
GND

Espacio natural protegido. / Nature reserve.

## **8 ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

En el siguiente apartado se presenta el examen hecho a las distintas alternativas técnicamente viables, a la hora de elegir una solución para la realización del proyecto, con el objetivo de exponer las razones que han llevado a elegir ésta solución.

### **8.1 CRITERIOS DE ELECCIÓN**

Desde el punto de vista ambiental, los aspectos más relevantes a la hora del diseño de un helipuerto son:

- La elección de la localización. Dependiendo de este parámetro habrá que realizar unos u otros trabajos específicos para preparar la zona para la construcción del helipuerto.
- La elección de las rutas de aproximación y despegue, procurando que éstas afecten lo menos posible al entorno más inmediato del helipuerto. En especial, hay que prestar especial atención al ruido que las aeronaves generan en sus operaciones y a la existencia de un entorno libre de obstáculos.
- El volumen de las actuaciones a realizar. Se intenta minimizar las demoliciones de infraestructuras ya construidas, el movimiento de tierras para la nivelación del terreno y la generación de residuos.

En el caso que nos ocupa, la localización está muy restringida, pues es imperativo que el helipuerto esté situado dentro del recinto de la factoría de Airbus Helicopters España.

Es por esta razón se elegirá aquella disposición, dentro de la factoría, que presente unas rutas de aproximación y despegue que perturben menos y sean compatibles con los requisitos técnicos y de seguridad que exige el diseño del helipuerto, prestando especial atención en que la afección del ruido generado por las aeronaves durante estas operaciones sea mínimo para el entorno. Además se elegirá la alternativa que obligue a modificar en menor medida las instalaciones ya construidas.

Siempre que su viabilidad constructiva esté asegurada, el emplazamiento tendrá que ser elegido en función de los siguientes criterios:

- De forma que las trayectorias de aproximación y despegue de las aeronaves estén libres de obstáculos.
- De forma que las trayectorias de aproximación y despegue estén orientadas en las direcciones de los vientos dominantes, provenientes del Oeste en esta zona la Provincia de Albacete.
- De forma que las trayectorias de aproximación y despegue del helicóptero se desarrollen por encima de terrenos no edificados, y aptos para aterrizajes de emergencia
- De forma que las trayectorias de aproximación y despegue del helicóptero reduzcan al mínimo las molestias ocasionadas por ruido.

- De forma que esté convenientemente situado en cuanto a facilidad de acceso al transporte de superficie y estacionamiento.
- De forma que no obligue a modificar en gran medida los procedimientos establecidos para la realización de las pruebas que la compañía realiza en plataforma.
- De forma que el movimiento de tierras y posibles demoliciones necesarias sea mínimo para reducir el posible impacto.
- De forma que posibilite la máxima longitud de pista (FATO) ya que aumenta la seguridad de los aterrizajes y despegues.

De los anteriores criterios, es totalmente indispensable que se cumpla el primero y todos los demás serán recomendables, dependiendo también de otras variables de segundo orden como son:

- Rachas máximas de vientos.
- Frecuencia de uso diurna y nocturna.
- Uso del helipuerto: sanitario, privado, militar, etc.
- Tipología de la performance requerida según la clasificación del entorno EU-OPS.
- Compatibilidad con el espacio aéreo.

De lo anterior se deduce que en las cercanías de los emplazamientos deberán existir pocos obstáculos, si los hay serán de alturas reducidas mínimas y existirán el menor número de viviendas o edificaciones habitadas.

## **8.2 ALTERNATIVAS PROPUESTAS**

Las alternativas a analizar son:

- Alternativa 0: No llevar a cabo ninguna actuación.
- Alternativa 1: Mínimo número de actuaciones posible, FATO ajustada a las dimensiones de la plataforma.
- Alternativa 2: FATO circular.
- Alternativa 3: FATO ajustada a las dimensiones de la plataforma, reconfiguración total de la plataforma.
- Alternativa 4: FATO larga, puestos de estacionamiento a ambos lados de la pista.
- Alternativa 5: FATO larga, puestos de estacionamiento a un lado de la pista.
- Alternativa 6: FATO larga, posibilidad de rodaje terrestre.

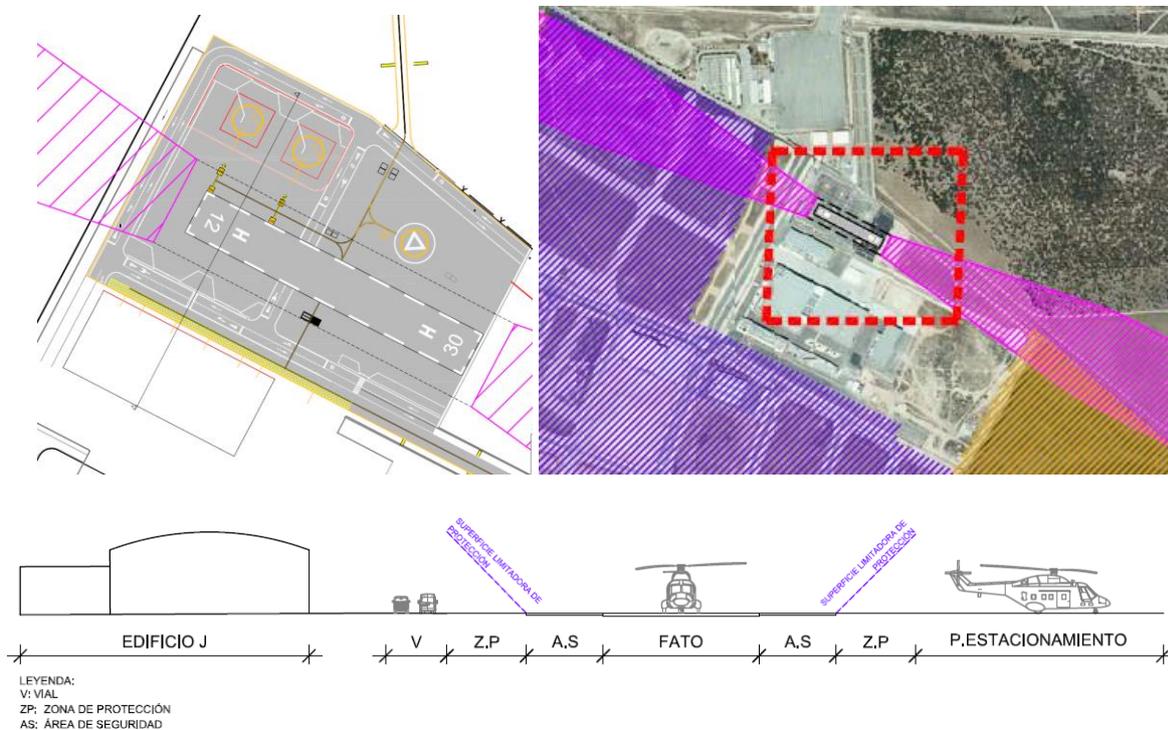
## 8.3 ANÁLISIS

### 8.3.1 Alternativa 1

Esta alternativa propone una FATO de corto recorrido, con una longitud de 129 metros para ajustarse a la plataforma existente, con el objetivo de realizar el menor número de actuaciones posible, motivo por el cual no se proponen otras actuaciones adicionales.

Se realiza el mínimo número de trabajos pero se pierde operatividad en plataforma (se reducen puestos de estacionamiento).

La orientación geográfica de la pista es de 118° - 298° lo que posibilita que haya dos rutas de despegue y dos rutas de aterrizaje, orientadas de manera que se pueden aprovechar mejor los vientos dominantes.



**Figura 35: Alternativa 1**

Las ventajas de esta alternativa son:

- Las rutas de aproximación y despegue se orientan con respecto a la dirección de los vientos dominantes.
- Requiere pocas modificaciones en la configuración actual

Esta alternativa presenta los siguientes inconvenientes:

- Se eliminan 3 puestos de estacionamiento, afectando en gran medida a la operatividad de la instalación. Se resuelve el problema de la posibilidad de hacer operaciones desde la propia instalación pero se genera un problema de espacio.
- La orientación de la pista, limitaría una posible ampliación futura de las instalaciones hacia el Este.

### 8.3.2 Alternativa 2

Con esta alternativa se propone una FATO circular de 60.4 metros de diámetro, al lado de la plataforma, sin contemplar ninguna otra actuación. La configuración de la plataforma no se varía, conservando el mismo número de puestos de estacionamiento.

Se plantea 3 rutas de aproximación y despegue orientadas hacia el Este, Sudeste y Nordeste (esta última aprovechando la pista de la Base Aérea).

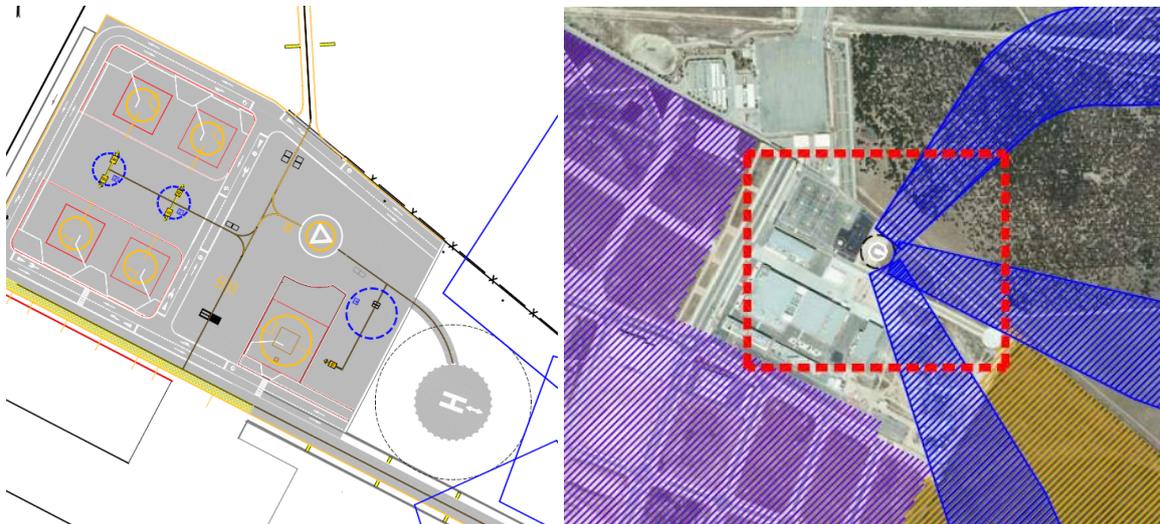


Figura 36: Alternativa 2

La principal ventaja que presenta esta alternativa es que no se precisa la modificación de la infraestructura actual, lo que hace que las actuaciones a realizar sean mínimas y por tanto su impacto en el medio ambiente.

Sin embargo presenta los siguientes inconvenientes:

- No se pueden realizar despegues hacia el Oeste o aterrizajes hacia el Este, orientaciones habituales de los vientos dominantes.
- Una de las rutas de aproximación y despegue hace uso de las instalaciones de la Base Aérea por lo que los problemas de interferencia que se pretende solucionar con este proyecto, no quedan del todo resueltos.
- Imposibilita la ampliación de la plataforma hacia el Este, puesto que es una zona a sobrevolar cuando se vaya a despegar o a aterrizar.

- Se persigue la realización de una FATO en forma de pista, para obtener la máxima longitud posible, aumentando así la seguridad en los aterrizajes y despegues. Esta configuración no ofrece esa posibilidad.

### 8.3.3 Alternativa 3

Se propone una fato en forma de pista de longitud de 128 metros, que cabe dentro de la plataforma existente, pero ésta se reconfigura por completo (aunque se conserva la calle de rodaje hacia la pista de la Base Aérea), dando cabida a 6 puestos de estacionamiento (2 de H 135, 2 del Tigre y otros dos del NH 90) con rodaje aéreo.

La orientación de la pista es la misma que en la alternativa 1 por lo que las rutas de aproximación mantienen las direcciones, aunque están ligeramente desplazadas hacia el Noreste, debido al cambio de localización de la pista dentro de la plataforma.



**Figura 37: Alternativa 3**

Las ventajas que presenta esta alternativa son:

- Las rutas de aproximación y despegue se orientan con respecto a la dirección de los vientos dominantes.
- No se prevén actuaciones fuera de la zona de la plataforma actual, por lo que no habrá que realizar movimientos de tierras ni pavimentación.

Por otra parte, los inconvenientes generados por la alternativa son:

- No se aumenta el número de puestos de estacionamiento, respecto a la configuración actual.
- La orientación de la pista imposibilita una posible ampliación futura de las instalaciones hacia el Este, ya que la pista se orienta directamente hacia el vallado colindante con la Base Aérea, limitando mucho su ampliación en esa dirección.
- Con respecto a la alternativa 1, se ha de reconfigurar toda la plataforma, aunque la mayor parte de actuaciones consisten en tareas de reseñalización.

- El acceso desde las instalaciones a la pista con vehículos terrestres se limita ya que la posición de los puestos de estacionamiento, bloquearía el paso, en caso de que estuviesen siendo usados por un helicóptero.

### 8.3.4 Alternativa 4

En esta alternativa se contempla la construcción de una FATO de 322 metros de longitud, lo que confiere mayor seguridad a las operaciones de despegue y aterrizaje.

La pista, es paralela al vallado Norte de la instalación y separada de él, lo suficiente para albergar puestos de estacionamiento a ambos lados de ella.

Se amplía la plataforma para ser capaz de albergar 20 puestos de estacionamiento (11 del NH 90, 2 del Tigre y 7 del H 135) todos ellos de rodaje aéreo.

La orientación geográfica de la pista en este caso es de 130° - 310°, las rutas de aproximación y despegue por tanto varían 12 grados en el sentido de las agujas del reloj con respecto a las alternativas 1 y 3.

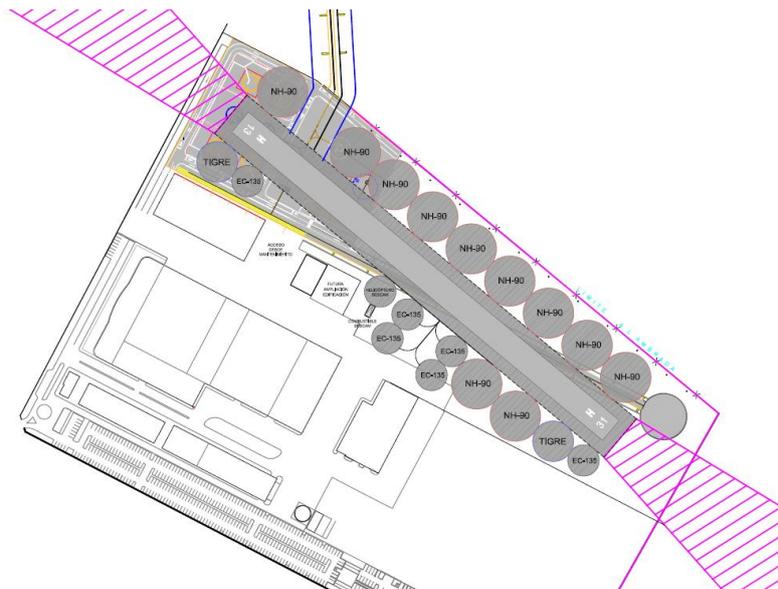


Figura 38: Alternativa 4

La alternativa 4 presenta tres principales ventajas:

- La FATO es de gran longitud, por lo que resulta una de las alternativas más seguras para las operaciones de despegue y aterrizaje, las aeronaves tienen más terreno para realizar el ascenso o descenso.
- Se contempla el máximo desarrollo que podría tener el helipuerto, haciendo uso de todo el espacio disponible
- Las rutas de aproximación y despegue se orientan con respecto a los vientos dominantes.

Esta alternativa también presenta una serie de inconvenientes:

- No se contempla la posibilidad del rodaje terrestre para los helicópteros con ruedas en el tren de aterrizaje (ahorría combustible, disminuiría el ruido y aumentaría la seguridad de las operaciones).
- Se han de realizar más actuaciones que en las primeras alternativas, para acondicionar la zona que no forma parte de la plataforma actual en la que se va a construir (pequeños movimientos de tierras, asfaltado y canalizaciones).

### 8.3.5 Alternativa 5

Esta alternativa mantiene la orientación de la pista de la alternativa anterior pero, su ubicación dentro de los terrenos de la factoría se modifica, para acercarla todo lo posible a la valla de separación con la Base Aérea, de manera que no haya puestos de estacionamiento a ambos lados de la pista, solo en la parte Sur.

La longitud de la pista se reduce sensiblemente debido a la proximidad de las cabeceras al vallado perimetral.

Con esta configuración se obtienen 17 puestos de estacionamiento para helicópteros (5 del NH 90, 6 del Tigre y 6 del H 135), todos ellos cuentan con calles de rodaje aéreas.

Respecto a las rutas de aproximación y despegue, estas lógicamente son las mismas en orientación a las de la alternativa anterior, sólo que desplazadas hacia el Nord-Este, por la nueva ubicación de la pista.

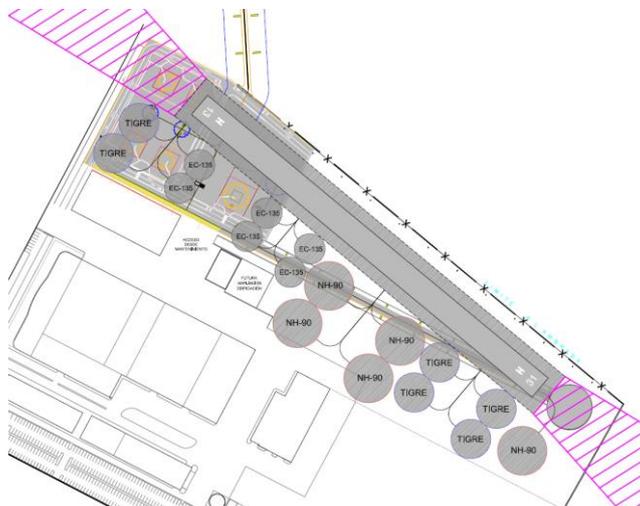


Figura 39: Alternativa 5

Las ventajas que presenta esta alternativa son:

- La seguridad de los despegues y aterrizajes es mayor que en las primeras alternativas debido a la gran longitud de la FATO.
- Se contempla el máximo desarrollo que podría tener el helipuerto.

- Se orientan las rutas de aproximación y despegue con respecto a la dirección de los vientos dominantes
- Todos los puestos de estacionamiento están en el lado de la plataforma más próximo a los hangares, evitando así cruzar la pista para acceder a ellos.

Esta alternativa, por otra parte, presenta los siguientes inconvenientes:

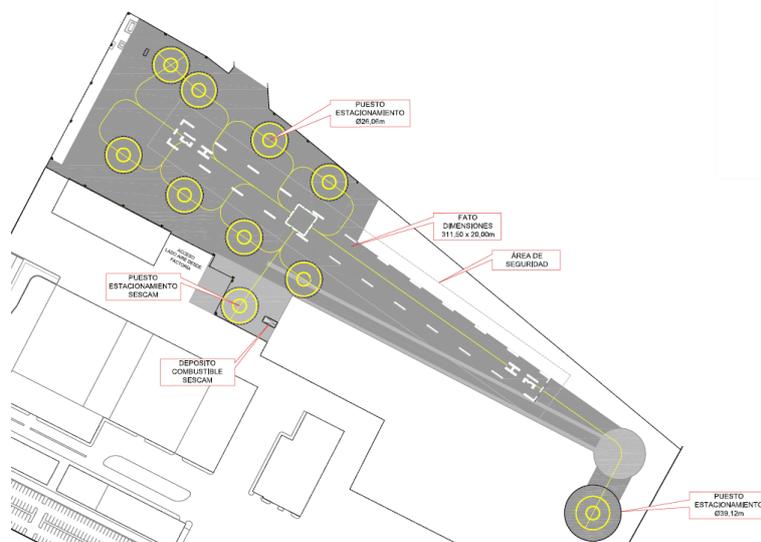
- No se contempla la posibilidad del rodaje terrestre para los helicópteros con ruedas en el tren de aterrizaje (ahorría combustible, disminuiría el ruido y aumentaría la seguridad de las operaciones).
- Se han de realizar más actuaciones que en las primeras alternativas, para acondicionar la zona que no forma parte de la plataforma actual en la que se va a construir.
- Una de las rutas de aproximación y despegue, sobrevuela los depósitos de combustible situados al Noroeste del recinto. Esta situación se ha de evitar siempre que sea posible.

### 8.3.6 Alternativa 6

La alternativa 6 plantea una configuración con una FATO de unos 312 metros de longitud, y una adecuación de la plataforma para albergar 9 puestos de estacionamiento dimensionados de tal manera que puedan usarse por el EC 145 en rodaje aéreo y el NH 90 en rodaje terrestre.

Los puestos se situarán a ambos lados de la pista. También se prevé la construcción de un puesto de estacionamiento para un NH 90 en rodaje aéreo al lado del puesto de calibración de instrumentos, ya que éste es sobrevolado por una de las rutas de aproximación y despegue.

La orientación geográfica de la pista es 126°-306ª con lo que la dirección de las rutas de aproximación y despegue variarán en 4 grados en sentido contrario a las agujas del reloj respecto a las alternativas 4 y 5.



**Figura 40: Alternativa 6**

En cuanto a las actuaciones a realizar, se aprovecha toda la superficie ya pavimentada para los puestos de estacionamiento, pero es necesario pavimentar con asfalto toda la superficie de la FATO que se sale de la plataforma, hasta el puesto de calibración de instrumentos. Es posible que sea necesaria la nivelación del terreno al menos en las zonas dónde operarán los helicópteros.

Esta configuración podría considerarse como una alternativa de compromiso, entre las alternativas que buscan ocupar todo el espacio disponible y las que buscan minimizar el volumen de las actuaciones.

Las ventajas que presenta la alternativa 6 son:

- La longitud de la FATO es muy grande, lo que aumenta la seguridad de las operaciones de despegue y aterrizaje por que los helicópteros tienen más terreno para realizar el ascenso o descenso.
- La pista está orientada para dejar espacio suficiente para una futura ampliación de la plataforma.
- Las rutas de aproximación y despegue se orientan con respecto a la dirección de los vientos dominantes.
- Cada puesto de estacionamiento está diseñado para los helicópteros más habituales que harán uso del helipuerto, permitiendo el rodaje terrestre a aquellos que están capacitados para hacerlo (Con el consiguiente ahorro en combustible, disminución de ruido y aumento de la seguridad operacional). Esta configuración es muy versátil y adaptable a las exigencias de la operativa de la factoría.

En contraprestación, los inconvenientes son:

- Se han de realizar más actuaciones que en las primeras alternativas, para acondicionar la zona que no forma parte de la plataforma actual en la que se va a construir.
- El número total de puestos de estacionamiento que resultan es bastante inferior a los de las alternativas 4 y 5.

### 8.3.7 Alternativa 0

La última de las alternativas que podría tenerse en cuenta se corresponde con la alternativa cero, es decir, no llevar a cabo las obras. Esta alternativa siempre se considera en el caso en que las obras no sean de imperante necesidad o si, durante los procesos de construcción, el ecosistema sufriera un daño lo suficientemente importante como para llevar el proyecto a cabo.

En este caso, los beneficios obtenidos por operar con una pista propia, frente a la forma en que se están realizando las operaciones en la actualidad, hacen que sea necesario elegir al menos una de las alternativas planteadas y descartar la alternativa 0.

## 8.4 RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se ha realizado un estudio en el que se han considerado los puntos que pudieran ser más importantes a la hora de compatibilizar los impactos anteriormente mencionados. Por ello, y para cada alternativa, se ha realizado una valoración, mediante la definición de la siguiente escala:

COMPLIMIENTO DE CRITERIOS	COLOR
Idóneo	
Aceptable	
Medio	
Malo	

**Tabla 2: Escala de evaluación**

Los puntos analizados son:

1. Longitud de la FATO
2. Afección a la operatividad de la factoría
3. Rutas de aproximación y despegue
4. Futura ampliación
5. Volumen de las actuaciones requeridas

Se presenta una tabla comparativa resumen de las alternativas con las cuestiones planteadas y su valoración:

		<b>ALTERNATIVA 1</b>		<b>ALTERNATIVA 2</b>
1		La longitud de la FATO es suficiente pero algo corta en comparación a otras alternativas.		La FATO es circular
2		Se reducen los puestos de estacionamiento y el espacio para realizar pruebas.		No se limita la operatividad de la factoría, pero tampoco obtienen nuevos puestos de estacionamiento.
3		Orientadas con respecto a la dirección de los vientos dominantes.		No se pueden realizar despegues hacia el Oeste ni aterrizajes hacia el Este.
4		La orientación de la pista no tiene en cuenta una posible ampliación de la plataforma, por lo que en un futuro posiblemente se tendrá que rehacer.		No da opción a ampliar la plataforma hacia el Este, ya que es una zona a sobrevolar cuando se vaya a despegar o a aterrizar.
5		El volumen de las actuaciones requeridas es mínimo.		El volumen de las actuaciones requeridas es poco.
		<b>ALTERNATIVA 3</b>		<b>ALTERNATIVA 4</b>
1		La longitud de la FATO es suficiente pero algo corta en comparación a otras alternativas.		Se obtiene la máxima seguridad posible en las operaciones de aterrizaje y despegue ya que la distancia que se tiene para realizarlos es la mayor posible (la longitud de la FATO es la máxima para esa orientación de pista).
2		Se mantiene el mismo número de puestos de estacionamiento.		Se generan nuevos puestos de estacionamiento que aprovechan al máximo el espacio disponible, los puestos no están pensados para el rodaje terrestre.

3	Orientadas con respecto a la dirección de los vientos dominantes.	Orientadas con respecto a la dirección de los vientos dominantes.
4	No sería posible una ampliación futura hacia el Este sin tener que demoler la FATO, ya que se orienta directamente hacia el vallado colindante con la Base Aérea, limitando mucho su ampliación en esa dirección.	Se aprovecha todo el espacio disponible en la factoría.
5	El volumen de las actuaciones requeridas es igual o menor que el de la mayoría de alternativas.	El volumen de las actuaciones requeridas es considerablemente mayor que el de la mayoría de alternativas debido a que contempla todo el espacio disponible en la factoría.
<b>ALTERNATIVA 5</b>		<b>ALTERNATIVA 6</b>
1	Se obtiene la máxima seguridad posible en las operaciones de aterrizaje y despegue ya que la distancia que se tiene para realizarlos es la mayor posible (la longitud de la FATO es la máxima para esa orientación de pista).	Se obtiene la máxima seguridad posible en las operaciones de aterrizaje y despegue ya que la distancia que se tiene para realizarlos es la mayor posible (la longitud de la FATO es la máxima para esa orientación de pista).
2	Se generan nuevos puestos de estacionamiento que aprovechan al máximo el espacio disponible, los puestos se sitúan a un solo lado de la pista pero no están pensados para el rodaje terrestre.	Se generan nuevos puestos de estacionamiento y se contempla la posibilidad de realizar rodaje terrestre.
3	Las rutas de aproximación y despegue están orientadas con respecto a la dirección de los vientos dominantes, pero una de ellas sobrevuela los depósitos de combustible.	Orientadas con respecto a la dirección de los vientos dominantes.
4	Se aprovecha todo el espacio disponible en la factoría.	La orientación de la pista tiene en cuenta una posible ampliación futura, dejando espacio suficiente para nuevos puestos de estacionamiento.
5	El volumen de las actuaciones requeridas es considerablemente mayor que el de la mayoría de alternativas debido a que contempla todo el espacio disponible en la factoría.	La alternativa es una solución de compromiso entre las alternativas que buscan el mínimo volumen de las actuaciones y las que ocupan todo el espacio disponible.

**Tabla 3: Resumen análisis de alternativas**

A la vista del análisis realizado se ha elegido la **alternativa 6**, ya que es la configuración que potencia más la operativa de la factoría teniendo en cuenta las posibles ampliaciones futuras, que además obliga a una modificación de las instalaciones ya construidas aceptable, generando un menor impacto negativo sobre el medio físico y socioeconómico.

## 9 MEMORIA DESCRIPTIVA

Con el fin de poder evaluar el impacto ambiental que tendrá el helipuerto, se describe en este apartado tanto la infraestructura que se pretende construir, como la actividad que se desarrollará en la misma, a fin de poder evaluar el potencial impacto ambiental.

## 9.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Se describe a continuación la infraestructura que se desea construir, teniendo en cuenta las particularidades del caso.

Se construirá una nueva pista para operaciones en performance 1 (la más restrictiva), aunque adaptada también para poder realizar operaciones en performance 2 y 3, incluyendo su área de seguridad y se ampliará la plataforma de estacionamiento de helicópteros, haciendo uso de las instalaciones ya construidas, asfaltando tan solo, aquella parte de la pista que queda fuera de la zona ya asfaltada. Se asfaltará también la zona del puesto de estacionamiento más alejado de los hangares, este puesto se utilizará también de puesto de estacionamiento de calibración de brújula debido a que el antiguo queda invadido por la nueva FATO.

Aunque la pista se dimensione para performance 1, en ambas cabeceras se dejará una zona libre de obstáculos, lo que aumenta la carrera de despegue tanto por delante como por detrás para así poder albergar, como se ha comentado con anterioridad, también operaciones de performance 2 y 3, con total seguridad.

Hará falta aunque ya se han realizado uno durante la construcción de la propia factoría, previo al asfaltado de la pista, un desbroce de la maleza del terreno y un ligero desmonte, terraplenado y apisonado para darle las pendientes adecuadas.

La posición de la pista hará variar la configuración de los puestos de estacionamiento, por lo que habrá que fresar la pintura de aquellos elementos que se vayan a reubicar y volver a señalar la plataforma entera junto con la pista de aterrizaje y despegue.

Los puestos de estacionamiento y calles de rodaje se dimensionarán para rodaje terrestre sin viraje estacionario del NH90 y para el rodaje aéreo con viraje estacionario del EC 145. Algunos de los nuevos puestos de estacionamiento necesitarán ser provistos con puntos de anclaje para la realización de pruebas de potencia.

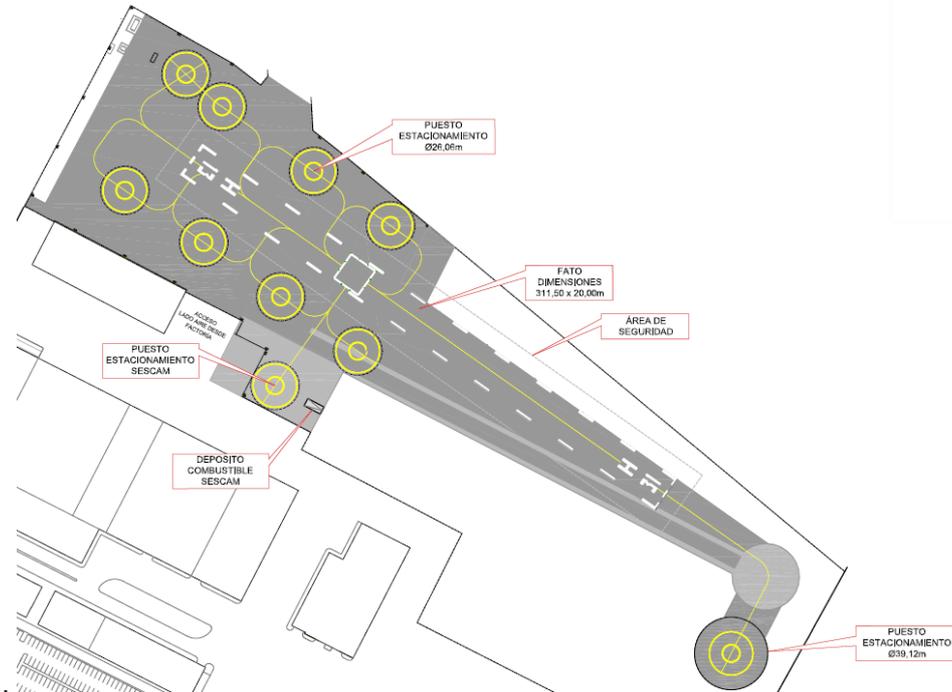
Puesto que ya existe un sistema de drenaje del agua y de separación de hidrocarburos que cubre toda la superficie de la plataforma, y esta no va a ser ampliada no se va a modificar dicho sistema. Lo mismo ocurrirá con el sistema de abastecimiento de carburante.

Tampoco se moverán las tomas asociadas a los puestos de estacionamiento puesto que no se está haciendo uso de ellas, se utilizan unidades móviles que pueden transportarse a cualquier punto del campo de vuelos.

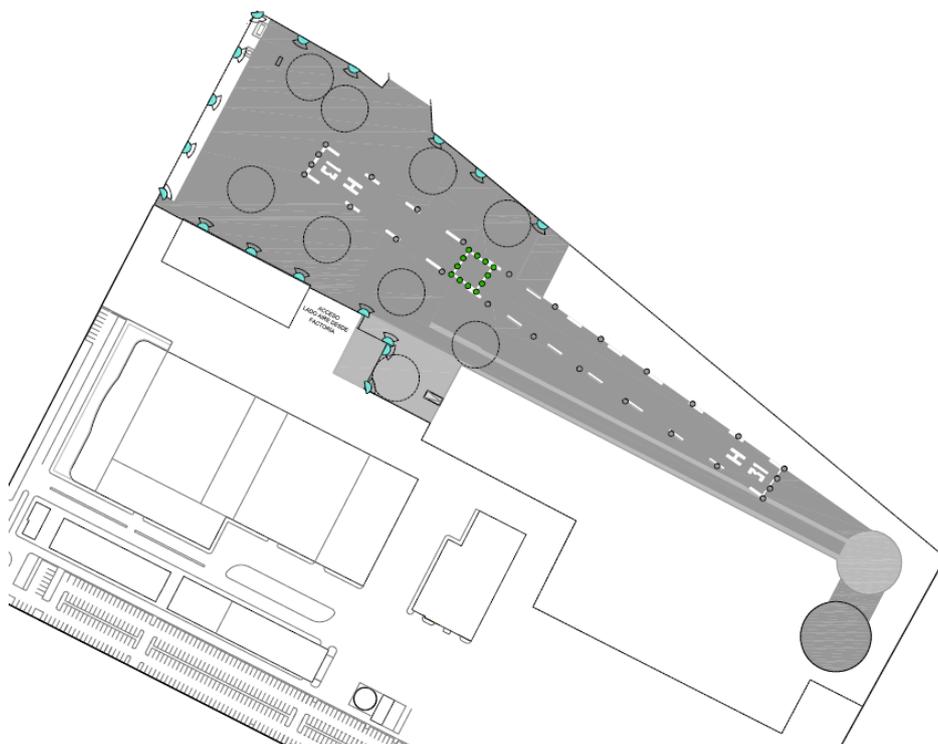
Airbus Helicopters España, ha llegado a un acuerdo con el Servicio de Salud de Castilla-La Mancha (SESCAM) para ser la base de uno de sus helicópteros, por lo que a uno de los puestos de estacionamiento se le ha de dotar con un sistema de abastecimiento de combustible propio. Se plantea el uso de una estación portátil. Este puesto es el más cercano la zona dónde se encuentra ubicado el camión del servicio de extinción de incendios.

Se ampliará también la instalación contra incendios para cubrir todo el campo de vuelos.

Por último, es necesario instalar un alumbrado para la plataforma y la pista puesto que se quiere hacer uso del helipuerto también en horario nocturno.



**Figura 41: Nueva pista de aproximación y despegue (FATO) y reconfiguración de la plataforma**



**Figura 42: Nueva iluminación de pista y plataforma**

### 9.1.1 Resumen de las principales características

#### Superficie

Superficie Total del campo de vuelos \_\_\_\_\_ 44.152 m<sup>2</sup>

Superficie Total de la pista \_\_\_\_\_ 6.230 m<sup>2</sup>

Plataforma de estacionamiento \_\_\_\_\_ 21.615 m<sup>2</sup>

#### Características de la pista de aterrizaje

Pista rectangular (FATO) de \_\_\_\_\_ 311,5 x 20 m

Área de seguridad de \_\_\_\_\_ 330,7 x 39,2 m

Nº de puestos de estacionamiento \_\_\_\_\_ 10

#### Orientación magnética de las rutas de despegue y aterrizaje

Rumbo despegue 1 \_\_\_\_\_ 305° 50' 23"

Rumbo despegue 2 \_\_\_\_\_ 125° 50' 23"

### 9.1.2 Elementos que integran el proyecto

- Pista de aproximación y despegue de asfalto
- Reconfiguración de la plataforma para la ampliación de número de puestos de estacionamiento
- Señalización pintada
- Sistema de iluminación de pista y plataforma
- Sistema de repostaje para el puesto de estacionamiento del SESCOAM
- Instalación contra incendios

### 9.1.3 Máximo desarrollo futuro previsto

Aunque no es objeto de este documento ambiental, es necesario comentar el hecho de que la orientación de la pista en la alternativa elegida permite la ampliación de la plataforma por la parte Sur y Sureste de las instalaciones, ya que deja suficiente espacio para colocar hasta 5 nuevos puestos de estacionamiento si fuese necesario, lo que supone ampliar en un 50% la capacidad para estacionamiento de aeronaves del helipuerto.

Para ello, se debería pavimentar la zona donde se ubicarían los nuevos puestos de estacionamiento, y pintar la correspondiente señalización horizontal.

El sistema de canalización de agua podrá aprovechar la instalación ya realizada. También se debería ampliar la red de alumbrado para que los puestos de estacionamiento estuviesen correctamente iluminados.

Una de las ventajas de esta configuración es que la ampliación se puede hacer de manera modular, incorporando sólo los puestos de estacionamiento necesarios en cada ampliación, además la parte que queda entre la pista y la Base Aérea, no es necesario que se pavimente ya que no va a ser utilizada, con el consiguiente ahorro material.

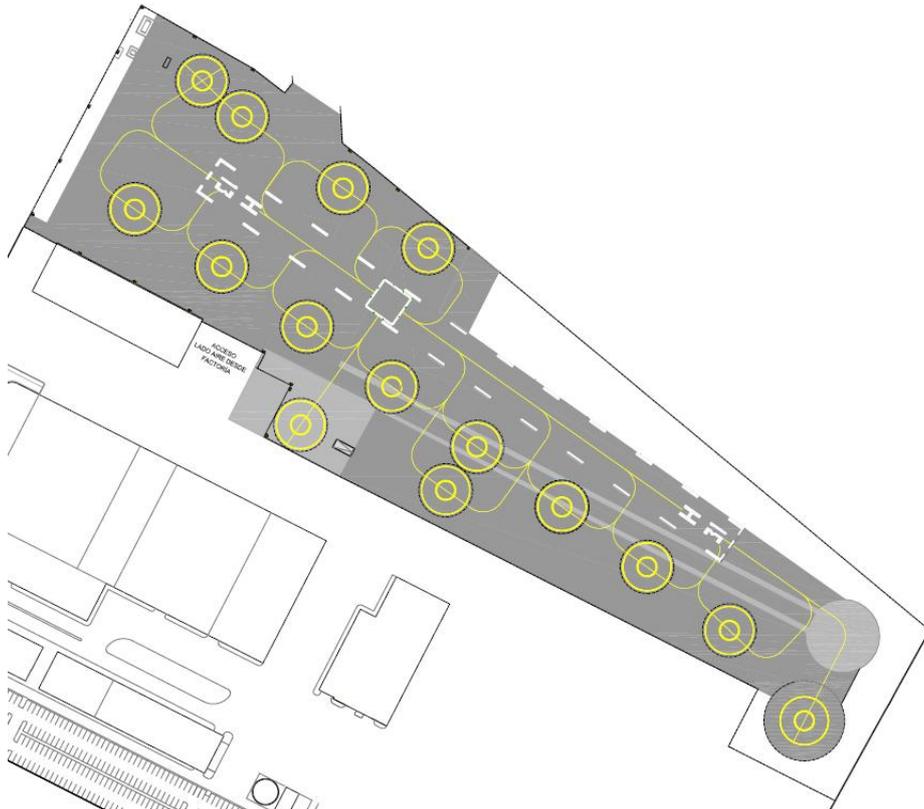


Figura 43: Máximo desarrollo futuro previsto

## 9.2 DESCRIPCIÓN FASE DE OBRA

Se describen a continuación las obras a realizar:

1. Desbroce y limpieza de la zona a actuar, retirada de la tierra vegetal.
2. Movimiento de tierras, nivelación y compactación del terreno
3. Pavimentación de la pista con mezcla bituminosa en caliente
4. Señalización horizontal pintada del helipuerto
5. Colocación del sistema de suministro de combustible para el puesto de estacionamiento del SESCOCAM

6. Ampliación de la instalación contra incendios
7. Instalación sistema de alumbrado de plataforma y FATO
8. Otras actuaciones varias de carácter menor

De forma resumida, las instalaciones mencionadas se materializan por medio de los elementos constructivos que se detallan a continuación.

### 9.2.1 Desbroce y limpieza de la zona a actuar

Es necesario adecuar previo a la realización de los trabajos previstos, parte del campo de vuelos que no está en uso, es decir, que no forma parte de la plataforma de estacionamiento, el puesto de calibración y el vial de acceso al puesto.

Esta adecuación consiste en un desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado hasta una profundidad de 10 cm.

- Superficie estimada a desbrozar .....8.256 m<sup>2</sup>



Figura 44: Zonas a desbrozar

### 9.2.2 Movimiento de tierras, nivelación y compactación del terreno

Aunque para la construcción de la propia factoría de Airbus Helicopters se ha actuado sobre la superficie de la parcela, para asegurar que se cumple con los requisitos de pendientes y resistencia del terreno, será necesario un movimiento de tierras.

Este movimiento se ha calculado de manera que se compense la tierra de aquellos terrenos que necesiten terraplenado con los que necesiten desmonte, por lo que en un principio no será necesario el aporte de tierra.

- Volumen del movimiento de tierras.....5.352 m<sup>3</sup>

Las zonas a terraplenar, se rellenarán, nivelarán y apisonarán hasta conseguir un grado de compactación de 98% del proctor, y unas pendientes que cumplan con la norma aeronáutica y permitan la correcta escorrentía de las aguas (en pista 1% a dos aguas).

El sobrante de las tierras se trasladará a un vertedero autorizado y se calcula de:

- Sobrante de tierras a trasladar a vertedero .....7.412 m<sup>3</sup>

### 9.2.3 Pavimentación de la pista con mezcla bituminosa en caliente

Una de las guías del proyecto ha sido el intentar realizar el menor número de actuaciones posible y es por ello que la alternativa seleccionada contempla la mínima superficie de pavimentación para la construcción de la pista más larga que cupiese en el recinto.

En la siguiente figura se puede apreciar, sombreada en rojo, la superficie a pavimentar (ya que el resto se encuentra construido ya) que ocupa:

- Superficie a pavimentar .....8.256 m<sup>2</sup>

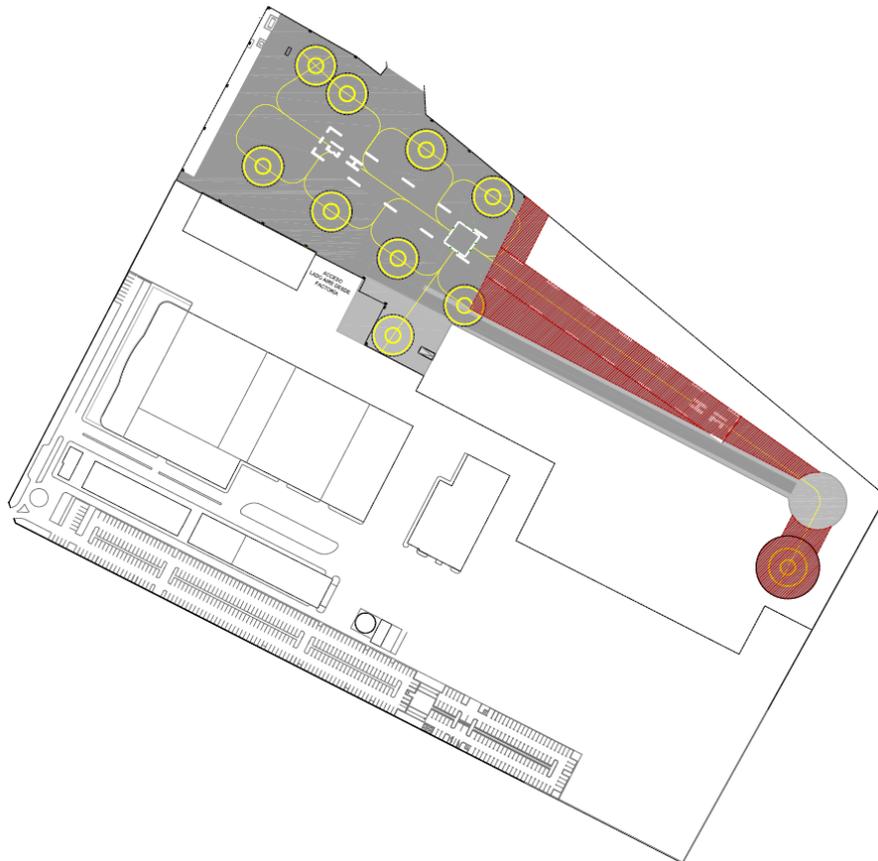


Figura 45: Superficie nueva a pavimentar

Se hará uso para la pavimentación de un firme flexible para tráfico pesado T4 sobre explanada E3, compuesto por 30 cm de zahorra artificial y 5 cm de M.B.F.

### 9.2.4 Señalización horizontal pintada del helipuerto

Al contar con una plataforma de estacionamiento ya construida con su correspondiente señalización, será necesario, el fresado de la señalización ya que se va a reconfigurar la plataforma y conduciría a error la superposición de diferente señalización, pudiendo provocar accidentes.

Para la eliminación de la señalización actual se hará uso de una maquina fresadora, se calcula una superficie a fresar de:

- Superficie a fresar .....844 m<sup>2</sup>

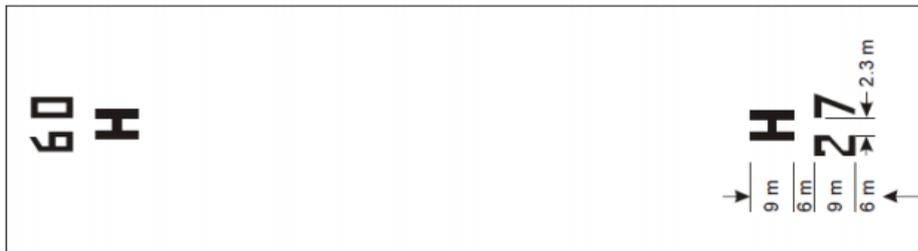
Siguiendo las indicaciones del RD 1070/2015, se plantean las siguientes señales para la correcta señalización de la nueva configuración de la plataforma:

- Señal de identificación de helipuerto para FATO tipo pista de aterrizaje.

Consiste en un H de color blanco cuyas medidas no pueden ser inferiores a las mostradas en Figura 46.

- Señal de designación de FATO para FATO tipo pista de aterrizaje.

Señal de color blanco ubicada en el umbral de la FATO que consiste en un número de dos cifras que será el entero más próximo a la décima parte del azimuth magnético del eje de la pista, medido en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte magnético, visto en la dirección de la aproximación.



**Figura 46: Medidas señales de designación de la FATO y de identificación de helipuerto para FATO tipo pista de aterrizaje**

- Señal de perímetro de área de aproximación final y despegue (FATO)

Línea de color blanco a trazos, ubicada en el borde de la FATO, de 30 cm de ancho, 1,5 m de longitud y una separación de extremo a extremo de no menos de 1,5 m y no más de 2 m. Las esquinas del área deberán estar definidas.

- Señal de perímetro de área de toma de contacto y de elevación inicial (TLOF)

Línea blanca continua de por lo menos 30 cm de ancho ubicada a lo largo del borde de la TLOF.

- Señal de eje de calle de rodaje

Línea amarilla continua de 15 cm de anchura ubicada sobre el eje de la calle de rodaje

- Señales de puestos de estacionamiento

Consiste en dos circunferencias de color amarillo y 15 cm de anchura, concéntricas, el radio de cada una de las circunferencias depende del helicóptero determinante.

Se utilizará pintura reflexiva, para señalar una superficie estimada de:

- Pintura blanca .....361 m<sup>2</sup>
- Pintura amarilla .....379 m<sup>2</sup>

#### 9.2.5 Colocación del sistema de suministro de combustible para el puesto de estacionamiento del SESCAM

Airbus Helicopters España, tiene un acuerdo con el Servicio de Salud de Castilla-La Mancha para que uno de sus helicópteros de servicios sanitarios tenga una base permanente en la factoría. Un acuerdo beneficioso para los habitantes de Castilla-La Mancha y la provincia de Albacete en particular.



**Figura 47: Helicóptero del SESCAM basado en las instalaciones de Airbus Helicopters**

Estos helicópteros van a necesitar como es lógico, una estación de abastecimiento de combustible. No se puede plantear la posibilidad de utilizar las instalaciones fijas existentes por diversos motivos:

- Las instalaciones están acondicionadas para su uso en pruebas.
- Se resta operatividad tanto para el SESCAM que dependería de la disponibilidad del puesto para realizar los repostajes, siendo un servicio de emergencias. De la misma manera Airbus Helicopters podría verse afectado cuando el helicóptero del SESCAM estuviese ocupando el punto de repostaje.
- La dificultad de controlar el consumo de combustible de dos empresas diferentes abasteciéndose del mismo depósito.

Por esta razón se plantea la colocación de una instalación autónoma provisional, junto al puesto de estacionamiento que será de uso exclusivo del SESCAM.

El depósito, de una capacidad máxima de 20.000 litros de combustible JET-A1, deberá cumplir con la normativa aeronáutica al respecto y por eso se deberá instalar sobre un cubeto de

retención con una capacidad suficiente para recoger todo el combustible del depósito en caso de fuga.

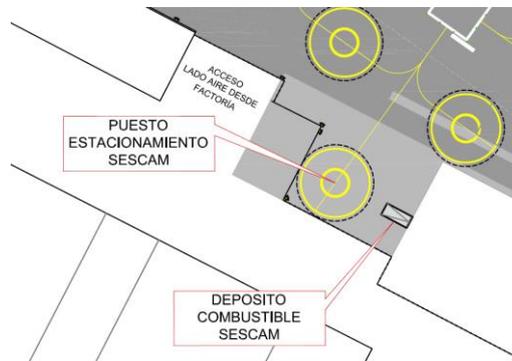


Figura 48: Configuración del puesto de estacionamiento del SESCAM

### 9.2.6 Ampliación de la instalación contra incendios

Puesto que se va a ampliar la superficie ocupada por el plano de vuelos, es necesario que el sistema de extinción de incendios llegue a todas las zonas con la misma eficacia.

Para asegurar este hecho, se plantea una ampliación de la red de abastecimiento de agua contra incendios, añadiendo al sistema existente, una serie de columnas hidrantes exteriores en el área ampliada del campo de vuelos.

### 9.2.7 Instalación sistema de alumbrado de plataforma y FATO

Es necesaria la instalación de un sistema de alumbrado del campo de vuelos puesto que el helipuerto debe certificarse para su uso en horario nocturno.

Se plantea, como en el resto de actuaciones, una configuración que pueda aprovechar al máximo las estructuras ya construidas. Se estima suficiente el uso de las mínimas luces requeridas ya que en los vuelos que se van a efectuar, los pilotos cuentan con ayudas a la visión nocturna incorporadas en su equipamiento.

Las especificaciones técnicas de todas las luces serán las requeridas por la normativa aeronáutica (Orden FOM/2086/2011), tal y como se especifica en el RD 1070/2015.

Según el citado Real Decreto, se plantean las siguientes luces para el campo de vuelos:

- Sistema de iluminación de área de aproximación final y despegue para helicópteros (FATO)

Luces omnidireccionales de color blanco situadas a lo largo del borde de la FATO, separadas uniformemente en intervalos no superiores a 50 m, teniendo en cuenta que ha de haber una luz en cada esquina.

Como se puede observar en la Figura 49 se plantea un circuito de 26 luces de FATO.

- Sistema de iluminación de área de toma de contacto y de elevación inicial (TLOF)

Es necesario iluminar las áreas dónde los helicópteros tomarán tierra aun disponiendo de un área de aproximación y despegue en forma de pista de aterrizaje.

Dado que los puestos de estacionamiento se dimensionan para que determinados helicópteros puedan hacer rodaje aéreo, estos deberán estar también convenientemente iluminados ya que en ellos, el helicóptero contactará con el tren de aterrizaje en tierra o se elevará a partir de ellos, por lo que son considerados TLOFs.

Hay dos formas de iluminar una TLOF en un helipuerto de superficie:

- Luces de superficie

Luces omnidireccionales fijas de color verde uniformemente espaciadas no más de 5 m con número mínimo de cuatro luces a cada lado, incluida la luz que deberá colocarse en cada esquina.

Como se puede observar en la Figura 49, en este caso se plantea un circuito de 12 luces verdes de TLOF para el área de toma de contacto y de elevación inicial situada en la FATO.

- Proyectores

Los proyectores se emplazarán de modo que no deslumbren a los pilotos en vuelo o al personal que trabaje en el área. La disposición y orientación de los proyectores será tal que se produzca un mínimo de sombras.

Se plantea un sistema de iluminación de los puestos de estacionamiento de la plataforma compuesto por 17 proyectores como queda especificado en la Figura 49.

- Luces de calle de rodaje

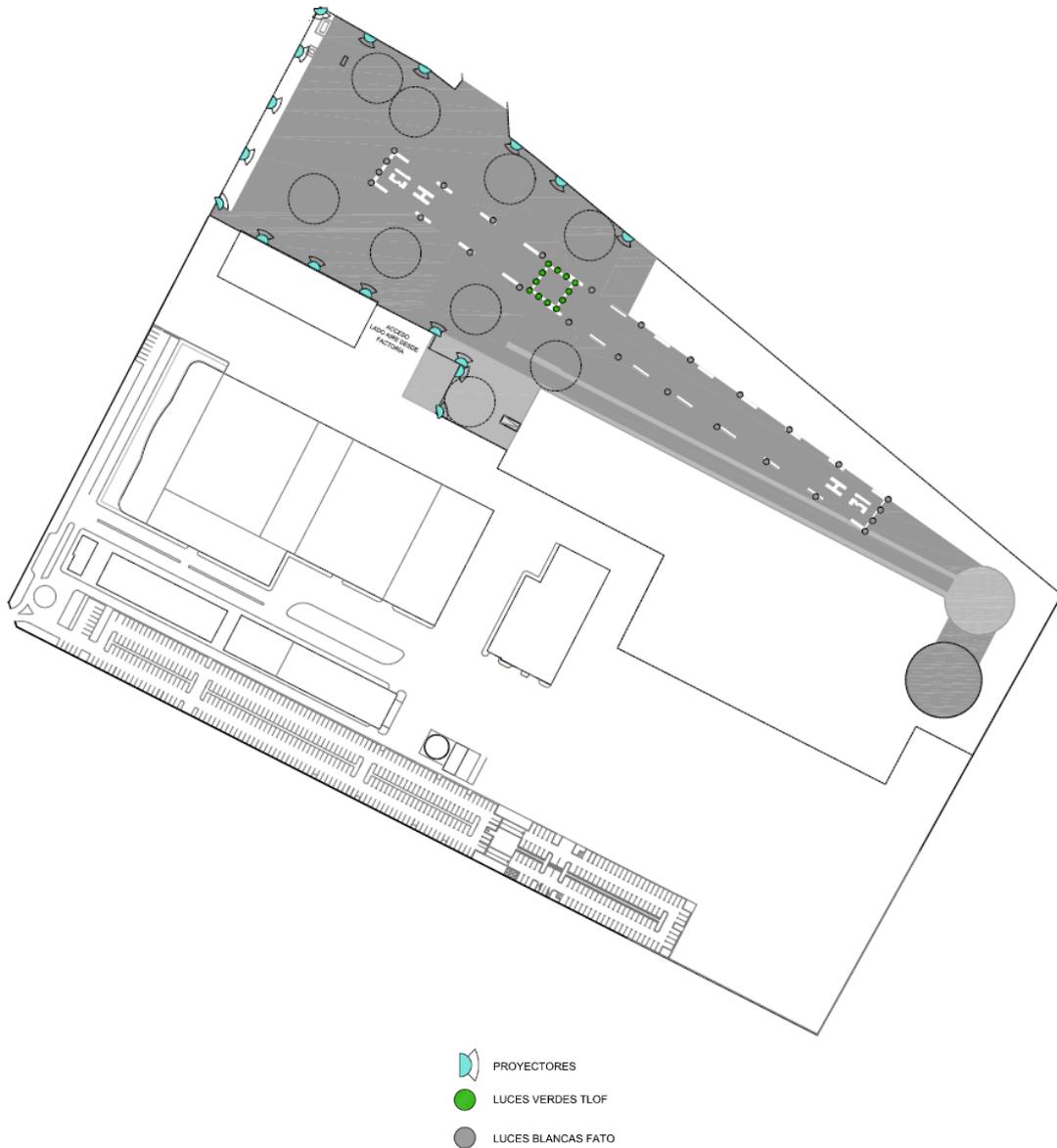
Es necesario que las calles de rodaje estén iluminadas para su uso nocturno, pero no necesitan luces específicas si teniendo en cuenta el carácter de las operaciones, puede obtenerse una guía adecuada mediante iluminación de superficie o por otros medios.

Esta es una de las razones por las que se plantea el uso de proyectores para iluminar los puestos de estacionamiento, porque indirectamente se obtiene una iluminación total de todos los elementos de la plataforma.

Esta decisión se ha tomado en base al ahorro que proporciona, tanto de instalación de luces como de consumo energético.

	Número de luces
<b>Proyectores</b>	17
<b>Luces Verdes TLOF</b>	12
<b>Luces Blancas FATO</b>	26

**Tabla 4: Resumen sistema de alumbrado de plataforma y FATO**



**Figura 49: Sistema de alumbrado propuesto**

La alimentación eléctrica del sistema proyectado constará de:

- Circuito de intensidad constante para las luces de FATO (con sus correspondientes reguladores de intensidad para cada luz).
- Circuito de tensión constante de 220 para las luces verdes de TLOF de la FATO (con su correspondiente transformador de tensión).
- Para la instalación de los proyectores se aprovechará en la medida de lo posible el circuito existente de los proyectores que se usan en la actualidad.

### 9.2.8 Otras actuaciones varias de carácter menor

La reconfiguración de la plataforma conlleva una serie de actuaciones de carácter menor que permitan el correcto funcionamiento de las operaciones que se llevan a cabo durante la fase de explotación.

La reubicación de los puestos de estacionamiento debe garantizar la posibilidad de seguir haciendo las pruebas que se llevan a cabo en la actualidad y es por esta razón que se estima necesaria la colocación de elementos de anclaje en al menos dos de los nuevos puestos de estacionamiento.

No se contempla la demolición de los elementos de anclaje que se utilizan en la actualidad, puesto que no afectan al correcto funcionamiento de las instalaciones y se está buscando realizar el menor número posible de actuaciones, por lo que también se descarta el traslado de un antiguo puesto de estacionamiento a uno nuevo.

Se seleccionarán los puestos en los que se considere necesaria la instalación de los anclajes y se ejecutará la instalación.

Estos anclajes deben ser tales que aguanten la fuerza ejercida hacia arriba por los helicópteros que realizarán las pruebas con el motor funcionando a la máxima potencia, sin que este pueda tomar el vuelo ni que se levante el pavimento.



**Figura 50: Detalle anclajes existentes**

Además, al plantear un puesto de estacionamiento dónde se repostará combustible para el SESCAM, es necesaria la instalación de un sumidero de rejilla en este puesto de estacionamiento, que conectará con la existente red de drenaje de aguas y separación de hidrocarburos, puesto que en las zonas dónde se suministra combustible existe más riesgo de vertido de hidrocarburos.

## 9.3 DESCRIPCIÓN FASE DE EXPLOTACIÓN

Se expone en este apartado los procedimientos previstos en la operación de las aeronaves.

### 9.3.1 Uso del helipuerto

De acuerdo con el artículo 1.3 del Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, modificado por el Real Decreto 217/2014, de 24 de marzo, por el que se aprueban las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y se regula la certificación de aeródromos competencia del Estado, se define como aeródromo de uso público:

“Se entiende por aeródromo de uso público, los aeródromos civiles en los que se pueden realizar operaciones de transporte comercial, de pasajeros, mercancías y correo, incluidos aerotaxis. Los aeródromos de uso público deberán figurar como tal en la Publicación de Información Aeronáutica (AIP) del Servicio de Información Aeronáutica.

*El resto de los aeródromos se consideran aeródromos de uso restringido (...)*”

Asimismo en el artículo 3 del Real Decreto 1070/2015, de 27 de noviembre, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad operacional de aeródromos de uso restringido, se define aeródromo de uso restringido:

*“Cualquier infraestructura, incluidos los destinados a aeronaves ultraligeras, hidroaeródromos y helipuertos, distinto de los aeródromos de uso público definidos en el artículo 1.3 del Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, por el que se aprueban las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y el reglamento de certificación y verificación de aeropuertos y otros aeródromos de uso público.”*

Los helipuertos restringidos, al igual que los aeródromos restringidos, sólo pueden recibir vuelos que no sean de transporte público de pasajeros, o de transporte comercial. El helipuerto público, puede recibir todo tipo de vuelos.

En cuanto a la tipología de vuelos no comerciales, se admiten todos aquellos que sean "non revenue", es decir, todos aquellos en los que no exista un beneficio económico por la realización del vuelo. Vuelos que no tengan un pago comercial.

En base a lo expuesto, el helipuerto proyectado tiene la clasificación de **RESTRINGIDO**.

### 9.3.2 Tipo de operaciones

El helipuerto se diseña para operaciones visuales, VFR.

### 9.3.3 Horario de operación

El horario de operación del helipuerto será de H24.

### 9.3.4 Descripción de las maniobras

#### 9.3.4.1 Ruta principal

Se plantea la ruta principal de aproximación y ascenso hacia el Noroeste, de manera que sea coherente con la distribución de edificios ya existentes en el Parque Aeronáutico y con los vientos dominantes. Se exponen a continuación las trayectorias principales de despegue y aterrizaje.

	<b>RUMBO MAGNÉTICO</b>	<b>COEF. UTILIZACIÓN</b>
<b>APROXIMACIÓN</b>	305° 50' 23"	50%
<b>DESPEGUE</b>	305° 50' 23"	50%

**Tabla 5: Rumbos y utilización de la ruta principal**

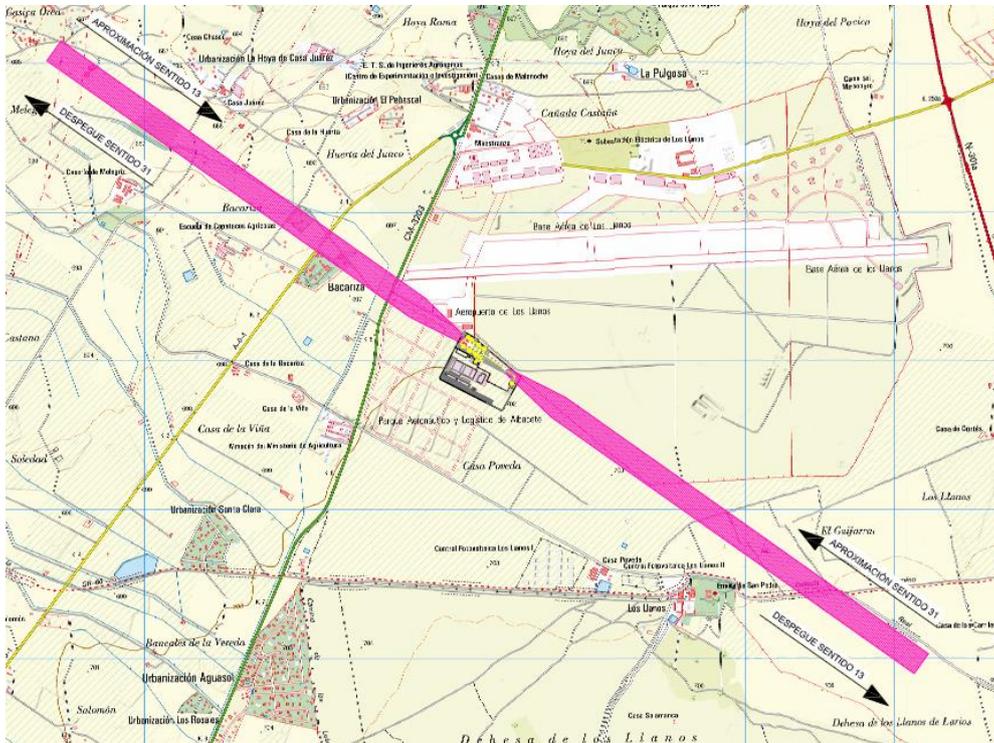
9.3.4.2 *Ruta Secundaria*

Se exponen a continuación las trayectorias secundarias de despegue y aterrizaje, que son las del sentido opuesto a las principales.

	<b>RUMBO MAGNÉTICO</b>	<b>COEF. UTILIZACIÓN</b>
<b>APROXIMACIÓN</b>	125° 50' 23"	50%
<b>DESPEGUE</b>	125° 50' 23"	50%

**Tabla 6: Rumbos y utilización de la ruta secundaria**

Estas rutas se muestran en el siguiente diagrama. Cabe comentar que se han diseñado de forma que se minimice la interferencia con los edificios del Parque Aeronáutico y con la Base Aérea de Albacete.



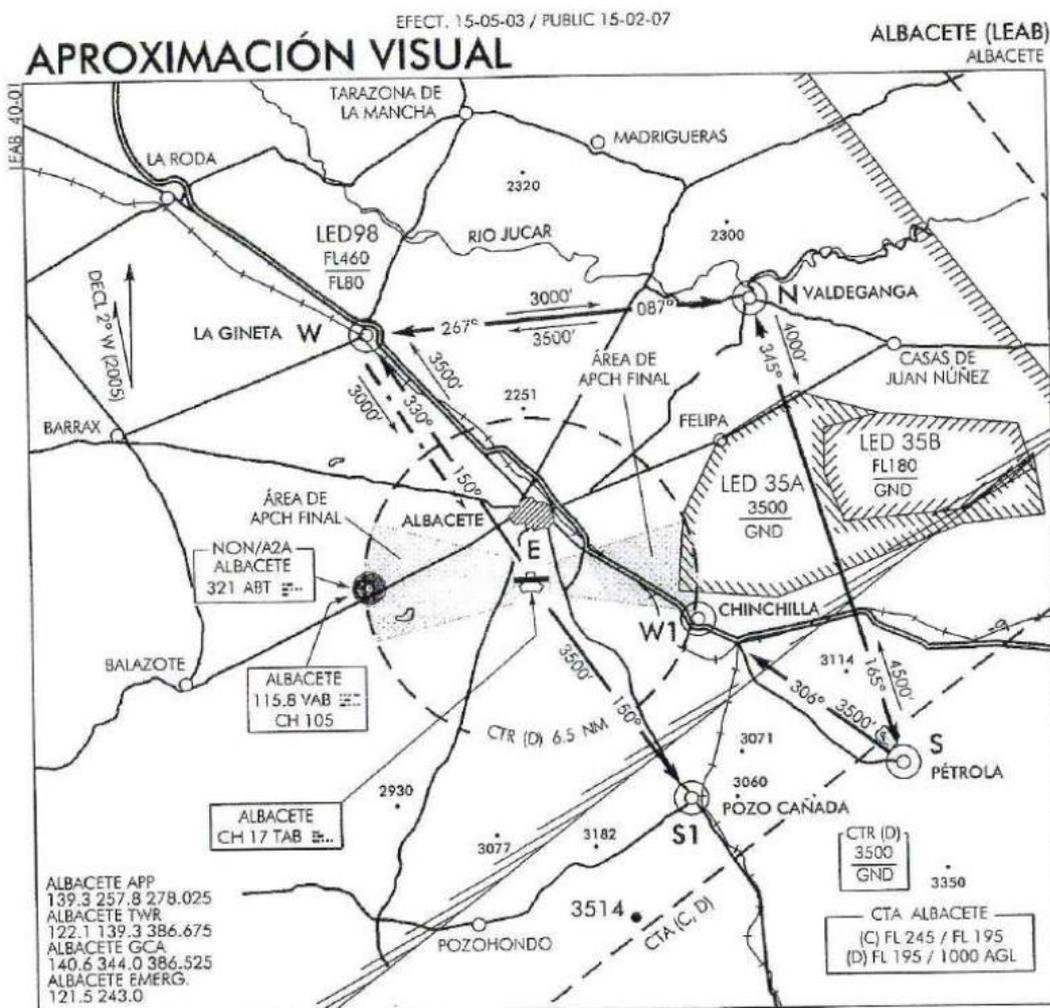
**Figura 51: Rutas de aproximación y despegue**

### 9.3.5 Procedimientos previstos

Dada la proximidad del helipuerto a la Base Aérea de Albacete, se ha firmado una carta de acuerdo entre la Base Aérea de Albacete y Airbus Helicopters España, estableciendo un procedimiento de coordinación de las operaciones de la Base Aérea con el helipuerto.

Este procedimiento de coordinación se puede ver en un anexo adjunto. En él se establece que antes de cada vuelo se debe obtener la autorización del Coronel Jefe de la Base Aérea de Albacete, realizándose la comunicación por carta, fax o teléfono.

Además, se podrán realizar aproximaciones y despegues desde el helipuerto siempre y cuando se tenga la autorización de la torre de control. Se establece también el punto S1 como preferente para las aproximaciones y se define el circuito de tráfico.



**Figura 52: Carta de aproximación visual**

### 9.3.6 Propuesta de integración en la estructura del espacio aéreo

Dado que ya existe un procedimiento de coordinación para las operaciones aéreas de Airbus Helicopters España en el helipuerto, su integración será inmediata con sólo publicar las coordenadas del ARP

### 9.3.7 Previsiones iniciales de tráfico

Dado que el helipuerto se va a destinar principalmente a pruebas en vuelo de sistemas así como a entrega de helicópteros producidos, resulta difícil evaluar de forma precisa el número de operaciones. Además, la flota que opera en el helipuerto es muy diversa.

Tomando como referencia las operaciones realizadas el último año, se obtiene la estimación siguiente (la mitad de las operaciones son aproximaciones y la otra mitad despegues):

Operaciones	DÍA (07-19H)	TARDE (19-23H)	NOCHE (23-07H)
Aproximaciones (LD)	350	28	8
Despegues (TO)	350	28	8
TOTAL:	772		

Tabla 7: Tráfico previsto

### 9.3.8 Compatibilidad con los núcleos urbanos próximos

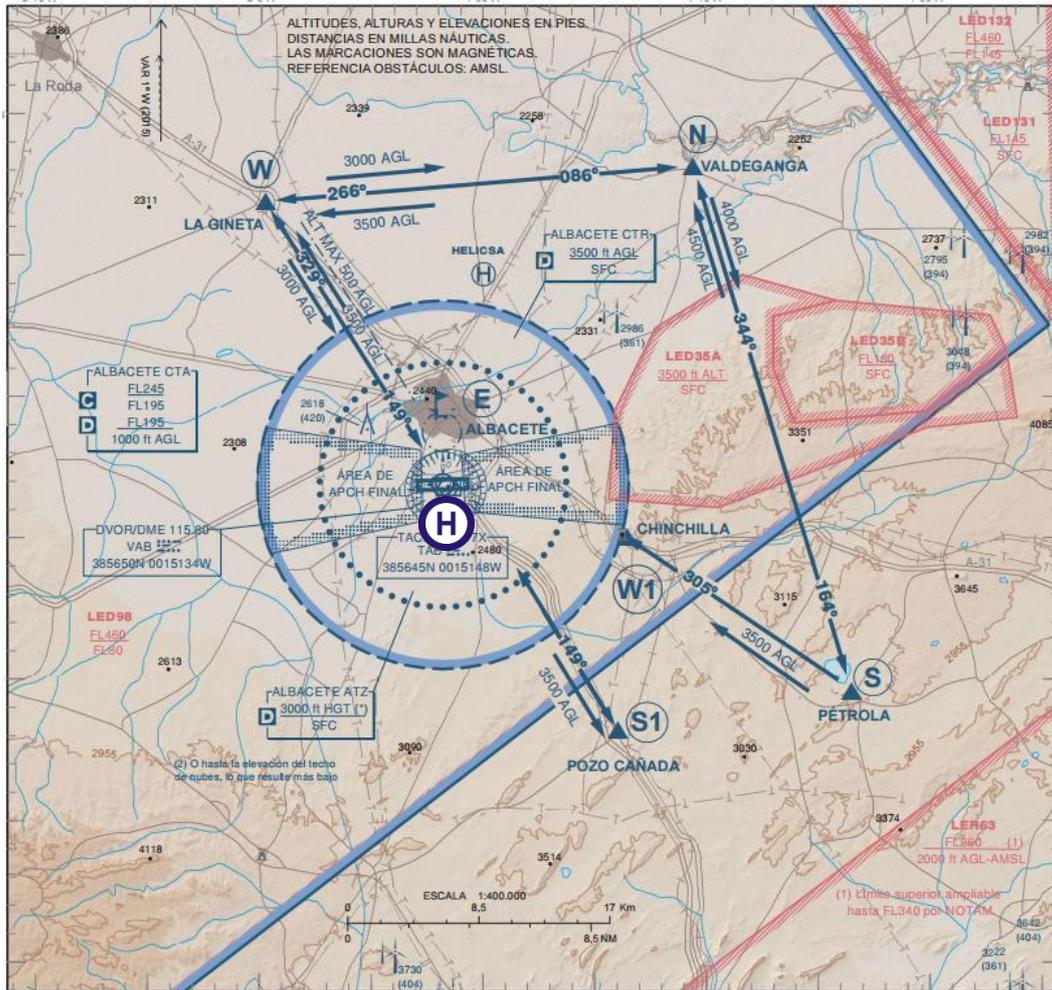
Respecto a la compatibilidad con los núcleos urbanos próximos, hay que destacar que el helipuerto se enmarca dentro del Parque Aeronáutico de Albacete.

El emplazamiento está situado a menos de 10 kilómetros de la ciudad de Albacete y diversos pequeños núcleos urbanos de su alrededor. Es por esto que se han diseñado unas rutas de despegue y aproximación compatibles con estos núcleos urbanos.

### 9.3.9 Análisis del espacio aéreo circundante

#### 9.3.9.1 Espacio aéreo ATS

Se refleja a continuación el espacio aéreo cercano al emplazamiento del helipuerto.



**Figura 53: Espacio aéreo cercano al emplazamiento**

Como se puede observar, el helipuerto se encuentra dentro del ATZ de Albacete, en espacio aéreo clase D desde el terreno hasta 3000 ft de altura o el techo de nubes, lo que resulte más bajo. Alrededor de este ATZ se encuentra el CTR de Albacete, de clase D, desde el terreno hasta los 3500 ft AGL. Estas zonas están incluidas en el CTA de Albacete.

**9.3.9.2 Aeropuertos y helipuertos de uso público**

En lo que respecta a aeródromos y helipuertos de uso público, el único aeródromo en la provincia de Albacete corresponde a la Base Aérea de Albacete. En concreto, la ubicación propuesta se encuentra junto a ésta, a escasos metros del vallado de la Base. Como es evidente, aunque esto no imposibilita la instalación de un helipuerto, debe existir una coordinación entre ambas infraestructuras.



**Figura 54: Aeródromos y helipuertos de uso público (AIP AD 1.3)**

**9.3.9.3**      *Aeropuertos de uso restringido*

En lo que respecta a aeródromos de uso restringido, los más cercanos se encuentran a más de 40 km, por lo que no suponen ninguna interferencia. Las distancias aproximadas son de:

<b>Aeródromo</b>	<b>Distancia</b>
Ontur	47 km
Casa de los Pinos	58 km
Almansa	66 km

**Tabla 8: Aeródromos de uso restringido cercanos**



Figura 55: Aeródromos de uso restringido (AIP AD 1.3)

9.3.9.4 Helipuertos de uso restringido

**Helipuertos de uso restringido:** El único en la provincia de Albacete es el de Helicsa, que dista aproximadamente 14 km de la ubicación, por lo que **no supone una interferencia**.



Figura 56: Helipuertos de uso restringido (AIP AD 3.1)

9.3.9.5 Deporte aéreo y actividades recreativas recogidas en el AIP

Dentro de esta categoría encontramos campos de vuelo sin motor, de ultraligeros, aeroestaciones y zonas de salto en paracaídas. El siguiente mapa muestra la situación de algunos de ellos y la ubicación propuesta.

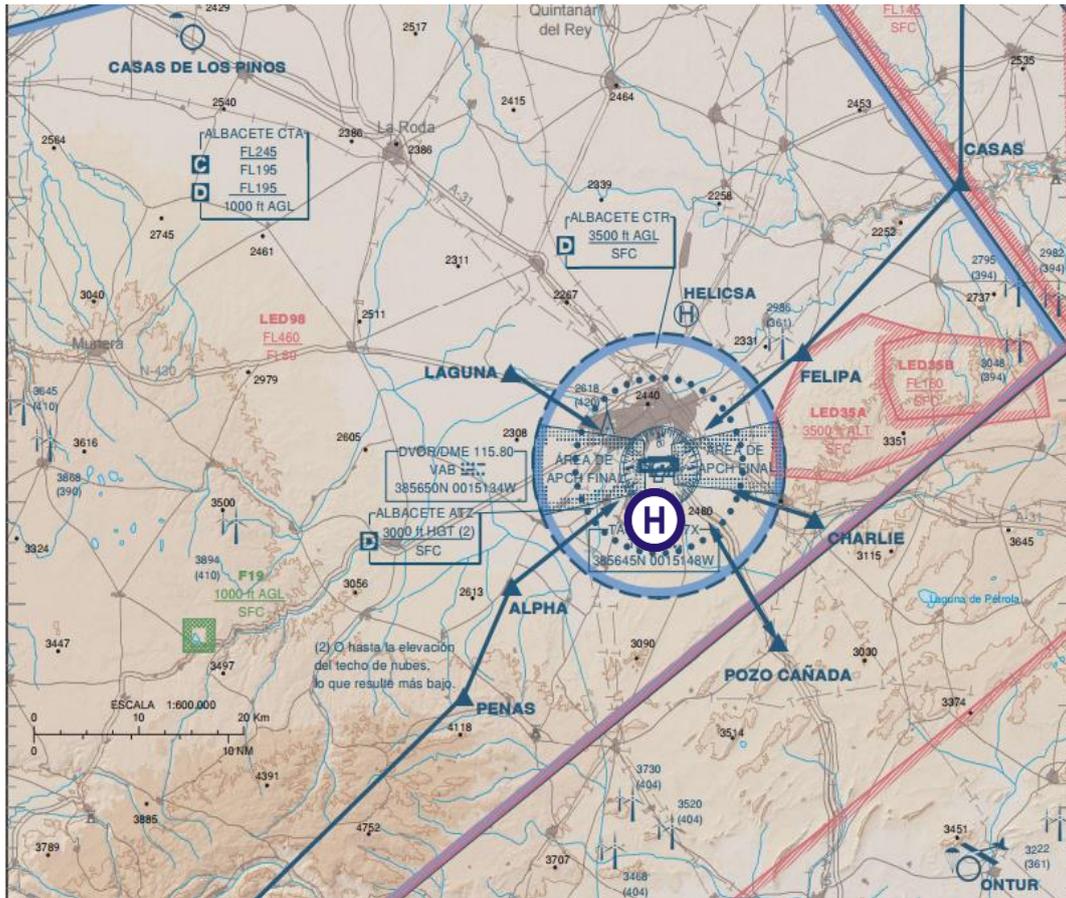


Figura 57: Campos de vuelo en los alrededores del emplazamiento (AIP AD LEAB VAC 2)

- Campos de vuelos sin motor:

No existe ninguno en la provincia, por lo que no hay ninguna posible interferencia.

- Campos de vuelo de ultraligeros:

Hay 2 en la provincia. Las distancias aproximadas a la ubicación del helipuerto son:

Aeródromo	Distancia
Ontur	47 km
Almansa	66 km

**Tabla 9: Campos de vuelo de ultraligeros**

Dadas las grandes distancias a la ubicación, se estima que no hay ninguna posible interferencia.

ALBACETE: Almansa (Aeródromo)	385404N 0010634W	C/E: AEROCLUB ALMANSA Tel: +34-967 340 444 +34-609 226 621	Ninguna / None.
Ontur (Aeródromo)	383701N 0013130W	C/E: AEROCLUB DE ALBACETE Tel: +34-967 555 727 +34-666 163 200	Ninguna / None.

- Aeroestaciones:

No existe ninguno en la provincia, por lo que no hay ninguna posible interferencia.

- Salto en paracaídas:

La única instalación en la que se practica en la provincia de Albacete es en el Aeródromo de Ontur, a unos 47 km, por lo que se estima que no hay ninguna posible interferencia.

ALBACETE: AD Ontur	Círculo / Circle 5 NM radio / radius centrado en / centred at 383705N 0013126W.	Límite superior / Upper limit: 14000 ft AMSL	
-----------------------	---	---	--

**9.3.9.6**      *Zonas prohibidas, restringidas y peligrosas definidas en el AIP cercanas al helipuerto.*

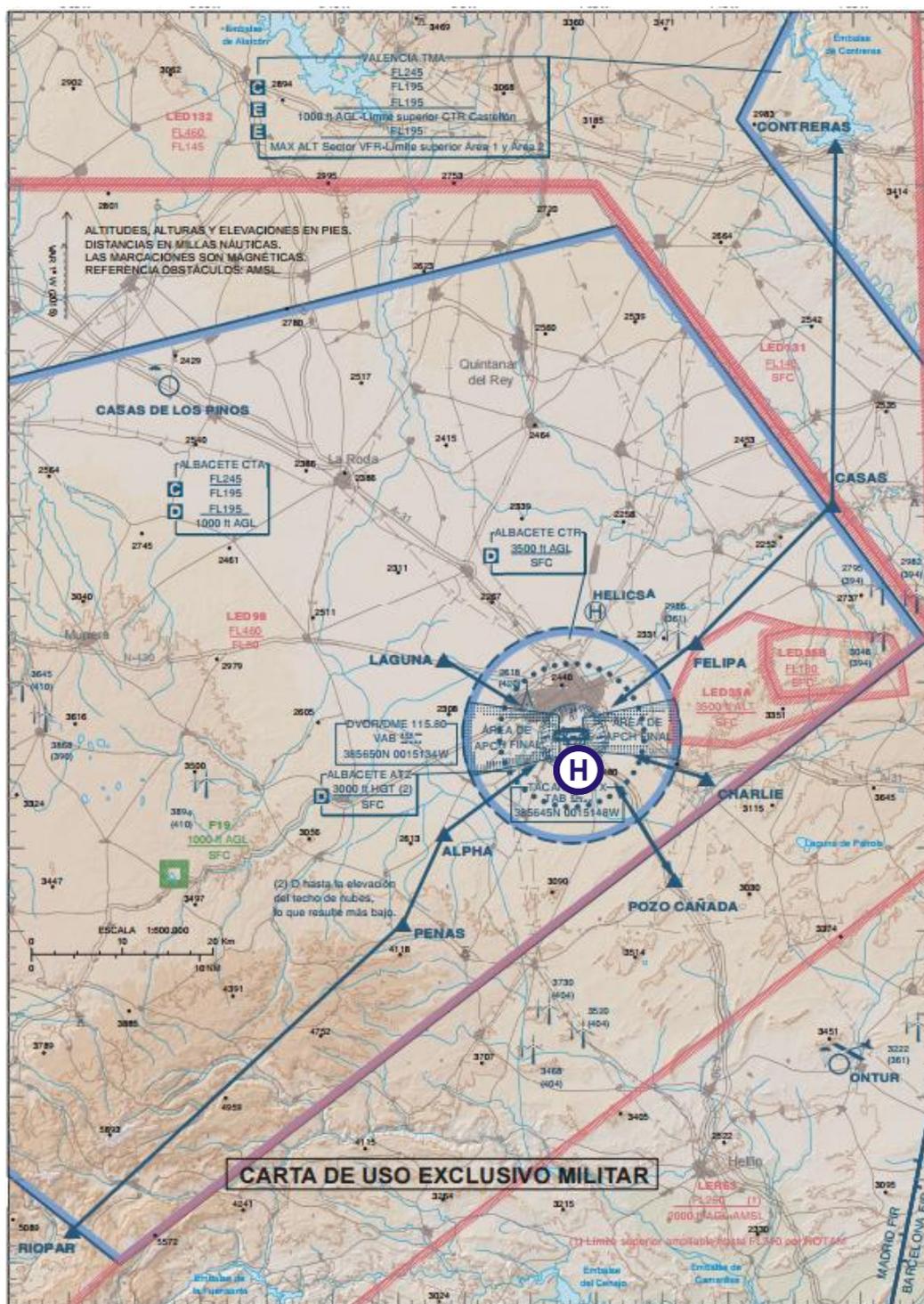


Figura 58: Zonas prohibidas, restringidas y peligrosas cercanas al emplazamiento

Como puede verse en la figura anterior, el emplazamiento se encuentra bajo la zona peligrosa LED98, que abarca desde el FL80 hasta el FL460. Otras zonas peligrosas cercanas son la LED35A, a unos 12 km y la LED35B, a unos 24 km de distancia, que abarcan desde el nivel del suelo hasta los 3500 ft y hasta el FL180 respectivamente.

Respecto a las áreas restringidas, la más cercana es la LER63, a unos 36 km y que abarca desde 2000 ft AGL-AMSL hasta el FL200.

No hay que destacar ninguna zona prohibida cercana.

Se adjunta información de estas zonas:

IDENTIFICACIÓN Y NOMBRE - Límites laterales IDENTIFICATION AND NAME - Lateral limits	Límite superior Upper limit Límite inferior Lower limit	Observaciones / Remarks (Hora de actividad, tipo de actividad, naturaleza del peligro) (Time of activity, type of activity, nature of hazard)
<p><b>LED35 CHINCHILLA (Albacete)</b> SECTOR A 390420N 0013821W; 390324N 0013408W; 390251N 0013657W; 390100N 0013657W; 385906N 0013600W; 385930N 0013000W; 390140N 0012630W; 385915N 0012601W; 385855N 0013002W; 385606N 0013926W; 385624N 0014422W; 385931N 0014405W; 390227N 0014216W; 390420N 0013821W. SECTOR B 390324N 0013408W; 390253N 0012713W; 390140N 0012630W; 385930N 0013000W; 385906N 0013600W; 390100N 0013657W; 390251N 0013657W; 390324N 0013408W.</p>	<p><u>3500 ft ALT</u> SFC</p>	<p>Ejercicios aéreos / Air exercises.  HJ. Coordinación con / Coordination with: ALBACETE TWR/APP.</p>
<p><b>LED98 LA MANCHA (Albacete)</b> 393000N 0024800W; 393000N 0015000W; 390300N 0012400W; 382500N 0022600W; 373800N 0032800W; 380800N 0033000W; 392300N 0025400W; 393000N 0024800W.</p>	<p><u>FL 460</u> FL 80</p>	<p>Área expresamente designada para vuelos supersónicos de aeronaves militares / Area specifically designated for supersonic flights of military aircraft: BTN UNL/FL 360 al oeste de la línea delimitada por las coordenadas / to the west of line delimited by the coordinates: 390915N 0022100W y/and VOR/DME YES.  Entrenamiento unidades aéreas. Training flights.  Ejercicios de reabastecimiento en vuelo. Air refuelling exercises.  MON/FRI: 0700-2200 EXC HOL. Otra actividad anunciada por / Other activity announced by NOTAM.</p>
<p><b>LER63 MURCIA (Academia General Aire)</b> 385100N 0012100W; 380700N 0005200W; 380700N 0002800W; 380300N 0002300W; Desde este punto, siguiendo la línea paralela a la costa a 12 NM, hasta / From this point, following a parallel line at 12 NM from shoreline to 365100N 0014000W; 365100N 0015000W; 370700N 0021000W; 370700N 0023200W; 372800N 0032100W; 381800N 0021600W; 385100N 0012100W.</p>	<p><u>FL 260</u> 2000 ft AGL/AMSL (1)</p>	<p>Vuelos de escuela y paracaidismo. / Flight and parachuting school. Antes de entrar en la zona establecer contacto radio con APP/TWR San Javier. / Before entering in the area radio contact must be established with San Javier APP/TWR. (1) Límite superior ampliable por NOTAM hasta FL 340 / Upper limit may be extended by NOTAM up to FL 340  Actividad / Activity: V: 0530 -1530 I: 0630 - 1630 Actividad nocturna anunciada por NOTAM/ Night activity announced by NOTAM. Periodos de no actividad / Non activity periods: 15 JUL/01 SEP, Semana Santa / Easter, 22 DEC/08 JAN, SAT, SUN &amp; HOL.</p>
		<p>ACFT con plan de vuelo IFR con origen/destino Murcia/San Javier AD y en contacto con TWR están autorizadas a entrar en la zona / ACFT with IFR flight plan origin/destination Murcia/ San Javier AD and in radio contact with TWR are authorized to enter the area.</p>

### 9.3.9.7 *Conclusión del análisis*

Del análisis se concluye que el helipuerto proyectado es compatible con el espacio aéreo circundante.

En este sentido, se cuenta con la resolución de fecha 12-02-2016, emitida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), que resuelve que no existe inconveniente para la ubicación del helipuerto al que hace referencia este documento ambiental en el emplazamiento de la factoría de Airbus Helicopters desde el punto de vista de su compatibilidad con el espacio aéreo actual.

## **10 INVENTARIO AMBIENTAL**

El objetivo de este capítulo es describir el medio tal y como es en el área en que se va a realizar el proyecto.

El proyecto a realizar no se trata de una nueva construcción sobre un terreno virgen, se trata más bien de un cambio de uso de un terreno (de plataforma de estacionamiento a plataforma de estacionamiento y pista de aterrizaje) que ya ha sido actuado con anterioridad y por tanto modificados. En este caso en concreto estas actuaciones además ya cuentan con la pertinente resolución ambiental por parte del órgano sustantivo correspondiente.

La construcción del helipuerto se enmarca, como se ha mencionado con anterioridad, dentro de la parcela (de uso industrial y referencia catastral 7311801WJ9171A0001AO) de la factoría de Airbus Helicopters, en el término municipal de Albacete:

Airbus Helicopters España  
Carretera de las Peñas, Km 5,3  
Polígono Aeronáutico y Logístico  
02066 Albacete

Las actuaciones por tanto, se realizan dentro del recinto vallado y no se van a ocupar nuevas parcelas.

### **10.1 MEDIO INERTE**

#### *10.1.1 Geología*

La comarca en la que se encuentra ubicada la factoría de Airbus Helicopters se denomina Centro, los suelos dominantes de la cual son de origen Cretácico, Triásico, Cuaternario y Jurásico. Estos suelos, en la superficie están compuestos por materiales pobres en materia orgánica y de alto contenido en sustancias salinas y carbonatadas.

Como se observa en la Figura 59, la primera capa de materiales es poco profunda y escasa en materia orgánica. La siguiente capa se caracteriza por su pedregosidad y la presencia de materiales compuestos por sustancias de alto contenido en caliza.

Los suelos en cuestión se clasifican como Clase II y se caracteriza desde este punto de vista en las limitaciones que impone la poca profundidad del suelo. Esta clasificación permite el cultivo en condiciones satisfactorias de cereales y legumbres, plantas forrajeras y frutales.



**Figura 59: Composición del suelo**

En el caso concreto de la parcela de Airbus Helicopters dónde se realizarán las actuaciones, el suelo ya ha sido modificado en fases anteriores de la construcción de la factoría, para conseguir las pendientes de la superficie y compactación del terreno necesarias para situar una plataforma de estacionamiento de helicópteros.

En las zonas concretas dónde se ubica la plataforma, los viales de vehículos, el puesto de calibración y su vial de acceso y la calle de rodaje de acceso a la pista de la Base Aérea, además, este terreno ha sido pavimentado, la mayoría con asfalto, aunque algunas zonas con hormigón.

### 10.1.2 *Clima*

Se ha tomado como referencia para la elaboración de este apartado los datos extraídos de la ficha climática del Aeropuerto de Albacete, que reflejan mediciones tomadas en el periodo 2010-2015 por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Al situarse la factoría de Airbus Helicopters justo al lado de la Base Aérea se han considerado los datos representativos de las condiciones del lugar.

El clima de Albacete presenta las características del clima mediterráneo continental, templado con temperaturas extremas en invierno y verano. La temperatura presenta variaciones significativas tanto entre estaciones como durante el día.

En la siguiente tabla se expresan los valores medios de las temperaturas diarias máximas, medias y mínimas de cada mes expresadas en °C.

ALBACETE/LOS LLANOS (702 m), 2011-2015												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T.Máx.	10.9	11.0	15.0	19.3	24.1	29.5	33.6	33.2	27.2	22.3	14.5	11.7
T.Med.	4.3	4.2	8.0	12.2	16.3	21.3	25.1	25.2	20.0	15.4	8.6	4.8
T.Mín.	-2.4	-2.6	1.0	5.2	8.6	13.1	16.7	17.1	12.9	8.5	2.6	-2.1

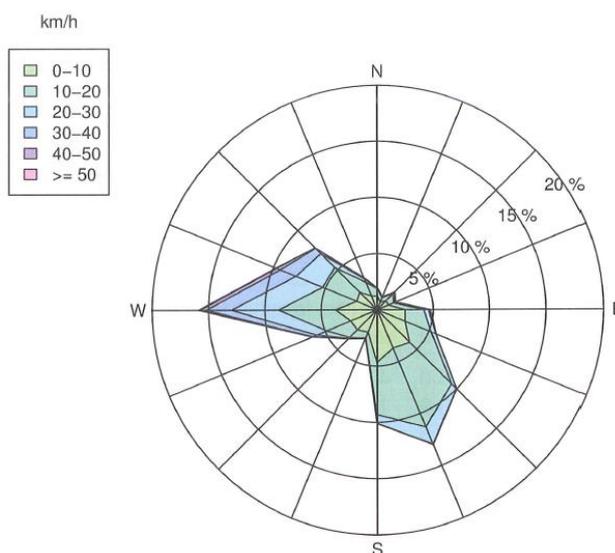
**Tabla 10: Temperaturas medias Base Aérea (AEMET)**

La pluviometría es escasa, se observan las precipitaciones mensuales expresadas en l/m<sup>2</sup> en la siguiente tabla:

ALBACETE/LOS LLANOS (702 m), 2011-2015												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Prec.med.	16.6	23.0	46.3	32.9	24.4	30.9	3.2	17.4	34.2	42.7	57.8	14.6

**Tabla 11: Precipitaciones mensuales (AEMET)**

Por último, la frecuencia en la dirección y velocidad media del viento (km/h) se ven reflejadas en la siguiente figura:



**Figura 60: Direcciones y velocidad del viento (AEMET)**

### 10.1.3 Hidrología

El proyecto se encuadra dentro del Sistema Mancha Oriental en el acuífero del mismo nombre que se alimenta de la percolación de excedentes de riego, la lluvia infiltrada por los materiales calizos y por la transferencia de otras unidades hidrogeológicas.

El terreno pertenece a la unidad acuífera UH7 que presenta unos descensos bastante marcados que pueden llegar a los 60-80m, coincidiendo esta etapa principalmente con el establecimiento de importantes sistemas de regadío a partir de 1980.

Sin embargo, la recarga natural está muy limitada dado el bajo índice de pluviosidad que se registra en Albacete y alto nivel de evapotranspiración potencial que se da en la zona.

Como es sabido, la parcela en concreto donde se ubicara el helipuerto, ya ha sido modificada con anterioridad, se han instalados redes de saneamiento, abastecimiento y drenaje de aguas. Todo ello cuenta con su aprobación ambiental.

En la zona específica dónde se ubicará la pista, las pendientes del terreno han sido modificadas para asegurar la correcta escorrentía de las aguas hacia los sumideros de la red de recogida de aguas pluviales. Estas aguas son limpiadas en la propia factoría de Airbus Helicopters.

#### 10.1.4 Paisaje

Se cataloga el paisaje haciendo referencia a los usos más importantes del territorio circundante, que desde la construcción del Parque Aeronáutico y Logístico de Albacete, es mayoritariamente industrial.

Este paisaje se compone de tierras removidas por anteriores actuaciones de construcción y edificios de factorías.



El proyecto además se llevará a cabo dentro de un recinto vallado, con lo que las actuaciones serán difícilmente observables desde el exterior.

## 10.2 MEDIO BIÓTICO

La flora de la zona se compone, debido a las características geohidromorfológicas, en su mayoría de matorral (ausencia de Encinar sp.), gramíneas xerófilas y pastizales.

En concreto en la zona de ejecución se observan las siguientes especies:

- Carrillo (*Stipa offneri* Breistr).
- Cardo zambombero (*Carthamus lanatus*).

- Trigueras (*Dactylis glomerata*).
- Toba (*Onopordum nervoso*).
- Marrubio (*Marrubio vulgare* L)

Asimismo, la fauna de la zona se compone de las siguientes especies en la zona:

- Liebre Mediterránea (*Lepus capensis* ).
- Conejo Común (*Oryctolagus cuniculus*).
- Paloma torcaz (*Columba palumbus*).
- Rata común (*Rattus norvegicus*).

Como en los anteriores apartado, es imperativo mencionar que las actuaciones se realizarán dentro de un recinto vallado (una de las razones por la que está vallado es impedir el acceso de animales) y cuyo suelo ha sido modificado y adaptado (removido, compactado y pavimentado) para albergar una factoría de ensamblaje de helicópteros con una plataforma de estacionamiento de aeronaves y sus instalaciones complementarias.

Por tanto, no se encuentra presencia de especies significativas de la fauna de la zona, ya que se impide su entrada en la parcela.

Con respecto a la flora, en la zona del campo de vuelos, no se aprecia tampoco presencia de especies significativa, tan solo de maleza con nulo valor ambiental.



**Figura 61: Maleza presente en el campo de vuelos**

## **10.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO**

### *10.3.1 Explotación económica del suelo*

La factoría de Airbus Helicopters se sitúa dentro del polígono industrial conocido como el Parque Aeronáutico y Logístico de Albacete, con gran concentración de empresas industriales del sector de la aeronáutica.

Como se ha mencionado con anterioridad, los terrenos de la factoría de Airbus Helicopters, dónde se realizarán las actuaciones, tienen un uso industrial. Concretamente la factoría se dedica al ensamblaje final, la clientización, el mantenimiento y la reparación de helicópteros.

Más específicamente la zona dónde se ubicará el helipuerto dentro de la factoría, corresponde a una plataforma de estacionamiento de aeronaves y a terrenos dedicados a hacer pruebas y mantenimiento de aeronaves.

La empresa cuenta con más de 500 empleados, sumando las dos plantas que tiene en España (Getafe y Albacete) y a esto habría que añadirle los puestos de trabajo generados de manera indirecta a todas las empresas que abastecen de materiales y servicios a estos centros.

Su particular localización, en un polígono industrial específico para empresas aeronáuticas, hace que su presencia sea muy beneficiosa para el desarrollo industrial de toda la región, debido a las sinergias que se dan entre las empresas que la rodean.

### *10.3.2 Patrimonio cultural*

Consultada la información existente a este respecto, y visto el Documento Ambiental realizado para la Construcción de la Factoría, y la Resolución Ambiental correspondiente, se concluye la no existencia de restos arqueológicos en la zona de actuación.

## **11 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS**

En esta parte del documento, se procede a identificar aquellos medios susceptibles de sufrir impacto con la ejecución del proyecto, también se lleva a cabo una cuantificación precisa a fin de conocer en qué medida pueden ser dañados.

### **11.1 ACCIONES POTENCIALMENTE IMPACTANTES**

Se entiende como acciones potencialmente impactantes, todas aquellas acciones que, provenientes de la ejecución de un determinado proyecto, derivan un efecto que, aplicado sobre el entorno natural en que se encuentra ubicada la infraestructura, son susceptibles de producir una serie de daños que alteran el entorno negativamente.

En este caso concreto, se han identificado las siguientes posibles causas susceptibles de causar un efecto negativo en el entorno, para las distintas fases del proyecto:

<b>FASES</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>ACCIÓN CONSIDERADA</b>
<b>FASE DE PROYECTO</b>	PLANEAMIENTO DEL HELIPUERTO	OBJETIVOS Y FINES DEL PROYECTO
	LOCALIZACIÓN	LOCALIZACIÓN DEL HELIPUERTO
<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	EXPLANACIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	NIVELACIÓN DE TIERRAS
		COMPACTACIÓN DE TIERRAS
		RETIRADA DE LA TIERRA VEGETAL Y TALADO DE ARBOLADO QUE INTERFIERA EN LA EXPLOTACIÓN
	FIRMES Y PAVIMENTOS	CAPA DE ZAHORRAS
		VERTIDO DE ASFALTO
OBRAS Y TRABAJOS AUXILIARES	INSTALACIONES AUXILIARES	
<b>FASE DE EXPLOTACIÓN</b>	TRÁFICO DE AERONAVES	RUIDO
		SOBREVUELO ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
		VERTIDOS DE LÍQUIDOS
		EMISIONES DE GASES

**Tabla 12: Acciones potencialmente impactantes**

## 11.2 POSIBILIDAD DE AFECCIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

Los factores del medio que finalmente son susceptibles de sufrir impacto tras la realización del proyecto, se muestran en siguiente tabla:

SUBSISTEMA	MEDIO	FACTOR	SUBFACTOR
FÍSICO NATURAL	INERTE	AIRE	CONTAMINACIÓN DEL AIRE
			CONFORT SONORO
		PROCESOS	EROSIÓN
			INUNDACIONES
			COMPACTACIÓN Y ASIENTO
			CONTAMINACIÓN DEL SUELO
	TIERRA-SUELO	RELIEVE Y CARÁCTER TOPOGRÁFICO	
		BIÓTICO	FAUNA
	VEGETACIÓN		VEGETACIÓN
	PERCEPTUAL	PAISAJE INTRÍNSECO	CALIDAD DEL PAISAJE
		INTERVISIBILIDAD	POTENCIAL DE VISITAS
INCIDENCIA VISUAL			
POBLACIÓN Y ACTIVIDADES	POBLACIÓN	CARACTERÍSTICAS CULTURALES	SALUD Y SEGURIDAD
			ACEPTABILIDAD SOCIAL DEL PROYECTO
POBLAMIENTO	INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS	INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS	INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA
			INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA
	ESTRUCTURA URBANA	EQUIPAMIENTOS Y SERVICIOS	EQUIPAMIENTO Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
		MORFOLOGÍA	TIPOLOGÍA Y TIPISMO
		PLAN URBANÍSTICO	DISCIPLINA URBANÍSTICA

**Tabla 13: Factores del medio susceptibles a impacto**

### 11.3 ESTABLECIMIENTO DE INDICADORES

Será necesario cuantificar los diferentes impactos que el desarrollo de las obras y la operación del helipuerto tendrá sobre el entorno.

Para ello se valorarán aspectos tales como:

- Cuantificación del impacto paisajístico generado.

- Cuantificación y cualificación del volumen de obras realizadas: generación de residuos, recuperación y reciclado de los mismos, uso de materiales procedentes de reciclaje,....
- Cuantificación y calificación de residuos tóxicos, residuos peligrosos, residuos no peligrosos, vertidos líquidos y emisiones gaseosas, generados en la explotación de las instalaciones, tanto en trabajos de operación normal, como en las pruebas de funcionamiento, trabajos de mantenimiento, piezas desechadas, materiales desguaces, etc.

## 11.4 MATRIZ DE IMPACTOS

La matriz adjunta muestra los impactos potenciales del proyecto, incluso los no significativos.

En ella, se clasifica el posible impacto respecto a dos categorías:

- Carácter del impacto: positivo o negativo.
- Cuando se trate de un impacto negativo, intensidad cualitativa del impacto: compatible, moderado, severo o crítico.

La tipología de los impactos viene definida en el Anexo VI de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental:

- Impacto ambiental compatible: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas preventivas o correctoras.
- Impacto ambiental moderado: Aquel cuya recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- Impacto ambiental severo: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- Impacto ambiental crítico: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Es destacable el hecho de que las actuaciones a realizar en la fase de construcción serán dentro de un recinto cerrado de carácter industrial, previamente adaptado para construir, en el que se desarrolla una actividad industrial ligada a la aeronáutica. Este hecho hace que la incidencia del proyecto en el entorno sea mínima, incluido en la fase de explotación ya que la nueva construcción no afecta significativamente a las actividades de explotación que se desarrollan en la actualidad en la factoría.

La empresa está preparada para hacer frente a los residuos generados por las actividades de explotación y además, al estar emplazada en el Parque Aeronáutico y Logístico de Albacete se puede decir que el entorno más cercano está preparado para las actividades que se desarrollan, sobre todo al estar tan próximo a la Base Aérea abierta el Tráfico civil de Los Llanos, dónde son habituales operaciones de despegue y aterrizaje de aviones de combate.

De todos los impactos analizados, cuando se analiza un helipuerto, siempre se destacan los impactos provocados en fase de explotación, como por ejemplo, los de emisión de gases y de generación de ruido.

Estos impactos son considerados severos en cuanto a la incidencia de los mismos, sin embargo en el caso que ocupa este proyecto, como se ha expuesto con anterioridad, debido a la localización de la factoría al lado de la Base Aérea y a que el incremento de las operaciones de aterrizaje y despegue esperado no se considera significativo, se ha reducido la importancia de los mismos.

				FACTORES AMBIENTALES																					
				SUBSISTEMA FÍSICO NATURAL										SUBSISTEMA POBLACIÓN Y ACTIVIDADES		SUBSISTEMA POBLAMIENTO									
				MEDIO INERTE					MEDIO BIÓTICO		MEDIO PERCEPTUAL			POBLACIÓN		INFRAESTRUC. Y SERVICIOS		ESTRUCTURA URBANA							
				AIRE		TIERRA-SUELO		PROCESOS			VEGETACIÓN y FAUNA		PAISAJE INTRINSECO	INTERVISIBILIDAD		CARACTERÍSTICAS CULTURALES		INFRAESTRUC. Y SERVICIOS	EQUIPAMIENTOS Y SERVICIOS	MORFOLOGIA	PLANAMIENTO URBANÍSTICO				
				CONTAMINACIÓN DEL AIRE	CONFORT SONORO	RELIEVE Y CARÁCTER TOPOGRÁFICO	CONTAMINACIÓN DEL SUELO	INUNDACIONES	EROSIÓN	COMPACTACIÓN Y ASIENTO	VEGETACIÓN	FAUNA	CALIDAD DEL PAISAJE	POTENCIAL DE VISTAS	INCIDENCIA VISUAL	SALUD Y SEGURIDAD	ACEPTABILIDAD SOCIAL DEL PROYECTO	INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA	INFRAESTRUCTURAS DEL HELIPUERTO	EQUIPAMIENTO PROTECCIÓN CONTRAINCENDIOS	TIPOLOGÍA Y TIPISMO	DISCIPLINA URBANÍSTICA			
ACCIONES	FASE DE PROYECTO	PLANEAMIENTO DEL HELIPUERTO	OBJETIVOS Y FINES DEL PROYECTO													+	+		+	+					
		LOCALIZACIÓN	LOCALIZACIÓN DEL HELIPUERTO														+	+		+	+	+	+		
	FASE DE CONSTRUCCIÓN	EXPLANACIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	NIVELACIÓN DE TIERRAS		- / Co	- / M				- / Co		+													
			COMPACTACIÓN DE TIERRAS		- / Co	- / M				- / Co		+													
			RETIRADA DE TIERRA VEGETAL QUE INTERFIERA EN LA EXPLOTACIÓN							- / Co	- / Co	- / Co	- / Co												
		FIRMES Y PAVIMENTOS	CAPA DE ZAHORRAS		- / Co	- / M																			
			VERTIDO DE ASFALTO								- / Co														
	OBRAS Y TRABAJOS AUXILIARES	INSTALACIONES AUXILIARES																		- / Co					
	FASE DE EXPLOTACIÓN	TRÁFICO	RUIDO																				- / Co		
			TRÁFICO RODADO																					- / Co	
			VERTIDO DE LÍQUIDOS																						- / M
			EMISIONES DE GASES																						- / M
			OPERACIONES HELICOPTEROS																						- / Co

NOMENCLATURA: + Impacto Positivo      - Impacto Negativo      ? Impacto Difícil de valorar  
 Co Impacto Compatible      M Impacto Moderado      S Impacto Severo      Cr Impacto Crítico

#### 11.4.1 Impacto sobre los recursos geológicos

Las actuaciones para llevar a cabo la pista y la reconfiguración de la plataforma se realizarán en la parcela propiedad de Airbus Helicopters España, dentro del Parque Aeronáutico y Logístico de Albacete.

El terreno ya ha sido manipulado previamente para poder edificar en él, por lo que el impacto sobre los recursos geológicos se reduce a los posibles movimientos de tierras necesarios para nivelar el terreno y el asfaltado del mismo (todo esto dentro del recinto vallado de la factoría).

Toda la tierra de la zona exacta donde se ubicará la pista ya ha sido removida y parte ya ha sido asfaltada. El asfaltado cumplirá una doble función, la de hacer que el terreno resista mejor el peso de las aeronaves (sobre todo en las operaciones de despeje y aterrizaje) y la de evitar filtraciones de productos derivados de la explotación que puedan ser nocivos para el suelo.

En este sentido se puede afirmar que tanto por el volumen como por la naturaleza de las actuaciones y el terreno, el impacto sobre los recursos geológicos es COMPATIBLE.

#### 11.4.2 Impacto sobre la hidrología

El impacto sobre la hidrología se reducirá exclusivamente a la zona de actuación, no siendo necesaria ninguna otra zona necesaria para el correcto desarrollo de los trabajos.

En la factoría, completamente vallada, ya existe una plataforma de estacionamiento de helicópteros con su sistema de canalización y limpieza de aguas. Las dimensiones de la plataforma no van a variar por lo que no será necesaria su modificación.

Teniendo en cuenta que no se interfiere en ningún arroyo y que los terrenos dónde se actuará fueron acondicionados en su día para reconducir las aguas y este sistema no va a ser modificado, el impacto sobre la hidrología, se considera COMPATIBLE.

#### 11.4.3 Impacto sobre la vegetación

La única vegetación que existe en la zona donde se va a actuar de la parcela de Airbus Helicopters es la maleza característica que aparece en las zonas en las que la tierra ha sido removida, pero que al carecer de mantenimiento crecen en ella plantas silvestres, que forman una pequeña capa vegetal en el terreno. No hay en la zona donde se realizarán las actuaciones especies vegetales destacables.

Además, no se va a ser necesaria tala o recolocación de ningún árbol o arbusto debido a su afección a las superficies limitadoras de obstáculos aeronáuticos, por lo que se considera el impacto sobre la vegetación como COMPATIBLE.

#### 11.4.4 Impacto sobre la fauna y avifauna

Como se ha mencionado con anterioridad, el helipuerto se va a emplazar en un entorno vallado, una de las razones de ello, es evitar la intrusión de animales que pudiesen poner en peligro la seguridad de las operaciones, y por eso no existe en la actualidad fauna en el recinto de la factoría.

Con respecto a la avifauna, tanto el helipuerto como las rutas de aproximación y despegue diseñadas se encuentran lo suficientemente alejadas de las ZEPAS más cercanas. Además en lo que se refiere al emplazamiento concreto del helipuerto, al ser colindante con la Base Aérea abierta al tráfico civil de Los Llanos, la avifauna está controlada en la zona ya que la interferencia en uno de los vuelos de prueba de los aviones de combate, podría ser fatal.

Por tanto se puede considerar el impacto sobre la fauna y avifauna como COMPATIBLE.

#### 11.4.5 Impacto sobre el patrimonio común

A este respecto las consultas realizadas indican que el proyecto no tiene afección alguna sobre los bienes arquitectónicos ni arqueológicos del patrimonio común.

Por lo que el impacto sobre el patrimonio común se considera COMPATIBLE.

#### 11.4.6 Impacto sobre la socioeconomía

La modificación propuesta y que se pretende realizar en el campo de vuelos de la factoría de Airbus Helicopters es una actuación que se enmarca dentro del programa de crecimiento de la factoría, y se entiende necesaria para la buena evolución de su volumen de negocio.

Esta modificación, permitirá un mayor dinamismo en las actuaciones que tienen que ver con la entrega y mantenimiento de los helicópteros, siendo un factor muy apreciado por los clientes de Airbus Helicopters, los cuales podrán testear el producto terminado en unas condiciones óptimas.

Entre la planta de Airbus Helicopters de Albacete y la de Getafe, la empresa cuenta con más de 500 trabajadores sin contar los puestos de trabajo indirectos generados. Su ubicación dentro del Parque Aeronáutico y Logístico de Albacete, hace que el crecimiento de la factoría implique un desarrollo de la industria aeronáutica de la región, ya que puede atraer nuevas empresas al clúster aeronáutico que se quiere desarrollar en Albacete.

Además la realización de un helipuerto dentro de las propias instalaciones de la empresa, libera de tráfico la Base Aérea de Los Llanos, que no sólo cuenta con tráfico militar sino que también cuenta con tráfico civil, por lo que no sólo se beneficia Airbus Helicopters del proyecto, también el ejército y los pasajeros del aeropuerto.

También mencionar que existe un acuerdo entre la compañía y el Servicio de Salud de Castilla-La Mancha (SESCAM) para tener un helicóptero basado en sus instalaciones, por lo que las mejoras en la operatividad del campo de vuelos de la factoría repercutirán de manera directa en los servicios de salud pública de la Comunidad Autónoma y más concretamente en los provinciales, lo cual es beneficioso para la población de Albacete.

Así pues, por las razones anteriormente esgrimidas, se considera el impacto sobre la socioeconomía como POSITIVO.

#### 11.4.7 Impacto acústico

El presente apartado representa el estudio de previsión de ruido del helipuerto, necesario para establecer las medidas de prevención de ruido, determinando si existe afectación al entorno.

De acuerdo a las previsiones de tráfico, se determinan las huellas de ruido generadas por las operaciones de aterrizaje y despegue de aeronaves que se estima que operen en el helipuerto.

Los periodos de tiempo normalizados son los siguientes:

- L<sub>d</sub>: Periodo día, 7:00-19:00 horas.
- L<sub>e</sub>: Periodo tarde, 19:00-23:00 horas.
- L<sub>n</sub>: Periodo noche, 23:00-7:00 horas.

Según el artículo 23 del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, se establecen los valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias. En este artículo se indica lo siguiente:

*“Artículo 23. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.*

*1. Las nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias o aeroportuarias deberán adoptar las medidas necesarias para que no transmitan al medio ambiente exterior de las correspondientes áreas acústicas, niveles de ruido superiores a los valores límite de inmisión establecidos en la tabla A1, del anexo III, evaluados conforme a los procedimientos del anexo IV.*

*2. Así mismo, las nuevas infraestructuras ferroviarias o aeroportuarias no podrán transmitir al medio ambiente exterior de las correspondientes áreas acústicas niveles de ruido superiores a los establecidos como valores límite de inmisión máximos en la tabla A2, del anexo III, evaluados conforme a los procedimientos del anexo IV.*

*3. De igual manera, las nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias o aeroportuarias deberán adoptar las medidas necesarias para evitar que, por efectos aditivos derivados directa o indirectamente de su funcionamiento, se superen los objetivos de calidad acústica para ruido establecidos en los artículos 14 y 16.*

*4. Lo dispuesto en este artículo se aplicará únicamente fuera de las zonas de servidumbre acústica.”*

Y considerando que los valores límite de inmisión corresponden a los valores límites de inmisión aplicables a nuevas infraestructuras aeroportuarias, se tienen como referencia las siguientes tablas del Anexo III del Decreto 1367/2007:

### ANEXO III

#### Emisores acústicos. Valores límite de inmisión

**Tabla A1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.**

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		$L_d$	$L_e$	$L_n$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60

**Tabla A2. Valores límite de inmisión máximos de ruido aplicables a infraestructuras ferroviarias y aeroportuarias.**

Tipo de área acústica		Índice de ruido $L_{Amax}$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	80
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	85
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	88
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	90
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	90

**Tabla 14: Tablas valores límites de ruido Anexo III del Decreto 1367/2007**

El helipuerto se ubica en un sector del territorio con predominio de suelo industrial, por lo que el límite de inmisión de ruido es de:

- 70 db para periodo día y tarde.
- 60 db para periodo noche.
- El límite de inmisión máximo es de 90 db.

A la hora de abordar el estudio del ruido, se debe tener en cuenta una parte objetiva que considera la física de las vibraciones y su propagación en forma de ondas; y una parte subjetiva que contempla la distinta sensibilidad del oído humano ante las diferentes frecuencias que a él llegan y la respuesta cerebral a la perturbación producida por el estímulo acústico.

Por lo tanto, el problema de la evaluación del ruido radica en establecer la correlación entre ambas partes. Por ello los Estados han desarrollado métodos cada vez más sofisticados para medir los índices de exposición al ruido. Entre ellos, cabe destacar el Modelo Integrated Noise Model (INM)

desarrollado por la Federal Aviation Administration (F.A.A.) de los EEUU, que permite la simulación acústica de escenarios mediante un modelo matemático informatizado de previsión de niveles sonoros.

En concreto, en este estudio, tal y como se ha mencionado en párrafos anteriores, se empleará el programa INM 7.0d.

#### 11.4.7.1 *Rutas propuestas*

Se han propuesto dos rutas para el uso del helipuerto, en función de los vientos dominantes y obstáculos colindantes.

##### Ruta principal

	<b>RUMBO MAGNÉTICO</b>	<b>COEF. UTILIZACIÓN</b>
<b>ATERRIZAJE (APROX. 31)</b>	305° 50' 23"	50%
<b>DESPEGUE (DESP. 31)</b>	305° 50' 23"	50%

**Tabla 15: Rumbos y utilización de la ruta principal**

##### Ruta secundaria

	<b>RUMBO MAGNÉTICO</b>	<b>COEF. UTILIZACIÓN</b>
<b>ATERRIZAJE (APROX. 13)</b>	125° 50' 23"	50%
<b>DESPEGUE (DESP. 13)</b>	125° 50' 23"	50%

**Tabla 16: Rumbos y utilización de la ruta secundaria**

#### 11.4.7.2 *Helicóptero de diseño*

El helipuerto se ha diseñado para su uso por diferentes helicópteros, en concreto: H 135, EC 145, Tigre, H 225 y NH 90.

No obstante, para el cálculo de huellas de ruido se elige el helicóptero que genera una mayor afección por el ruido (el H 225) y se asume que todas las operaciones se realizan con este modelo.

#### 11.4.7.3 *Operaciones*

De acuerdo con las previsiones iniciales de tráfico, se realizará un total de 350 despegues y otros tantos aterrizajes anuales en el periodo día. En el periodo tarde, se realizará un total de 28 despegues y otros tantos aterrizajes al año y en el periodo noche, 8. Como ya se ha mencionado, se asume que todas las operaciones son llevadas a cabo por el H 225.

Se define el número previsto de operaciones 'año' para el helipuerto en la siguiente tabla:

Aeronave	Operaciones DÍA (07-19H)		Operaciones TARDE (19-23H)		Operaciones NOCHE (23-07H)	
	TO	LD	TO	LD	TO	LD
<b>H 225</b>	350	350	28	28	8	8
<b>Total</b>	<b>350</b>	<b>350</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

**Tabla 17: Estimación operaciones anuales**

#### 11.4.7.4 Métrica empleada

Para la obtención de los contornos que definen las huellas estratégicas de ruido se ha empleado el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado tipo-A en los periodos definidos en la Ley 37/2003, de 17 de Noviembre, del Ruido, desarrollada por los Reales Decretos 1513/2005, de 16 de Diciembre, y 1367/2007, de 19 de Octubre.

Estos periodos incluyen: período de día ( $L_d$ ), correspondiente al período horario comprendido entre las 7:00 h y las 19:00 h de tiempo local, el periodo de tarde ( $L_e$ ) de 19:00 h a 23:00 h y el periodo noche ( $L_n$ ) de 23:00 h a 7:00 h.

#### 11.4.7.5 Confort sonoro

Para garantizar unos niveles de ruido aceptables se utilizan los criterios de calidad ambiental determinados en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre.

Dado que el uso del suelo donde se ubica el helipuerto es predominantemente industrial, se establece el valor umbral de 70 dB(A) como referencia.

$$L_d (7:00-19:00 \text{ horas}) \leq 70 \text{ dB(A)}$$

$$L_e (19:00-23:00 \text{ horas}) \leq 70 \text{ dB(A)}$$

$$L_n (23:00-7:00 \text{ horas}) \leq 60 \text{ dB(A)}$$

En los cálculos, tal y como se puede apreciar en los planos, se han determinado las isófonas cada 5 dB (A) a partir de los valores umbral anteriores.

Para los cálculos se establecen los siguientes datos de partida:

- Helicóptero utilizado: H 225.
- Temperatura: 33.0°C
- Viento: 0 km/h.
- Humedad: 70%.
- Frecuencia: según la tabla anterior.

Como puede apreciarse, el nivel límite establecido en 70 dB(A) para suelo industrial afecta principalmente a las propias instalaciones del helipuerto tanto en el periodo día como en el periodo

tarde. En el periodo noche, dado el bajo número de operaciones anuales, no se alcanza el valor de 55 dB a partir del cual el programa empleado representa las curvas, por lo que no se han obtenido planos para este periodo.

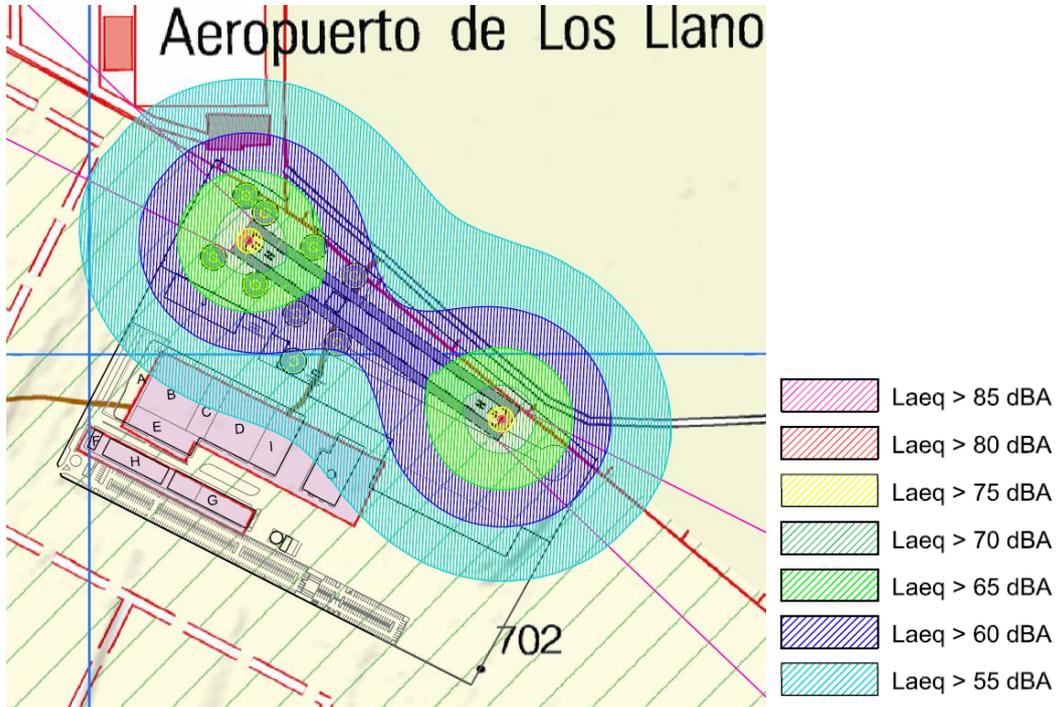


Figura 62: Huella de ruido periodo de día

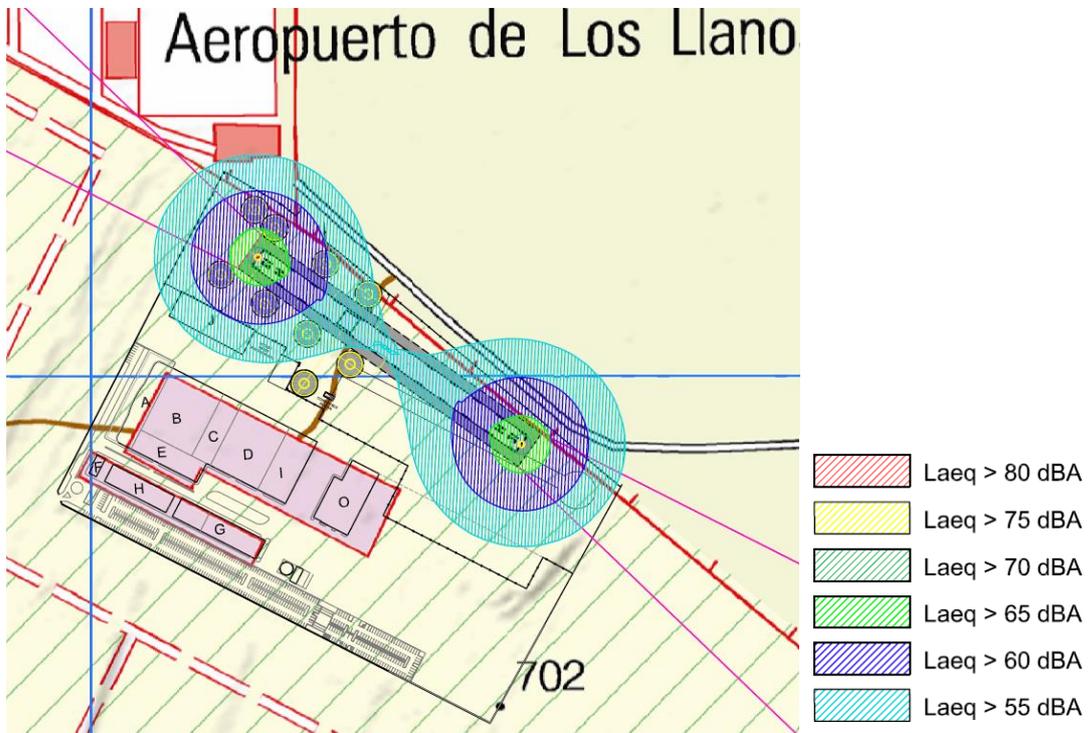
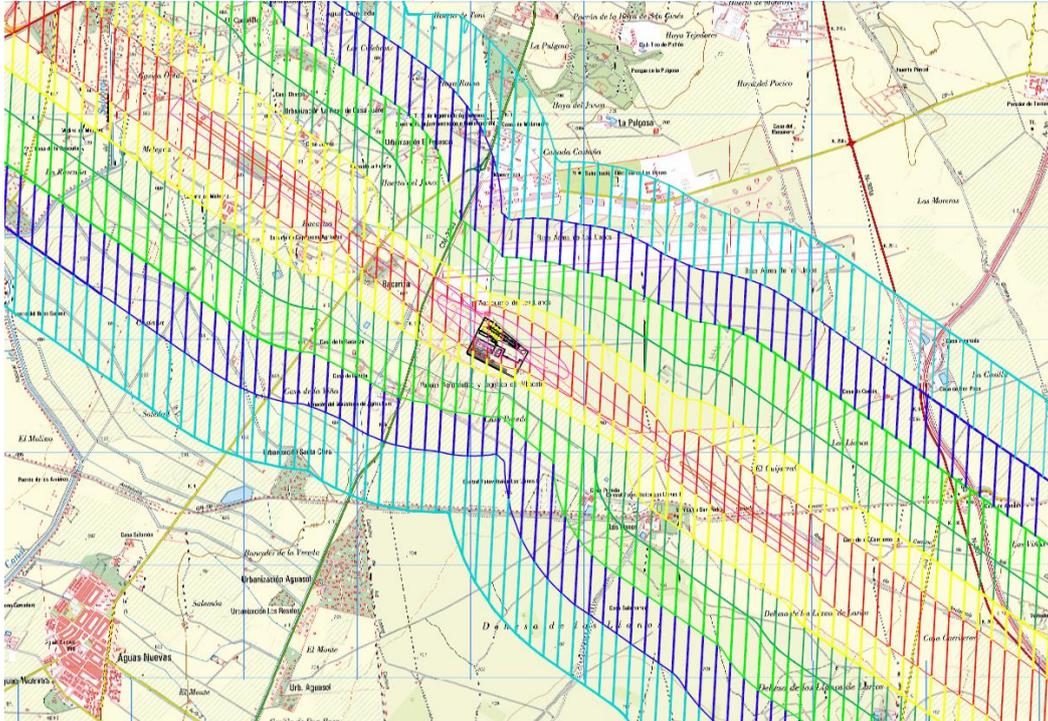
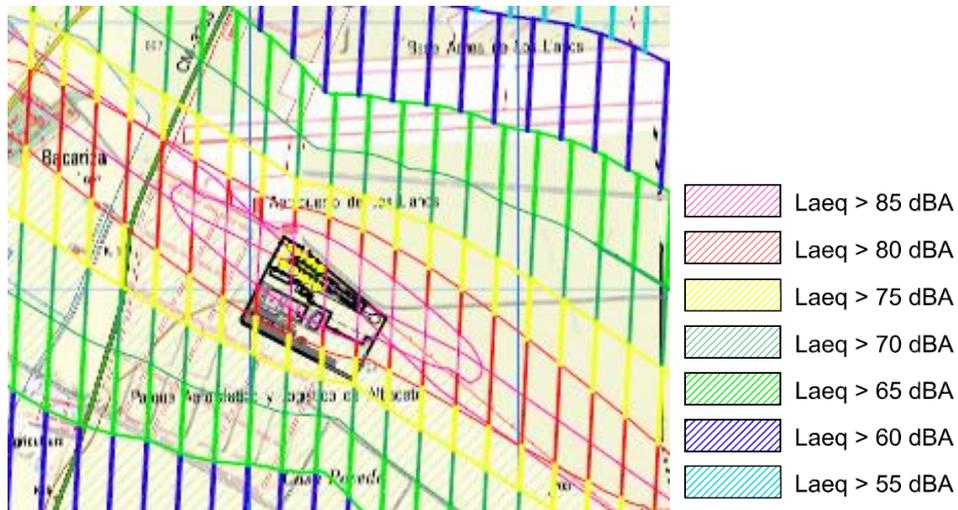


Figura 63: Huella de ruido período de tarde

Además, en todos los puntos de las trayectorias de aproximación y despegue se tiene un nivel máximo de ruido inferior a los 90 dB establecidos como límite para el territorio con predominio de uso industrial, alcanzándose niveles entre 85 y 90 dB sólo en las inmediaciones del helipuerto:



**Figura 64: Nivel sonoro en trayectorias de aproximación y despegue**



**Figura 65: Nivel sonoro en trayectorias de aproximación y despegue (detalle helipuerto)**

11.4.7.6 *Conclusión*

A la vista de las huellas de ruido, y puesto que el helipuerto se enmarca en una zona con sectores del territorio predominantemente industrial, se puede concluir que, el impacto acústico del proyecto es COMPATIBLE.

#### 11.4.8 Impacto visual sobre el entorno

El impacto visual generado en la fase de construcción se mitiga por dos razones, la primera el carácter industrial del terreno dónde se ubicará el helipuerto y segundo el vallado perimetral de las instalaciones.

A esto hay que añadir que las actuaciones que se planean no se levantan sobre el nivel del suelo, por lo que es imposible apreciarlas desde el exterior. Además desde el exterior de la factoría sólo se puede observar el campo de vuelos por el Oeste. Por el Sur, los hangares y edificios de oficinas de Airbus Helicopters, bloquean la vista de la mayor parte, en el Norte se encuentra la Base Aérea que es de acceso restringido y al Este, se encuentra una muro de hormigón y una valla, que alcanzan los 4 metros..



Figura 66: Vista del campo de vuelo desde el Oeste

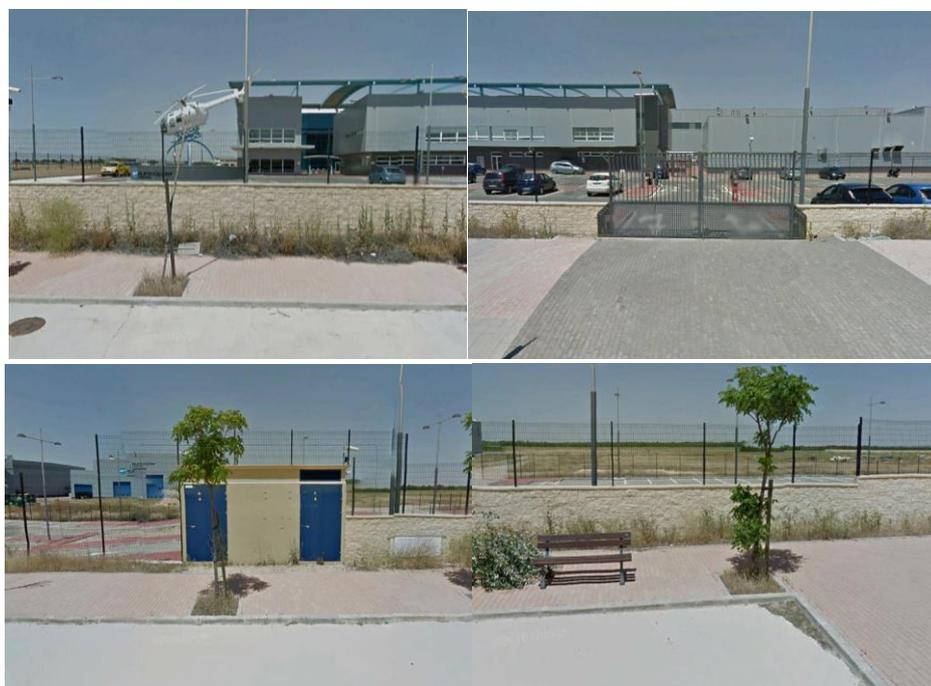


Figura 67: Vista del campo de vuelos desde el Sur

También hay que tener en cuenta que la inclusión de la pista en el campo de vuelos es sencillamente una evolución natural de las instalaciones y no va a suponer una alteración significativa de las actividades realizadas, por lo que el impacto visual durante la fase de explotación no será tampoco significativo.

En la zona se está acostumbrado a las operaciones de aproximación y despegue tanto de aviones como de helicópteros, que es una actividad que desde hace años ya se produce desde la Base Aérea colindante a las instalaciones de la factoría.

Por lo anteriormente expuesto se concluye que el impacto visual sobre el entorno es COMPATIBLE.

#### *11.4.9 Impacto total del proyecto*

De la valoración cualitativa de los posibles impactos anteriores los de mayor impacto en fase de construcción son los de compactación y nivelación de tierras, así como la construcción de los pavimentos. El terreno sobre el que se va a actuar no es terreno rústico, ya ha sido alterado previamente, por lo que los impactos mencionados se minimizan.

En fase de explotación son más importantes la emisión de gases y la generación de ruido, pero estos impactos no son de mayor magnitud que los que producen las actividades de explotación que se llevan a cabo en la actualidad.

Además como se deduce del estudio sobre el impacto acústico, la afección acústica sobre los núcleos poblacionales es nula.

Por otra parte cabe destacar el impacto positivo que supone la mejora de las instalaciones de Airbus Helicopters para la provincia de Albacete al mejorar la operatividad de la Base Aérea, atraer nuevas empresas al Parque Logístico Aeronáutico y albergar una base para helicópteros del SESCAM.

Por estos motivos se considera el impacto total del proyecto como:

**COMPATIBLE**

## **12 MEDIDAS PROTECTORAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS**

Como se ha indicado anteriormente, el impacto ambiental total producido por este proyecto ha sido calificado como COMPATIBLE. Por ello, en principio, tal y como está concebido el proyecto no sería necesario introducir medidas protectoras ni correctoras.

Las medidas protectoras que se pueden introducir se pueden incluir en el principio de mejora continua.

Estas medidas están encaminadas a disminuir el riesgo de accidentes, ruido, contaminación, etc., y son aquellas que imponen las normas y leyes internacionales, nacionales y autonómicas.

Su cumplimiento es obligado, y la normativa de seguridad en ellas contenida son las más apropiadas, considerado los límites actuales de conocimientos y económicos.

- La obra civil se realizará en base a la normativa vigente.
- Todos los residuos generados se gestionarán a través de agentes autorizados.

- La realización de las obras se llevará a cabo reduciendo al máximo la emisión de ruido, así como la contaminación de aire por generación de polvo en los movimientos de tierras.
- La operación de las aeronaves será siempre conforme a la legislación vigente. Lo que garantiza la mínima emisión de ruido y gases así como la máxima seguridad de la operación.

## **13 PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

### **13.1 GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN**

Tiene importancia la gestión de los residuos en la fase de construcción. Se valoran los residuos que se generan en obra y que dan lugar a una partida presupuestaria, que se incluirá en el Presupuesto de Ejecución Material para la correcta gestión de los mismos.

En el proyecto constructivo se definirán las zonas y condiciones de la separación de residuos durante la construcción.

Todos los residuos generados se gestionarán a través de agentes autorizados llevándose a vertederos autorizados.

### **13.1 GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA FASE DE EXPLOTACIÓN**

Durante la fase de explotación no se prevé la generación de residuos distintos a los que se generan en la actualidad, sólo se prevé un aumento de los residuos generados por el mayor número de aeronaves y presumiblemente personal de la factoría debido a la ampliación de la capacidad del helipuerto.

Airbus Helicopters España, ya cuenta con los permisos y procedimientos pertinentes para hacerse cargo de los residuos que se generen.

## **14 PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL**

### **14.1 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO**

El cumplimiento, control y seguimiento de las medidas serán responsabilidad de Airbus Helicopters España, quien lo ejecutará con personal propio o mediante asistencia técnica.

Para ello este organismo nombrarán una Dirección Ambiental cada una, que se responsabilizará de adoptar las medidas correctoras, de la ejecución del Plan de Vigilancia Ambiental y de la emisión de

informes sobre el cumplimiento de las medidas a adoptar y su remisión a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.

## **14.2 ASPECTOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO**

Se diferencia entre las fases de construcción y explotación del helipuerto.

### *14.2.1 Fase de construcción*

#### *14.2.1.1 Protección de la calidad del aire*

**Objetivo:** “Mantener el aire libre de polvo”

**Indicador de seguimiento:** Presencia evidente de polvo.

**Frecuencia:** Diaria mediante la fase de construcción

**Valor umbral:** Presencia ostensible de polvo por simple observación visual según criterio del Director Ambiental de Obra.

**Momento de análisis del Valor umbral:** Durante la construcción del helipuerto.

**Medida:** Incremento de la humectación en superficies polvorientas.

**Observaciones:** El control se realizará fundamentalmente durante los movimientos de tierra.

#### *14.2.1.2 Protección de la calidad del suelo*

**Objetivo:** “Evitar vertidos procedentes de las obras”

**Indicador de seguimiento:** Presencia de aceites o grasas en el suelo procedentes de la maquinaria de construcción.

**Frecuencia:** Control diario de las operaciones de construcción.

**Valor umbral:** Presencia de aceites o grasas.

**Momento de análisis del Valor umbral:** Durante la construcción de los puestos de estacionamiento.

**Medida:** Retirada de los aceites o grasas con los equipos apropiados. Mantenimiento de la maquinaria de obra. No se permitirá la utilización de maquinaria que no tenga realizadas las inspecciones y el mantenimiento pertinentes.

**Observaciones:** En caso de vertido se informará al Director Ambiental de la Obra.

#### 14.2.1.3 *Prevención del ruido*

**Objetivo:** “Mantener adecuados niveles sonoros en la zona de construcción”

**Indicador de seguimiento:** Ruido excesivo

**Frecuencia:** Control diario de las operaciones de construcción.

**Valor umbral:** Molestias sonoras a los empleados de la propia factoría y otras fábricas colindantes.

**Momento de análisis del Valor umbral:** Durante la construcción de la FATO.

**Medida:** Realización de operaciones ruidosas exclusivamente en horario diurno.

**Observaciones:** El control se realizará durante toda la duración de la obra.

#### 14.2.2 *Fase de explotación*

Durante la fase de explotación se seguirán las pautas siguientes:

- Comprobar la efectividad de las medidas protectoras y correctoras aplicadas durante la fase de construcción, aspecto que sólo puede ser analizado cuando la obra está finalizada y en funcionamiento o cuando ha transcurrido cierto tiempo desde la ejecución de las medidas. En caso de no cumplir los objetivos previstos, se deberá planear el refuerzo y complemento de estas medidas.
- Verificar la ejecución de las labores de conservación y mantenimiento que pudieran precisar las medidas ejecutadas.
- Determinar las afecciones de la nueva obra sobre el medio considerando la efectividad de las medidas protectoras y correctoras, comprobando su adecuación al Documento Ambiental.
- Detectar afecciones no previstas en el Documento Ambiental y articular las medidas necesarias para evitarlo y corregirlo.

#### 14.2.2.1 *Protección de los suelos*

**Objetivo:** “Evitar vertidos de aceites y combustibles”

**Indicador de seguimiento:** Presencia de materiales en el helipuerto con riesgo de ser arrastrados.

**Frecuencia:** Control de las operaciones en el helipuerto.

**Valor umbral:** Presencia de materiales en la plataforma con riesgo de ser arrastrados.

Momento de análisis del Valor umbral: Fase de prueba y explotación

**Medida:** Limpieza de la plataforma mediante absorbentes.

La gestión de los residuos se realizará a través de gestores autorizados. Se emitirá un informe por técnico competente.

**Observaciones:** Airbus Helicopters España es una empresa capacitada para hacerse cargo de este tipo de vertidos, ya que estos no serán diferentes a los que se pudiesen producir en la actualidad.

#### 14.2.2.2 *Protección contra el ruido*

**Objetivo:** “Mantener adecuados niveles sonoros en la zona”

**Indicador de seguimiento:** Ruido excesivo.

**Frecuencia:** En cada operación de aterrizaje o despegue.

**Valor umbral:** Molestias sonoras.

**Momento de análisis del Valor umbral:** Fase de prueba y explotación

**Medida:** Realización de maniobras conforme a legislación vigente.

**Observaciones:** El mantenimiento de los helicópteros deberá ser el adecuado para evitar mayores niveles de ruido.

### 14.3 **CONTENIDO DE LOS INFORMES TÉCNICOS**

#### 14.3.1 *Previo al acta de recepción provisional de la obra*

Se emitirá un informe con todas las incidencias señaladas en el Diario Ambiental de la Obra.

#### 14.3.2 *Informes especiales*

Se presentarán informes ante cualquier situación excepcional que pueda suponer riesgo de deterioro de cualquier factor ambiental. En concreto:

- Vertidos accidentales de hidrocarburos.
- Accidentes de aeronave.

## 15 EQUIPO REDACTOR

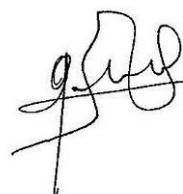
En la redacción del presente Estudio han colaborado las personas siguientes:

NOMBRE	TITULACIÓN	DNI
Pablo Senchermés Morales	Ingeniero Aeronáutico	29.169.015-R
Vicente Sanchís Martínez	Ingeniero Industrial	20.439.067-W
David Justicia González	Arquitecto Técnico	33.564.964-Y
Álvaro J. Paula Banacloche	Ingeniero Aeronáutico	53.722.901-F
Jose Roger Verdeguer	Ingeniero Aeronáutico	53.360.575-T
Miriam López Gómez	Ingeniero Aeronáutico	48.688.617-D

Valencia, junio de 2.016

Fdo:

Ingeniero Aeronáutico:  
**Pablo Senchermés Morales**  
DNI. 29.169.015-R  
Colegio Oficial de Ingenieros Aeronáuticos de España  
Nº de Colegiado : 3.153





## Solicitud

**MODELO DE SOLICITUD DE FASE 2: SOLICITUD DE INICIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADA DE UNA INFRAESTRUCTURA AERONÁUTICA DE USO RESTRINGIDO<sup>1</sup>**

Datos del solicitante

D/De:	JOSE MARÍA RUBIO MERINO
D.N.I.:	06994592Q
en calidad de	DIRECTOR DE RELACIONES INSTITUCIONALES
<input type="checkbox"/> Solicitante - Titular	<input checked="" type="checkbox"/> Representante legal *
Con datos de contacto (dirección postal):	Airbus Helicopters España, Carretera de las Peñas, 02066 Albacete
Nº de teléfono y fax:	606340662
Correo electrónico:	jose-maria.rubio@airbus.com
* Incluir poder válido en derecho que lo otorgue, en caso de ser distinto con respecto a la fase anterior.	

SOLICITA:

El inicio de la evaluación de impacto ambiental simplificada de la infraestructura de uso restringido y de nombre: AIRBUS HELICOPTERS ESPAÑA

según lo establecido en el art. 45 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, para lo que hace entrega del documento ambiental del proyecto, de acuerdo a lo indicado en la "Guía de tramitación ambiental de proyectos de aeródromos, helipuertos de uso restringido" contenida en la página web de AESA.

En ALBACETE, a 16 de JUNIO de 2016

Fdo.

<sup>1</sup> Uso restringido: no se permite la realización de operaciones de transporte comercial de pasajeros, carga o correo, ni de aerotaxi. En caso de realizar operaciones de estos tipos, deberá solicitarse uso público.



## Resolución



---

La resolución de la fase II se encuentra en trámites entre la Agencia de Seguridad Aérea Española y el Ministerio de Medioambiente.

Entrada del documento en el Ministerio de Medioambiente el 12 de Agosto de 2016.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



GRADO EN INGENIERÍA AEROSPACIAL

TRABAJO FINAL DE GRADO

DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS Point-in-Space  
LPV PARA EL HELIPUERTO DE AIRBUS  
HELICOPTERS (ALBACETE, ESPAÑA) BASADO  
EN TECNOLOGÍA GNSS Y UTILIZANDO EGNOS  
COMO SISTEMA DE SATÉLITES DE  
AUMENTACIÓN EUROPEO

ANEXO 3. CARTA DE OPERACIONES CON BASE

Alumno: Lucía Senchermés Cháfer

Empresa: Airtech Levante, S.L.

Tutor: Pablo Senchermés Morales

Tutor UPV: Israel Quintanilla García

Cotutor UPV: Pedro Yuste

## **PROCEDIMIENTOS LOCALES para Operaciones aéreas en Albacete, siguiendo la carta de acuerdo entre la Base Aérea de Albacete y Eurocopter España.**

**Asunto:** Establecer procedimientos de coordinación para las Operaciones Aéreas de Eurocopter España en Albacete en base a la carta de acuerdo entre la Base Aérea de Albacete y ECE.

**Entrada en vigor:** Desde firma de carta de Acuerdo.

**Validez:** Hasta nueva carta de acuerdo o nuevo marco con el Ministerio de Defensa.

### **Introducción:**

El día 12 de mayo de 2010 se firmó una carta de acuerdo operacional entre La Base Aérea de Albacete y Eurocopter España (Anexo D), en ella se establecen los procedimientos de coordinación para las Operaciones Aéreas.

Los cambios más importantes detallados en la carta de acuerdo son

- Entrada en funcionamiento de calle de rodaje (RF-1) de la plataforma de ECE a Pista principal.
- Identificación de la plataforma de ECE como LEAB.
- Asignación de frecuencias tierra/Aire/tierra a ECE por parte del Ministerio de Industria.

Por otro lado se mantiene las necesidades de coordinación de cada uno de los vuelos industriales, directamente con la Jefatura de la Base Aérea. Manteniendo para el resto de los vuelos las restricciones a la Aviación general.

### **Objetivo:**

Desarrollar unos procedimientos locales de operación para los vuelos industriales de ECE, basados en la carta de acuerdo operacional.

## **Procedimientos:**

### **Preparación del vuelo:**

Antes de cada vuelo se debe obtener la autorización para el mismo de la autoridad competente.

- La autoridad competente es el Sr. Coronel Jefe de la Base Aérea de Albacete.
- La comunicación irá siempre dirigida a él.
- La comunicación se podrá realizar por carta, siempre y cuando la premura de tiempo lo permita o por Formato de FAX<sup>1</sup>, que será el medio más rápido y comúnmente utilizado
- La solicitud de autorización se deberá comunicar con la antelación suficiente para su aprobación, al menos 48H. Para casos excepcionales se coordinara su viabilidad telefónicamente, en caso afirmativo se formalizara la petición previamente al vuelo mediante el formato de FAX.
- Se deberá comunicar cada uno de los vuelos con la mayor exactitud en fecha y horario.
- La autorización, si procede, se realizará por el mismo medio que la comunicación, reflejando en esta las restricciones y observaciones pertinentes de la autoridad si las hubiera.
- Una vez aprobado el vuelo, se formalizara el plan de vuelos a través del AIS del aeropuerto.

Nota: En la casilla 18 del formato de Plan de Vuelo se reflejara que es un vuelo industrial de Eurocopter de la siguiente forma:

OPR/ EUROCOPTER;

## **Coordinación de operaciones aéreas**

Según Carta de acuerdo establecida, el Cte. de Aeronave (CA), bajo su propia responsabilidad, podrá realizar aproximaciones y despegues directamente a/desde la plataforma de ECE. No obstante para ello deberá solicitar autorización a la Torre de Albacete en las frecuencias publicadas. Una vez obtenida la autorización pertinente, contactará con operaciones de ECE, en su frecuencia propia publicada, para comunicar su llegada o salida.

En el caso de utilizar la calle de rodaje RF-1, deberá solicitar autorización para rodar por esta a la Torre de Albacete. Una vez obtenida la autorización pertinente, contactará con operaciones de ECE, en su frecuencia propia publicada, para proceder a la apertura y posterior cierre de la puerta corredera de acceso a la calle de rodaje.

---

<sup>1</sup> Ver Anexo A

## **Servicios de Emergencia**

ECE soportará a todos las actividades aéreas, puestas en marcha, despegues, aterrizajes rodajes y paradas de motores, así como cualquier otra eventualidad, que pudiera darse dentro la plataforma de ECE con un equipo de emergencia de primer escalón.

En caso necesario o requerido, los escalones posteriores serán suministrados por los servicios de la Terminal Civil y de la propia Base.

## **Movimientos de Vehículos/personal en RF1**

Siempre que se vaya a proceder a la apertura o cierre del acceso a la calle de rodaje por parte de vehículos y/o personal, y siempre y cuando no lleven sistemas de comunicaciones con Torre de Control, será Operaciones de AENA quien realice la comunicación con la torre de Albacete, a petición de Operaciones de ECE.

## **Anexo A**

### **Formato de FAX**

**Nota:** se puede enviar a través de “FAXmaker” con lo que el formato sería solo el siguiente

ATT Sr. Coronel Jefe Base Aérea de Albacete  
Plana Mayor

Según lo establecido en la carta de acuerdo entre la Base Aérea de Albacete y Eurocopter España (ECE), le comunico previsión de vuelo de planta de Eurocopter, por lo que ruego autorice su realización.

Fecha	09/06/2008
Indicativo:	EC 557
Origen:	LEAB, Eurocopter
Hora prevista de despegue:	16:30 HL
Duración:	02:00
Destino:	LECV
Otros	NIL

Agradeciendo su colaboración quedo a su disposición.

Reciba un cordial saludo

Javier Beltrán  
Piloto de ensayo  
Operaciones de Vuelo  
Eurocopter España

## **Anexo B**

### **Teléfonos de Interés**

USUARIO	TELÉFONO	FAX
Base Aérea de Albacete	967 556 549	
Jefe de Fuerzas Aéreas Ala 14	967 556 300	
Jefe de Grupo de Apoyo Ala 14	967 556 153	
Plan de vuelos civil (LEAB)	967 555 703	967 555 716
Plan de vuelos militar (LEAB)	967 556 549	967 556 193
Representante AENA Terminal civil (Sr. Iñaki Ibañez)	967 555 701	
Sr. Coronel Jefe Ala 14		967 556 352
Torre de control de Albacete	967 556 121	

#### Direcciones de correo electrónico

Nota: estas direcciones son nominales y están sujetas a futuras modificaciones dependiendo de la persona que ocupe el puesto

Contacto	Usuario	email
Jefe de Grupo de Fuerzas Aéreas Ala 14	TBD	TBD
Jefe de Grupo de Apoyo Ala 14	Tcol D. Carlos Gosalbez	cgospay@ea.mde.es
Representante AENA Terminal civil	Sr. D. Iñaki Ibañez Copado	iibanez@aena.es

## Anexo C

### Ejemplo de Plan de Vuelos

FLIGHT PLAN PLAN DE VUELO			
1 PRIORITY Prioridad <<< FF >>>	2 ADDRESSEE(S) Destinatario(s)		
4 FILING TIME Hora de depósito		6 DESIGNATOR Designación <b>E C X X X</b>	
SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND/OR ORIGINATOR Identificación exacta de los destinatarios o del remitente			
3 MESSAGE TYPE Tipo de mensaje <<< (FPL) >>>		7 AIRCRAFT IDENTIFICATION Identificación aeronave	
8 NUMBER Número		9 FLIGHT RULES Reglas de vuelo	
13 DEPARTURE AERODROME Aeródromo de salida <b>L E A B</b>		10 EQUIPMENT Equipo	
15 CRUISING SPEED Velocidad de crucero		11 WAKE TURBULENCE CAT. Cat. de estela turbulenta	
14 LEVEL Nivel		12 TIME Hora	
16 DESTINATION AERODROME Aeródromo de destino <b>L E A B</b>		17 TOTAL EET EET Total (HR, MIN)	
18 OTHER INFORMATION Otras datos <b>OPR/ EUROCOPTER</b>		19 ALTN AERODROME Aeródromo Alt	
		20 2ND ALTN AERODROME Aeródromo Alt	
SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES) Información suplementaria (En los mensajes FPL, no hay que transmitir estos datos)			
21 INSURANCE Autonomía <b>E /</b>		PERSONS ON BOARD Personas a bordo <b>P /</b>	
22 SURVIVAL EQUIPMENT Equipo de supervivencia <b>S / P</b>		23 EMERGENCY RADIO Equipo radio de emergencia <b>R / U V E</b>	
24 POLAR Polar <b>P</b>		25 DESERT Desierto <b>D</b>	
26 MARITIME Marítimo <b>M</b>		27 JUNGLE Selva <b>J</b>	
28 LIGHT Luz <b>L</b>		29 FLUORES Fluor <b>F</b>	
30 NUMBER Número <b>D</b>		31 CAPACITY Capacidad <b>C</b>	
32 COVER Cubierta <b>C</b>		33 COLOUR Color <b>C</b>	
AIRCRAFT COLOUR AND MARKINGS Color y Marcas de la aeronave			
34 REMARKS Observaciones <b>N</b>			
35 SLOT-IN-COMMAND Pista al mando <b>C</b>			
FILED BY : Presentado por		SPACE RESERVED FOR ADDITIONAL REQUIREMENTS Espacio reservado para requisitos adicionales	

*Anexo D*

**CARTA DE ACUERDO  
OPERACIONAL**

**ENTRE**

**BASE AÉREA DE ALBACETE**

**Y**

**EUROCOPTER ESPAÑA, S.A.U.**

## **CARTA DE ACUERDO OPERACIONAL ENTRE LA BASE AÉREA DE ALBACETE Y EUROCOPTER ESPAÑA, S.A.U.**

### **PREÁMBULO**

De acuerdo con el Protocolo General entre el Ministerio de Defensa y la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha relativo al Parque Aeronáutico y Logístico de Albacete, de 15 de febrero de 2007, el Ministerio de Defensa, mediante la formalización de los instrumentos jurídicos adecuados, podrá facilitar la utilización, por parte de las industrias y empresas radicadas en el parque, de aquellos servicios o instalaciones militares de la Base o Maestranza que resulten precisos para agilizar el proceso de fabricación de elementos destinados a la aeronáutica.

Entre las empresas establecidas en el citado Parque, se encuentra EUROCOPTER ESPAÑA, S.A.U. (en adelante "EUROCOPTER"). Hasta que se firme un convenio para la utilización del Espacio Aéreo en la LED-98, SEJEMA, por FAX de 28 de marzo de 2007, autoriza al Comandante del Ala 14 a coordinar directamente con EUROCOPTER los vuelos industriales de helicópteros, estableciendo que los vuelos de carácter general, no operados por EUROCOPTER, aunque sean en su beneficio, deberán seguir las normas y restricciones que se aplican a los tráficos de la aviación civil.

La zona Peligrosa LED-98 y el espacio proyectado desde su límite inferior (8.000 ft) hasta la superficie constituyen un área de gran densidad de tráfico de aviones de combate, por lo que la zona de actividad de EUROCOPTER deberá coincidir lo menos posible con la planta de dicha zona.

### **OBJETO**

Establecer los procedimientos especiales de control entre los servicios ATC de la Base Aérea de Albacete y EUROCOPTER.

## VIGENCIA

La vigencia de esta Carta de Acuerdo Operacional será de un año a partir del día siguiente a la fecha de firma por ambas partes.

La vigencia se prorrogará automáticamente si no existe notificación en contra por alguna de las partes.

Albacete, *12* de mayo de 2010

EL CORONEL JEFE DE LA BASE  
AÉREA DE ALBACETE Y ALA 14



- Francisco J. López Cillero -

EL CONSEJERO DELEGADO DE LA  
EMPRESA EUROCOPTER



- Juan Carlos Martínez Saiz -

ANEXO A: CARTA DE ACUERDO OPERACIONAL ENTRE LA BASE AÉREA  
DE ALBACETE y EUROCOPTER

## **CARTA DE ACUERDO OPERACIONAL ENTRE LA BASE AÉREA DE ALBACETE Y EUROCOPTER PARA LA COORDINACIÓN DE OPERACIONES AÉREAS**

### **1. OBJETO**

El objeto de la presente Carta de Acuerdo Operacional es determinar los procedimientos de coordinación entre los helicópteros de EUROCOPTER y la Base Aérea de Albacete para la operación eficaz del tráfico aéreo. Los despegues y aterrizajes se efectuarán en la Pista utilizando los procedimientos establecidos para la calle de rodaje. Los despegues y aterrizajes directamente desde/hasta la plataforma de EUROCOPTER podrán ser autorizados por el Controlador Aéreo si es requerido por el Comandante de Aeronave, en este caso el E.A. no asumirá ninguna responsabilidad en dicha operación.

### **2. OPERACIONES**

#### **2.1. CIRCUITOS DE TRÁFICO DESDE EUROCOPTER.**

##### **• PISTA 09.**

- TRAMO DESPEGUE: Paralelo a la pista principal evitando sobrevolar instalaciones militares y civiles de la zona. Este tramo finaliza en la perpendicular a la Torre de Control, salvo instrucción distinta de la Torre. En cualquier caso, siempre finalizará antes de los hangares de alerta.
- VIENTO CRUZADO: Perpendicular a la pista principal al sur del campo.
- VIENTO EN COLA: Paralelo y al sur de la pista principal.
- TRAMO BASE: Perpendicular a la pista, finalizando en tramo final.
- TRAMO FINAL: Paralelo a la pista principal, evitando sobrevolar la Terminal Civil. En caso de que no sea posible, se realizará sobre la pista principal hasta autorización para proceder a la plataforma de EUROCOPTER o a la plataforma de la Terminal Civil.

##### **• PISTA 27.**

- Circuito inverso al de la pista 09, siempre al SUR del campo.

## **2.2. INCORPORACIONES DESDE EUROCOPTER A PISTA Y VICEVERSA**

### **• CALLE DE RODAJE.**

- Antes de iniciar cualquier movimiento a la Calle de Rodaje RF-1 las aeronaves serán autorizadas por el Controlador Aéreo debiendo ajustarse a los procedimientos aprobados de utilización de dicha superficie.

### **• TRÁFICOS DE PISTA**

- Se realizarán de acuerdo al AIP siendo los circuitos al SUR del Campo.

## **2.3. HELICÓPTEROS EN TRÁNSITO.**

### **• LLEGADAS**

- Aproximación visual: Se seguirá lo establecido en la carta de aproximación visual publicada, usando preferentemente el punto S1. Los helicópteros procedentes de otros aeródromos con destino EUROCOPTER realizarán la Aproximación a Pista, accediendo a la Plataforma vía Calle de Rodaje RF-1.

### **• SALIDAS**

- Las salidas desde la Pista con destino fuera del ATZ de Albacete procederán, una vez autorizadas por el Controlador Aéreo, según procedimiento establecido.

## **2.4. VUELOS IFR.**

- Las salidas y llegadas bajo reglas de vuelo IFR se realizarán siempre desde/a la Pista accediendo a la Plataforma vía Calle de Rodaje.

## **2.5. ÁREA DE VUELO**

Se establece como Área de Vuelo principal para los vuelos locales de helicópteros de EUROCOPTER la zona entre las poblaciones de AYORA (N39°03'00" W001°03'00") y ALMANSA (N38°52'00" W001°05'00"). La ruta de entrada/salida pre-establecida será a través de los puntos S1 (Pozo Cañada) - S (Pétrola) – Área de Vuelo.

Se podrá utilizar el Área de Vuelo establecido entre S1 y el VOR de YESTE, manteniendo siempre contacto radio con la TWR de Albacete y reglas de vuelo VFR.

## **2.6. CONTROL.**

Todos los vuelos de carácter general, no operados por EUROCOPTER, aunque sean en su beneficio, deberán seguir los procedimientos y restricciones que se aplican a los tráficos de la Aviación Civil.

No se efectuará ningún movimiento aéreo desde la plataforma de EUROCOPTER sin autorización previa de la Torre de Control y referida, en concreto, a la maniobra que se pretende realizar.

Los planes de vuelo locales de EUROCOPTER serán tramitados por la oficina ATS de la Terminal Civil indicando como Origen/Destino "LEAB" en las casillas 13 y 16.

- ALTURA DE CIRCUITO DE TRÁFICO

500 ft sobre el terreno.

- FALLO RADIO

Sin variación respecto al procedimiento en vigor.

- EMERGENCIAS

Los aterrizajes de helicópteros en situación de emergencia se efectuarán siempre sobre la pista principal. Dependiendo de la Emergencia se actuará en coordinación con el Controlador Aéreo.

Se desarrollarán procedimientos rápidos de liberación de pista con el fin de recuperar su operatividad en el mínimo tiempo.

## **2.7. SERVICIO DE INFORMACIÓN AERONÁUTICA.**

Los servicios de tramitación de planes de vuelo, información aeronáutica e información meteorológica se tramitarán a través de la Terminal Civil de la Base Aérea de Albacete.

## **2.8. USO DE LA INFORMACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD AÉREA DE LA BASE**

EUROCOPTER se compromete a no difundir datos sobre la Actividad Aérea de La Base.

ANEXO A: UBICACIÓN Y DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE EUROCOPTER.

ANEXO B: CIRCUITOS DE TRÁFICO.

ANEXO C: CARTA DE APROXIMACIÓN VISUAL.

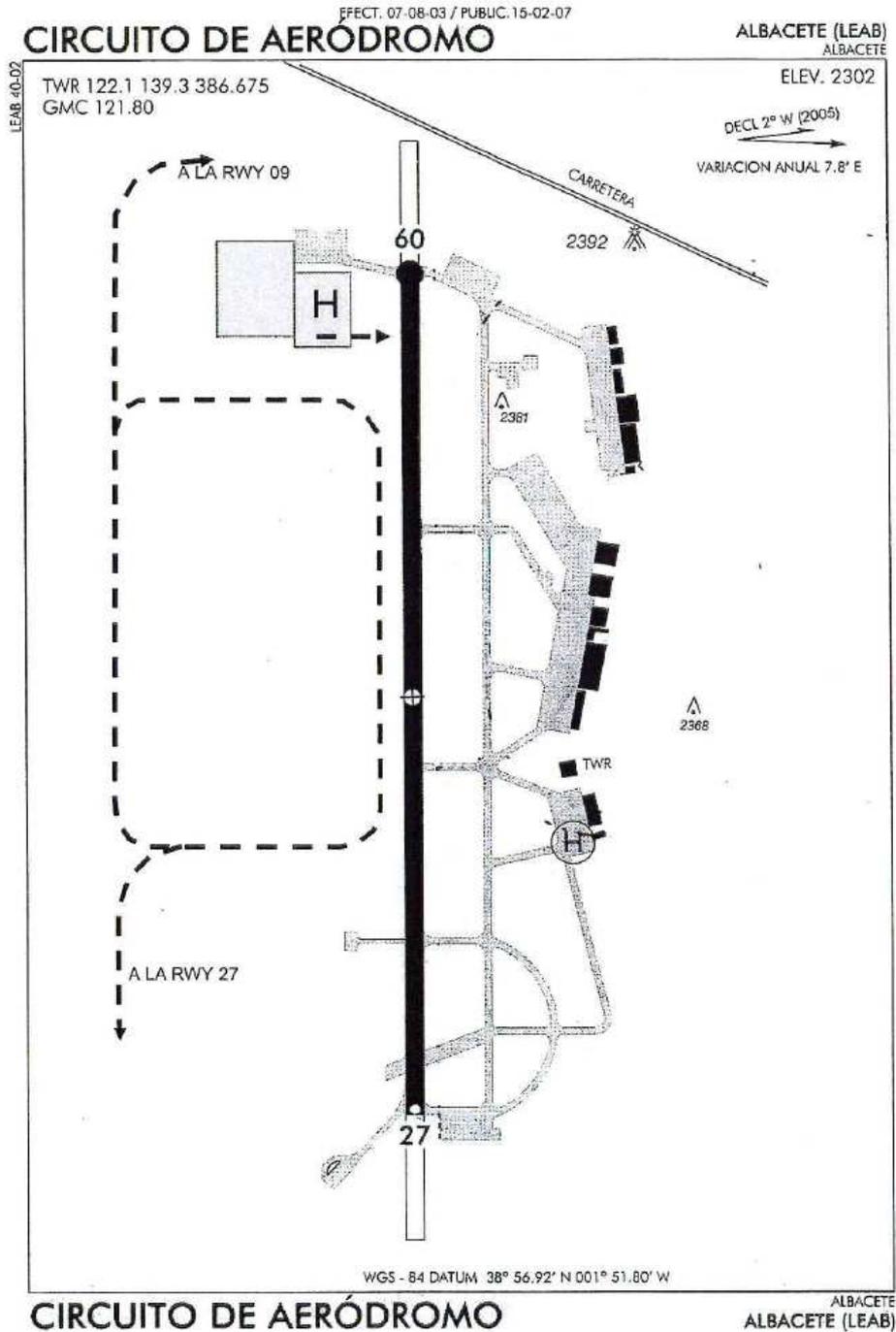
ANEXO D: ÁREA DE VUELO DE HELICÓPTEROS.

ANEXO A

**UBICACIÓN Y DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE EUROCOPTER.**



**CIRCUITOS DE TRÁFICO EN PISTA**









UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



GRADO EN INGENIERÍA AEROSPACIAL

TRABAJO FINAL DE GRADO

DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS Point-in-Space  
LPV PARA EL HELIPUERTO DE AIRBUS  
HELICOPTERS (ALBACETE, ESPAÑA) BASADO  
EN TECNOLOGÍA GNSS Y UTILIZANDO EGNOS  
COMO SISTEMA DE SATÉLITES DE  
AUMENTACIÓN EUROPEO

ANEXO 4. ESTUDIO METEOROLÓGICO

Alumno: Lucía Senchermés Cháfer

Empresa: Airtech Levante, S.L.

Tutor: Pablo Senchermés Morales

Tutor UPV: Israel Quintanilla García

Cotutor UPV: Pedro Yuste

**Ficha climática de Aeropuerto de Albacete (38°57'02"N-01°51'48"W, 697 m)**

Confeccionada con los datos de las estaciones más próximas disponibles, que pueden ser diferentes según la variable climática. En cualquier caso, hay que advertir que la topografía circundante puede variar mucho los valores reflejados en las siguientes tablas. (Especialmente los del viento, pero también los de las otras variables. Véase el párrafo final sobre las particularidades de esta ubicación).

Frecuencias (tantos por mil) de dirección y velocidad del viento, y velocidad media (km/h) por direcciones:

ALBACETE/LOS LLANOS (Enero, 2010-2015)		km/h		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	≥ 50	Total	V. med.					
N	NNE	NE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	NW	NNW	Total		
20	9	15	15	21	16	37	34	48	21	28	25	45	23	30	21	409
7	6	10	2	8	11	18	21	12	4	9	27	70	47	46	13	312
0	2	2	1	1	1	1	2	1	0	1	14	62	39	18	1	146
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5	44	28	10	1	92
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	17	11	1	0	30
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	3	0	0	10
28	17	27	20	30	29	56	57	61	25	39	74	245	151	105	36	1000
2.1	12.0	11.5	12.2	9.0	10.4	9.4	10.6	8.5	7.7	10.0	16.1	22.7	22.8	16.3	11.5	15.2

ALBACETE/LOS LLANOS (Febrero, 2010-2015)		km/h		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	≥ 50	Total	V. med.					
N	NNE	NE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	NW	NNW	Total		
11	6	10	8	16	21	24	19	40	21	28	21	34	17	24	13	314
5	2	8	5	9	13	14	16	14	5	11	24	75	48	42	11	302
2	0	3	2	2	2	1	4	4	1	3	18	64	52	37	5	201
0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	9	47	48	28	6	143
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14	13	3	1	35
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	6
18	9	21	15	27	37	39	41	58	27	44	74	238	180	135	37	1000
3.2	8.9	12.8	11.9	11.2	10.9	10.2	13.1	10.4	8.2	10.9	18.0	22.6	24.8	21.1	18.0	17.7



ALBACETE/LOS LLANOS (Octubre, 2010-2015)																	
km/h	N	NNE	NE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	Total					
0-10	11	8	11	13	29	31	62	63	73	30	38	37	50	25	30	15	526
10-20	4	2	5	3	11	16	57	71	32	5	11	29	39	34	35	8	363
20-30	0	0	0	0	2	0	0	2	10	3	0	10	28	18	12	3	90
30-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	5	0	0	19
40-50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
≥ 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	15	10	17	17	42	48	121	144	108	35	50	79	129	82	77	27	1000
V. med.	1.4	8.9	9.7	8.1	9.6	9.6	10.6	11.9	9.7	8.1	8.8	13.2	15.6	15.7	13.1	11.6	11.0

ALBACETE/LOS LLANOS (Septiembre, 2010-2015)																	
km/h	N	NNE	NE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	Total					
0-10	15	9	10	11	37	41	50	51	51	26	23	22	35	23	18	12	433
10-20	8	3	8	6	24	32	76	100	60	6	9	22	50	25	26	12	468
20-30	0	1	2	2	3	3	5	5	3	1	2	7	26	15	8	2	82
30-40	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	3	0	0	15
40-50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
≥ 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	23	13	21	20	63	76	131	156	115	33	34	53	120	66	52	26	1000
V. med.	3.1	10.3	12.5	11.4	10.5	10.7	11.7	12.3	11.1	8.7	9.5	13.8	16.1	15.0	13.6	11.0	11.8

ALBACETE/LOS LLANOS (Agosto, 2010-2015)																	
km/h	N	NNE	NE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	Total					
0-10	10	5	9	8	20	24	45	33	43	16	18	17	31	11	15	8	313
10-20	7	5	6	3	16	33	84	150	94	10	12	19	41	16	21	12	529
20-30	0	0	2	1	2	7	14	42	16	0	0	6	34	10	6	4	145
30-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	0	0	0	13
40-50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
≥ 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	17	10	17	13	38	64	144	226	154	26	30	42	113	39	42	25	1000
V. med.	4.6	11.1	11.6	11.1	11.0	12.6	13.4	15.1	13.5	9.8	9.9	12.6	16.6	15.8	13.1	13.3	13.4

ALBACETE/LOS LLANOS (Julio, 2010-2015)																	
km/h	N	NNE	NE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	Total					
0-10	8	5	7	9	18	24	39	37	34	12	19	12	24	13	14	10	285
10-20	5	5	6	5	20	31	86	154	107	7	13	17	34	22	16	13	542
20-30	0	0	1	1	2	4	12	46	21	0	0	7	32	15	13	3	159
30-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	4	1	0	14
40-50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
≥ 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	13	9	15	15	40	59	138	238	163	20	32	37	97	53	44	27	1000
V. med.	4.1	10.6	12.0	11.1	11.5	11.7	13.4	15.5	14.4	9.7	9.6	14.7	17.4	17.0	15.2	12.6	14.0

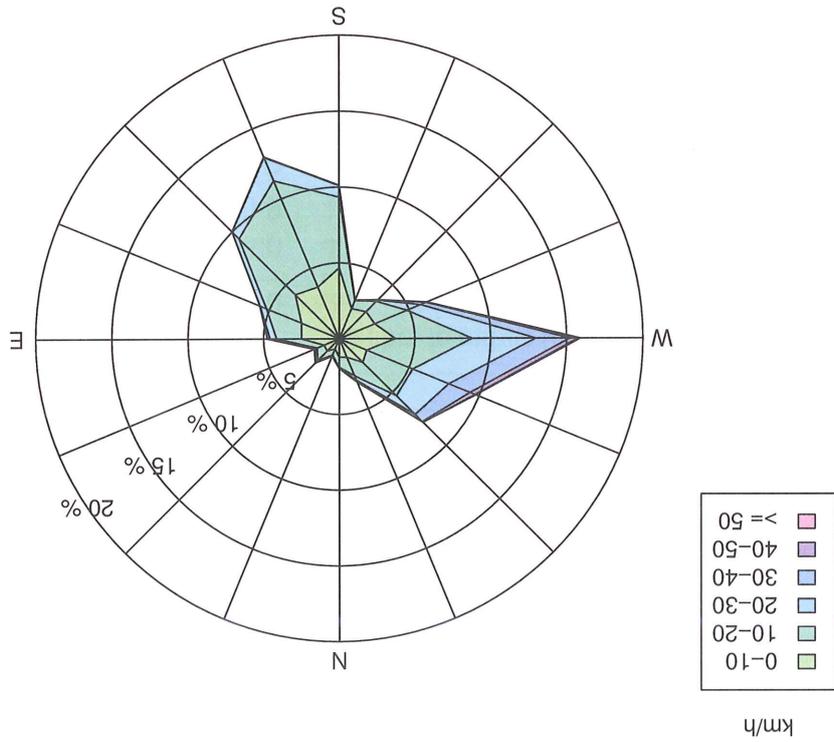
ALBACETE/LOS LLANOS, 704 m (Anual, 2010-2015)												
km/h	N NNE	NE ENE	E ESE	SE SSE	S SSW	SW WSW	W WNW	NW NNW	Total	V. med.		
0-10	12	7	11	25	27	41	37	47	21	25	25	37
10-20	7	4	9	5	16	25	52	76	47	6	10	23
20-30	1	1	2	1	4	5	6	16	8	0	1	10
30-40	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4
40-50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
≥ 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	20	12	22	18	48	57	100	130	101	27	36	63
V. med.	2.9	10.7	12.0	11.6	12.2	11.6	12.0	13.7	11.9	8.5	9.6	14.5
	13.2	20.2	16.6	13.2	13.9	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2

ALBACETE/LOS LLANOS (Diciembre, 2010-2015)												
km/h	N NNE	NE ENE	E ESE	SE SSE	S SSW	SW WSW	W WNW	NW NNW	Total	V. med.		
0-10	15	9	13	13	27	34	52	51	78	28	29	38
10-20	6	2	4	2	8	15	34	35	22	4	8	22
20-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12
30-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
40-50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
≥ 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	21	11	18	16	35	49	87	92	103	33	38	80
V. med.	1.7	8.6	8.5	7.9	8.2	8.8	10.1	11.0	8.8	7.8	8.9	14.6
	11.7	18.4	14.3	11.1	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7

ALBACETE/LOS LLANOS (Noviembre, 2010-2015)												
km/h	N NNE	NE ENE	E ESE	SE SSE	S SSW	SW WSW	W WNW	NW NNW	Total	V. med.		
0-10	11	8	18	13	28	28	48	44	51	26	30	40
10-20	8	4	10	8	14	22	38	32	11	4	8	23
20-30	1	1	0	2	3	4	4	5	1	0	1	8
30-40	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
40-50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
≥ 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Total	20	13	28	23	47	55	90	80	63	30	39	73
V. med.	1.9	10.1	10.4	11.1	12.0	11.2	10.8	11.1	8.5	7.9	9.0	12.5
	13.4	21.8	17.3	13.2	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4



ALBACETE/LOS LLANOS (2010-2015)



Valores mensuales medios de temperaturas diarias máximas (T.Máx.), medias (T.Med.), y mínimas (T.Mín.), expresadas en °C:

ALBACETE/LOS LLANOS (702 m), 2011-2015												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T.Máx.	10.9	11.0	15.0	19.3	24.1	29.5	33.6	33.2	27.2	22.3	14.5	11.7
T.Med.	4.3	4.2	8.0	12.2	16.3	21.3	25.1	25.2	20.0	15.4	8.6	4.8
T.Mín.	-2.4	-2.6	1.0	5.2	8.6	13.1	16.7	17.1	12.9	8.5	2.6	-2.1

Precipitaciones mensuales medias expresadas en l/m<sup>2</sup>:

ALBACETE/LOS LLANOS (702 m), 2011-2015												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Prec.med.	16.6	23.0	46.3	32.9	24.4	30.9	3.2	17.4	34.2	42.7	57.8	14.6

Palma de Mallorca, a 18 de mayo de 2016  
 El Jefe de la Unidad de Estudios y Desarrollos:  
 Fdo.: Bernat Amengual Vidal



Particularidades de Aeropuerto de Albacete (38°57'02"N-1°01'51"48"W, 697 m)  
 Las estaciones meteorológicas tomadas como referencia, cuyas tablas se presentan, pueden considerarse representativas de las condiciones del lugar solicitado.

Mes	<30	<60	<90	<150	<300	<600
Ene	3.0	4.9	6.0	7.3	10.6	22.4
Feb	0.9	1.6	2.2	2.9	5.5	18.2
Mar	0.6	0.8	1.0	1.3	2.9	12.9
Abr	0.2	0.4	0.5	0.6	1.5	7.8
May	0.3	0.4	0.4	0.6	1.6	7.2
Jun	0.1	0.2	0.2	0.2	0.6	3.2
Jul	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.9
Ago	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	3.0
Sep	0.5	0.8	1.0	1.3	2.0	7.0
Oct	0.6	1.1	1.4	1.8	2.9	10.8
Nov	1.4	2.3	3.1	3.7	5.5	15.2
Dic	2.3	4.0	4.9	6.1	8.4	18.9

Probabilidades (en %) mensuales de techo de nubes inferior a los valores indicados, en la B.A. de Los Llanos (Albacete, 702 m). (Período 1988-2011):

ALBACETE/LOS LLANOS (704 m), 2001-2015												
UTC	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
07	9.5	6.6	4.1	2.7	1.3	0.2	0.2	0.6	5.3	5.6	8.7	10.1
13	0.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.6
18	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6

Porcentajes de la frecuencia de niebla (visibilidad inferior a 1 km) a las 07, 13 y 18 horas UTC:



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



GRADO EN INGENIERÍA AEROSPACIAL

TRABAJO FINAL DE GRADO

DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS Point-in-Space  
LPV PARA EL HELIPUERTO DE AIRBUS  
HELICOPTERS (ALBACETE, ESPAÑA) BASADO  
EN TECNOLOGÍA GNSS Y UTILIZANDO EGNOS  
COMO SISTEMA DE SATÉLITES DE  
AUMENTACIÓN EUROPEO

ANEXO 5. PROYECTO BÁSICO HELIPUERTO

Alumno: Lucía Senchermés Cháfer

Empresa: Airtech Levante, S.L.

Tutor: Pablo Senchermés Morales

Tutor UPV: Israel Quintanilla García

Cotutor UPV: Pedro Yuste

Airbus Helicopters España, S.A..



# PROYECTO BÁSICO

## HELIPUERTO RESTRINGIDO EN LA FACTORÍA DE AIRBUS HELICOPTERS ESPAÑA (ALBACETE)

### DOCUMENTO 1: MEMORIA



HE15046

# MEMORIA

## ÍNDICE MEMORIA

### MEMORIA

1	ANTECEDENTES .....	5
2	OBJETO DEL PROYECTO.....	7
3	NORMAS APLICABLES .....	7
3.1	NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL .....	7
3.2	NORMATIVA AERONÁUTICA .....	10
3.3	NORMATIVA URBANÍSTICA – OTRAS NORMATIVAS .....	10
4	PROMOTOR Y TITULAR.....	11
5	EMPLAZAMIENTO PROPUESTO.....	11
5.1	CALIFICACIÓN URBANÍSTICA .....	12
5.2	CRITERIOS DE ELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO .....	13
6	JUSTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	14
6.1	JUSTIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL HELIPUERTO .....	14
6.1.1	Clasificación de los helipuertos según la tipología de las operaciones .....	14
6.1.2	Clasificación en cuanto a su uso: restringido o público .....	15
6.1.3	Performance de las operaciones .....	16
6.1.4	Necesidades del Promotor. Infraestructura propuesta .....	16
6.1.5	Configuración del helipuerto .....	19
6.2	RUTAS PROPUESTAS DE APROXIMACIÓN Y DESPEGUE .....	20
6.3	ESQUEMA DEL HELIPUERTO .....	21
7	MEMORIA DESCRIPTIVA .....	22
7.1	ESTADO ACTUAL .....	22
7.2	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	23
7.3	DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE OBRAS .....	25
7.3.1	Desbroce y limpieza de la zona a actuar .....	26
7.3.2	Movimiento de tierras, nivelación y compactación del terreno .....	26
7.3.3	Pavimentación de la pista con mezcla bituminosa en caliente .....	26
7.3.4	Ayudas visuales a la navegación .....	27
7.3.5	Instalación eléctrica .....	30
7.3.6	Sistema de suministro de combustible para el helicóptero del SESCOAM .....	30
7.3.7	Ampliación de la instalación contra incendios .....	31
7.3.8	Ampliación red de drenaje .....	33
7.3.9	Anclajes de los puestos de estacionamiento .....	33
7.4	DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE EXPLOTACIÓN DEL HELIPUERTO .....	34
7.4.1	Visual o Instrumental .....	34
7.4.2	Horario de operación .....	34
7.4.3	Descripción de las maniobras .....	34
7.4.4	Procedimientos previstos .....	35
7.4.5	Propuestas de integración en la estructura del espacio aéreo .....	37
7.4.6	Previsiones iniciales de tráfico .....	37
7.4.7	Compatibilidad con los núcleos urbanos próximos .....	37
8	IMPACTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS .....	38
9	DOCUMENTOS DEL PROYECTO .....	38
10	RESUMEN DE PRESUPUESTO .....	39

**ANEJOS**

ANEJO 1	Justificación aeronáutica
ANEJO 2	Documento ambiental
ANEJO 3	Estudio meteorológico
ANEJO 4	Levantamiento topográfico
ANEJO 5	Gestión de residuos
ANEJO 6	Relación de colaboradores

**PLANOS**

PLANO 01	Localización (escala 1:200.000)
PLANO 02	Situación (escala 1:25.000)
PLANO 03	Emplazamiento y accesos (escala 1:5.000)
PLANO 04	Plano de helipuerto (escala 1:3000)
PLANO 05	Configuración general estado actual (escala 1:1500)
PLANO 06	Configuración general estado reformado
PLANO 07	Configuración general futura (escala 1:1500)
PLANO 08	Señalización y pintura
PLANO 09	Superficies limitadoras de obstáculos: definición
PLANO 10	Plano tipo A – OACI: aproximación 31
PLANO 11	Plano tipo A – OACI: aproximación 13
PLANO 12	Estudio de obstáculos
PLANO 13	Levantamiento topográfico
PLANO 14	Clasificación de los terrenos sobrevolados
PLANO 15	Luces y ayudas a la navegación
PLANO 16	Salvamento y extinción de incendios
PLANO 17	Áreas de afección corriente descendente del rotor

**Índice de figuras**

Figura 1: Tareas de calibración .....	5
Figura 2: H 135 (izq.) y EC 145 (der.) .....	6
Figura 3: Tigre (izq.) H 225 (der.) .....	6
Figura 4: NH 90 .....	6
Figura 5: Mapa de localización del emplazamiento .....	11
Figura 6: Plano catastral parcela.....	12
Figura 7: Configuración helipuerto .....	21
Figura 8: Plano del estado actual de las instalaciones .....	23
Figura 9: Zona a desbrozar .....	26
Figura 10: Superficie nueva a pavimentar.....	27
Figura 11: Esquema sistema de iluminación propuesto .....	29
Figura 12: Helicóptero del SESCAM basado en las instalaciones de Airbus Helicopters .....	30
Figura 13: Configuración del puesto de estacionamiento del SESCAM.....	31
Figura 14: Red hidrante ampliada .....	32
Figura 15: Carrito portátil.....	32
Figura 16: Detalle anclajes existentes.....	33
Figura 17: Rutas de aproximación y despegue.....	35
Figura 18: Carta de aproximación visual.....	36

**Índice de tablas**

Tabla 1: Resumen características del helipuerto .....	12
Tabla 2: Características helicópteros Airbus.....	17
Tabla 3: Cálculo de dimensiones calles y rutas de rodaje .....	18
Tabla 4: Resumen dimensiones calles y rutas de rodaje.....	18
Tabla 5: Cálculo de dimensiones puestos de estacionamiento .....	18
Tabla 6: Rumbos y utilización de la ruta principal.....	20
Tabla 7: Rumbos y utilización de la ruta secundaria.....	20
Tabla 8: Resumen de luces.....	28
Tabla 9: Rutas principales de aproximación y despegue.....	34
Tabla 10: Rutas secundarias de aproximación y despegue .....	34
Tabla 11: Tráfico previsto .....	37

## 1 ANTECEDENTES

Airbus Helicopters es uno de los principales fabricantes de helicópteros mundiales, con más de 3.000 clientes de 150 países que operan alrededor de 12.000 aeronaves fabricadas en sus instalaciones.

La empresa posee en el parque aeronáutico y logístico de Albacete, en las inmediaciones de la Base Aérea Militar abierta al tráfico civil de Albacete, unas instalaciones, en una parcela de aproximadamente 155.000 m<sup>2</sup> destinadas al desarrollo de actividades relacionadas con la logística, el montaje, reparación, mantenimiento, etc. de helicópteros.

Entre esta planta y la de Getafe, la empresa cuenta con más de 500 trabajadores y a estos habría que sumarles los puestos de trabajo indirectos generados.

Las actividades desarrolladas por Airbus Helicopters se encuentran íntimamente relacionadas con la recepción y salida de helicópteros. Para poder llevar a cabo este cometido, Airbus Helicopters posee una plataforma de estacionamiento para helicópteros conectada con la pista de la Base Área abierta al tráfico civil de Albacete (con la que colinda) mediante una calle de rodaje. Los helicópteros despegan y aterrizan desde la pista de la Base Aérea.

En la plataforma se desarrollan en la actualidad diferentes trabajos relacionados con el ensamblaje final, la clientización (proceso en el que se le hacen pruebas al helicóptero hasta que es aceptado por el cliente y que puede durar hasta un año), el mantenimiento y la reparación de helicópteros. Estas pruebas son, entre otras:

- Pruebas de potencia:

Se anclan los helicópteros a los puestos de estacionamiento y se aumenta la potencia de las aeronaves, realizando distintas mediciones.

- Refueling:

Se introduce y se extrae combustible de los tanques de los helicópteros para comprobar su correcto funcionamiento

- Calibración de instrumentos:

La plataforma dispone de un puesto rodeado de un entorno libre de elementos electromagnéticos que distorsionen el campo magnético terrestre y se pueda comprobar que las mediciones de diferentes instrumentos entre ellos la brújula son correctas.

Las aeronaves para acceder a esta zona son remolcadas por un tractor, ya que no están autorizadas a llegar de forma aérea.



Figura 1: Tareas de calibración

Airbus Helicopters España además, ha llegado a un acuerdo con el Servicio de Salud de Castilla-La Mancha (SESCAM) para ser la base de uno de sus helicópteros, proveyéndole de un puesto de estacionamiento, una estación de combustible portátil y permitiendo el uso de la pista de aterrizaje.

Los helicópteros que operan y está previsto que sigan operando son los habituales de la compañía, el H 135, EC 145, Tigre, el H225 y el NH 90.



Figura 2: H 135 (izq.) y EC 145 (der.)



Figura 3: Tigre (izq.) H 225 (der.)



Figura 4: NH 90

Aunque también podrían operar otros modelos, debido a que la compañía está certificada para realizar mantenimiento a terceros.

De forma normalizada, los helicópteros sólo pueden aterrizar y despegar desde la pista de la Base Aérea (se ha firmado una carta de acuerdo entre la Base y Airbus Helicopters, estableciendo un procedimiento de coordinación de las operaciones), la calle de rodaje se utiliza para que la aeronave vaya desde su puesto de estacionamiento hasta la pista para despegar o en el caso del aterrizaje, desde la pista hasta su puesto de estacionamiento en las instalaciones de Airbus Helicopters.

Habida cuenta de lo farragoso de este procedimiento de despegue y aterrizaje, se están produciendo despegues y aterrizajes de forma eventual desde la propia factoría de forma consensuada con la Base Aérea.

Por todo ello se prevé imprescindible la construcción de la infraestructura necesaria para el aterrizaje y despegue de helicópteros desde la propia factoría, por medio de la construcción de un helipuerto independiente de las instalaciones del Aeropuerto en las mismas instalaciones de Airbus Helicopters,

con la motivación de eliminar los conflictos que genera la integración de ambas instalaciones y la mejora de la operatividad de las dos infraestructuras.

Se plantea por tanto la construcción de una pista de aterrizaje y despegue para uso visual diurno/nocturno dentro de las instalaciones de la factoría de Airbus Helicopters, independiente de la Base Aérea de una longitud aproximada de 303 metros y el acondicionamiento de parte de la plataforma existente para aumentar el número de helicópteros que puedan estacionar. Esta pista se situará en los terrenos que actualmente la empresa utiliza como plataforma de estacionamiento de aeronaves, aprovechando en la medida de lo posible todas las instalaciones ya construidas. Se plantea en por tanto en adición, la reconfiguración de la plataforma actual.

## 2 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto básico es el siguiente:

- Elaborar la documentación técnica necesaria para iniciar todos los trámites administrativos necesarios para la construcción del helipuerto.
- Y específicamente elaborar la documentación técnica necesaria para llevar a cabo la legalización por la AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA: AESA.

## 3 NORMAS APLICABLES

### 3.1 Normativa de carácter general

Se relaciona a continuación un listado de normativa utilizado y tenido en cuenta para la redacción del presente proyecto. Recoge, de forma no exhaustiva, las normas, reglamentos y disposiciones vigentes más importantes para la Redacción de Proyectos y la Ejecución de Obra Civil.

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que deroga a la Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE) Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Pliego General de Condiciones de la Edificación, publicadas por el Centro Experimental de Arquitectura.
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), del Ministerio de la Vivienda.
- Normas U.N.E. del Instituto de Racionalización del Trabajo.
- Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de las Obras de Hormigón en masa o armado, EHE.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las obras de carreteras y puentes.
- Pliego para la recepción de Aglomerantes Hidráulicos.
- Ley de Aguas (29/1985 de 2 de agosto, B.O.E. de 8 de agosto de 1986).
- Reglamento de Instalaciones de Alta y Baja Tensión.
- Ley 31/1995 de 10 de octubre, de Prevención de Riesgos Laborales con su posterior desarrollo, especialmente el "Reglamento sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud" del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, sí como el resto de normativa vigente referente a la prevención de riesgos laborales.

- Todas aquellas Normas que por la pertenencia de España a la Unión Europea sean de obligado cumplimiento en el momento de la presentación del Proyecto Constructivo.
- Normas específicas de la Comunidad Autónoma y del Municipio donde se ubican las obras.
- Normas Básicas de la Edificación (NBE), publicadas por la Dirección General de Arquitectura y Vivienda.
- Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.
- Instrucción para la recepción de cales en obras de estabilización de suelos, RCA-92.
- Instrucción para la recepción de cementos.
- DIT.- Documentos de idoneidad técnica del IETCC.
- Decreto 2413/1.973 del 20 de septiembre del Ministerio de Industria (BOE núm. 242, 09/10/1.973).
- Instrucciones complementarias ITC-MI-BT Orden del 31 de octubre de 1.973 (BOE núm. Del 310 al 313 de 27 al 31/12/1.973), aplicaciones, adiciones y modificaciones posteriores.
- Aislamiento de las instalaciones eléctricas. Resolución del 30 de abril de 1.974 (BOE núm. 109, 07/05/1.974).
- Reglamento sobre acometidas eléctricas y normas de aplicación.
- Real Decreto 2949/1.982 del 15 de octubre, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 272, 12/11/1.982) (C.E. BOE núm. 291 y 312, 04 y 29/12/1.982 y BOE núm. 44, 21/02/1.983).
- Exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 7/1.988 del 8 de enero, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 12, 14/01/1.988), y posteriores modificaciones y adiciones.
- Real Decreto 138/1.989 del 27 de enero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno (BOE núm. 34, 09/02/1.989) (C.E. BOE núm. 51, 01/03/1.989).
- Candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico).
- Real Decreto 2642/1.985 del 18 de diciembre del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 21, 24/01/1.986) (C.E. BOE núm. 67, 19/03/1.986) y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1428/1.986 del 13 de junio, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 165, 11/07/1.986), y posteriores modificaciones.
- Real Decreto 1618/1.980, del 4 de julio de la Presidencia del Gobierno (BOE núm. 188, 06/08/1.980).
- Instrucciones técnicas complementarias IT. IC Orden del 16 de julio de 1.981 (BOE núm. 193, 13/08/1.981), disposiciones y modificaciones posteriores.
- Orden del 8 de abril de 1.983 del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 91, 16/04/1.983) (C.E. BOE núm. 127, 28/05/1.983) y disposiciones posteriores.
- Real Decreto 1244/1.979, del 4 de abril, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 128, 29/05/1.979) (C.E. BOE núm. 154, 28/06/1.979) y disposiciones posteriores.
- Orden del 6 de octubre de 1.980, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 265 04/11/1.980).
- Real Decreto 2207/1995 de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas de higiene relativas a productos alimentarios.
- Real Decreto 1751/1998 de 31 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).
- Reglamento e Instrucción Técnica complementaria de las Instalaciones de Calefacción, Climatización y A.C.S. (1980) y Ordenes ministeriales posteriores o normativa que la sustituya.
- Real Decreto 769/1999, de 7 de Mayo de 1999, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE , relativa a los equipos de presión y modifica el REAL DECRETO 1244/1979, de 4 de Abril de 1979, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión. BOE núm. 129 de 31 de mayo de 1999

- Real Decreto 2486/1994, de 23 de diciembre de 1994, por el que se modifica el RD 1495/1991, de 11 de octubre de 1991, de aplicación de la Directiva 87/404/CEE, sobre recipientes a presión simples. (BOE núm. 20 de 24 de enero de 1995)
- Real Decreto 1495/1991, de 11 de octubre de 1991. Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 87/404/CEE, sobre recipientes a presión simples. (BOE núm. 247 de 15 de octubre de 1991)
- Real Decreto 1504/1990, de 23 de Noviembre de 1990 por el que se modifica el Reglamento de Aparatos a Presión aprobado por el Real Decreto 1244/1979, de 4 de Abril de 1979.
- Real Decreto 507/1982, de 15 de Enero de 1982 por el que se modifica el Reglamento de Aparatos a Presión aprobado por el Real Decreto 1244/1979, de 4 de Abril de 1979.
- Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril de 1979, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión (BOE núm. 128 de 29 de mayo de 1979) (derogado parcialmente por el Real decreto 769/1999).
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas de Presidencia de Gobierno (R.D. 2414/1961 de 30 de noviembre).
- Ley de Protección del ambiente atmosférico. Reales Decretos 2512/14-10-1978, 1613/1-8-1.985, 1154/11-4-1.989 y 717/27-5-1.987.
- Norma Europea EN 54. Elementos constitutivos de las instalaciones de avisadores automáticos de incendio, a la que corresponde las normas UNE 23-007.
- Regla Técnica para las Instalaciones de Detección Automática de Incendios, R.T. 3.-DET de CEPREVEN.
- Documento Técnico DT-CPI-1 control de humo en los establecimientos de pública concurrencia.
- Reglamentos CEPREVEN:
  - R.T.1.- ROC.: Regla técnica para las instalaciones de rociadores automáticos de agua.
  - R.T.2.- ABA.: Regla técnica para los abastecimientos de agua contra incendio.
  - R.T.2.- BIE.: Regla técnica para las instalaciones de bocas de incendio equipadas.
  - R.T.2.- EXT.: Regla técnica para instalaciones de extintores móviles.
  - R.T.2.- CHE.: Regla técnica para instalaciones de hidrantes al exterior de los edificios.
- Instrucciones complementarias sobre firmes de la D.G. de Carreteras del M.O.P.T.M.A.
- Normas INTA.
- Normas VDE.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua, O.M. 28 de julio de 1.974.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones, O.M. 15 de septiembre de 1.986.
- Normas A.E.E. de la Asociación Electrotécnica Española para distintos tipos de materiales eléctricos de fechas varias.
- Normas particulares de la Compañía Eléctrica suministradora.
- Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensando, EFHE.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía.
- Decreto del 12 de marzo de 1.954 del Ministerio de Industria (BOE núm. 105, 15/04/1.954), modificaciones y disposiciones posteriores.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación. Real Decreto 3275/1.982 del 12 de noviembre, e instrucciones técnicas complementarias. Orden Ministerial de 18 de octubre de 1.984.
- Borrador del Real Decreto por la que se establecen las medidas que garanticen la Accesibilidad al transporte aéreo a las personas con impedimentos.

- NCSE-02, Norma de construcción sismorresistente.

### 3.2 Normativa aeronáutica

- Real Decreto 1070/2015, de 27 de noviembre, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad operacional de aeródromos de uso restringido y se modifican el Real Decreto 1189/2011, de 19 de agosto, por el que se regula el procedimiento de emisión de los informes previos al planeamiento de infraestructuras aeronáuticas, establecimiento, modificación y apertura al tráfico de aeródromos autonómicos, y la Orden de 24 de abril de 1986, por la que se regula el vuelo en ultraligero.
- Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, por el que se aprueban las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y se regula la certificación de los aeropuertos de competencia del Estado.
- Real Decreto 1189/2011, de 19 de agosto, por el que se regula el procedimiento de emisión de los informes previos al planeamiento de infraestructuras aeronáuticas, establecimiento, modificación y apertura al tráfico de aeródromos autonómicos, y se modifica el Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, por el que se aprueban las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y se regula la certificación de los aeropuertos de competencia del Estado, el Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de servidumbres aeronáuticas y el Real Decreto 2591/1998, de 4 de diciembre, sobre la ordenación de los aeropuertos de interés general y su zona de servicio, en ejecución de lo dispuesto por el artículo 166 de la Ley 13/1996, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.
- ADUR-16-GUI-110 de la AESA.
- ADUR-16-GUI-112 de la AESA.
- Ley 21/2003 de 7 de julio de Seguridad Aérea.
- Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea.
- Orden Ministerial 1957/66 sobre condiciones y normas para aeródromos privados.
- Real Decreto 98/2009, de 6 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de inspección aeronáutica.
- OACI. , Volumen II del Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Helipuertos, 4ª edición de julio de 2013.
- OACI., Parte III al Anexo 6 al convenio sobre Aviación Civil Internacional: Operaciones Internacionales-helicópteros.
- OACI. , 'Manual de Helipuertos' (Doc 9261-AN/903), tercera edición de 1995.

### 3.3 Normativa urbanística – Otras normativas

- Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Albacete.

## 4 PROMOTOR Y TITULAR

AIRBUS HELICOPTERS ESPAÑA, S.A.  
Parque Aeronáutico y Logístico  
Ctra. De las Peñas. Km. 5,3  
02006 Albacete  
C.I.F.: A-78648110

## 5 EMPLAZAMIENTO PROPUESTO

El emplazamiento propuesto ha de estar necesariamente dentro de la factoría de Airbus Helicopters España, que se encuentra en el término municipal de Albacete, concretamente en la siguiente dirección:

Airbus Helicopters España  
Carretera de las Peñas, Km 5,3  
Parque Aeronáutico y Logístico  
02066 Albacete

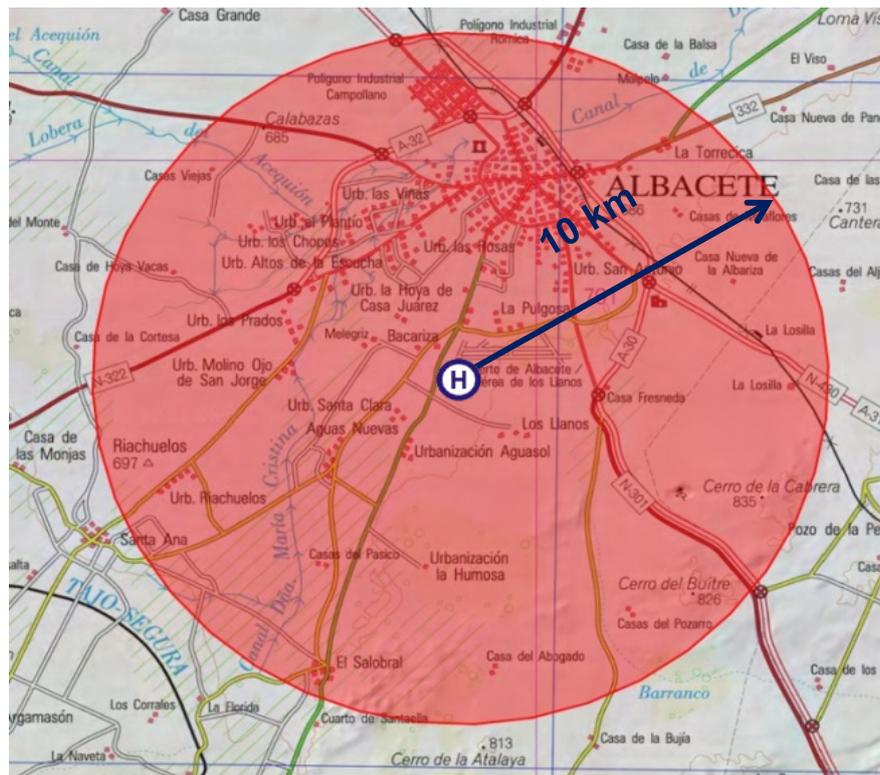


Figura 5: Mapa de localización del emplazamiento

<b>NOMBRE DEL HELIPUERTO</b>	AIRBUS
<b>TÉRMINO MUNICIPAL</b>	ALBACETE
<b>COORDENADAS (WGS84) ARP</b>	38°56'33.94" N 01°52'38.80" W
<b>ELEVACIÓN ARP</b>	695.47 m
<b>TIPO DE OPERACIÓN</b>	Visual Nocturno – VFR Nocturno
<b>HORARIO DE OPERACIÓN</b>	H 24
<b>CONDICIONES</b>	Se deben respetar los procedimientos aprobados en la carta de acuerdo entre la Base Aérea de Albacete y Airbus Helicopters España.
<b>OBSERVACIONES</b>	La ubicación propuesta se encuentra lindando con la Base Aérea de Albacete.

Tabla 1: Resumen características del helipuerto

### 5.1 Calificación urbanística

La parcela de las instalaciones de la factoría de Airbus Helicopters España, dentro de la cual se ubica el helipuerto, de referencia catastral 7311801WJ9171A0001AO, se encuentra en el Parque Aeronáutico y Logístico del municipio de Albacete y es de uso industrial. Por lo que la actividad de helipuerto es compatible con el planeamiento urbanístico de la zona.

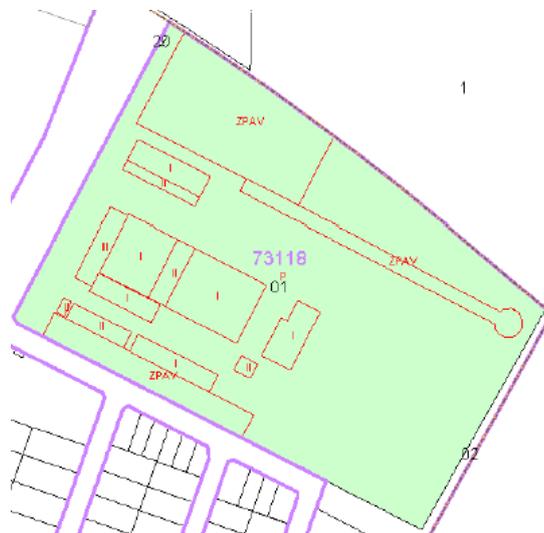


Figura 6: Plano catastral parcela

## 5.2 Criterios de elección del emplazamiento

Desde el punto de vista técnico, la elección del emplazamiento es básica y fundamental para que un helipuerto sea operativo.

Siempre que su viabilidad constructiva esté asegurada, el emplazamiento tendrá que ser elegido en función de los siguientes criterios:

- De forma que las trayectorias de aproximación y despegue del helicóptero estén libres de obstáculos.
- De forma que existan 2 trayectorias de aproximación y 2 trayectorias de despegue.
- De forma que las trayectorias de aproximación y despegue estén orientadas en las direcciones de los vientos dominantes.
- De forma que las trayectorias de aproximación y despegue del helicóptero se desarrollen por encima de terrenos no edificados, y aptos para aterrizajes de emergencia.
- De forma que las trayectorias de aproximación y despegue del helicóptero reduzcan al mínimo las molestias ocasionadas por ruido.
- De forma que esté convenientemente situado en cuanto a facilidad de acceso al transporte de superficie y estacionamiento.

De los anteriores criterios, es totalmente indispensable que se cumplan los 2 primeros y todos los demás serán recomendables, dependiendo también de otras variables de segundo orden como son:

- Rachas máximas de vientos.
- Frecuencia de uso diurna y nocturna.
- Uso del helipuerto: sanitario, privado, militar, etc.
- Tipología de la performance requerida según la clasificación del entorno EU-OPS.
- Compatibilidad con el espacio aéreo.

De lo anterior se deduce que en las cercanías de los emplazamientos deberán existir pocos obstáculos, si los hay serán de alturas reducidas mínimas y existirán el menor número de viviendas o edificaciones habitadas.

En el caso que nos ocupa, el emplazamiento viene impuesto por la localización de la propia factoría, ya que el helipuerto debe ubicarse dentro de ésta. Por tanto habrá que comprobar que el emplazamiento es viable según los criterios anteriormente expuestos y diseñar unas trayectorias de aproximación y despegue adecuadas.

## 6 JUSTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

### 6.1 Justificación de la configuración del helipuerto

#### 6.1.1 Clasificación de los helipuertos según la tipología de las operaciones

Se define **helipuerto permanente** como un aeródromo acondicionado especialmente para ser utilizado exclusivamente por helicópteros. Este tipo de helipuerto requiere de la autorización expresa de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea.

Así mismo, se define **helipuerto eventual** como una superficie apta para el uso de aeronaves que, a juicio del operador, reúne las condiciones mínimas para la seguridad de las operaciones y cuya utilización, salvo cuando se trate de las operaciones para atender situaciones de emergencia sobrevenidas, como operaciones médicas, de lucha contra incendios o búsqueda y salvamento, catástrofes naturales u otras equivalentes, no exceda de 40 operaciones anuales, sin sobrepasar 15 al mes. Este tipo de helipuerto no requiere necesariamente de la autorización expresa de la autoridad aeronáutica competente, aunque sí que es necesario comunicar las coordenadas de su emplazamiento. En ciertos casos, también es necesario obtener la autorización de Compatibilidad Aérea. Dependiendo del tipo de operación que se vaya a realizar, se deberá contar con una infraestructura o con otra.

Podrán utilizar helipuertos eventuales los helicópteros en las siguientes operaciones:

- Operaciones de helicópteros relacionadas con transporte de personas (hasta un máximo de 6) de carácter no regular y gratuito.
- Operaciones de helicópteros en trabajos aéreos (exceptuando las 'bases de operaciones').
- Operaciones especiales de helicópteros: misiones de salvamento, sanitarias, de emergencia, contra incendios, del estado en misiones tácticas, etc. (exceptuando las 'bases de operaciones').

Deberán utilizar **helipuertos permanentes** los helicópteros en las siguientes operaciones:

- Operaciones de helicópteros relacionadas con transporte lucrativo de personas de carácter no regular.
- Operaciones de helicópteros relacionadas con transporte de personas de carácter regular<sup>1</sup>.
- Operaciones de helicópteros relacionadas con 'bases de operaciones'.
- Operación de helicópteros en helipuertos basados en hospitales.

El helipuerto permanente, dependiendo de los servicios que se le quiera dar al pasajero o de la frecuencia de las operaciones, necesitará unos servicios u otros.

---

<sup>1</sup> En este caso además, el helipuerto deberá estar abierto al tráfico civil.

Se reflejan a continuación los distintos servicios con los que puede contar un helipuerto permanente:

- Hangar para el guardado a cubierto del helicóptero y para la realización de tareas básicas de mantenimiento.
- Instalación petrolífera.
- Edificación para las dotaciones sanitarias/brigadas de incendios/etc., y tripulación del helicóptero.

En base a lo expuesto, el helipuerto que nos atañe se englobaría dentro de la categoría de:

### HELIPUERTO PERMANENTE

La infraestructura necesaria de la que dispondrá el helipuerto de Airbus Helicopters España, se detalla a continuación:

- Hangar \_\_\_\_\_ SÍ
- Pista de aterrizaje: FATO + TLOF + ÁREA SEGURIDAD \_\_\_\_\_ SÍ
- Plataforma con puestos de estacionamiento \_\_\_\_\_ SÍ
- Vallado \_\_\_\_\_ SÍ
- Manga de viento \_\_\_\_\_ SÍ
- Salvamento y extinción de incendios \_\_\_\_\_ SÍ
- Iluminación \_\_\_\_\_ SÍ
- Estación meteorológica \_\_\_\_\_ NO
- Zonas de descanso y estancia para la tripulación \_\_\_\_\_ SÍ (SESCAM)
- Instalación de combustible \_\_\_\_\_ SÍ

De las cuales, la factoría dispone ya en la actualidad de:

- Hangar
- Plataforma con puestos de estacionamiento
- Vallado
- Manga de viento
- Salvamento y extinción de incendios
- Zonas de descanso y estancia para la tripulación
- Instalación de Combustible

#### 6.1.2 Clasificación en cuanto a su uso: restringido o público

De acuerdo con el artículo 1.3 del Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, modificado por el Real Decreto 217/2014, de 24 de marzo, por el que se aprueban las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y se regula la certificación de aeródromos competencia del Estado, se define como aeródromo de uso público:

*“...Se entiende por aeródromo de uso público, los aeródromos civiles en los que se pueden realizar operaciones de transporte comercial, de pasajeros, mercancías y correo, incluidos aerotaxis. Los aeródromos de uso público deberán figurar como tal en la Publicación de Información Aeronáutica (AIP) del Servicio de Información Aeronáutica.*

*El resto de los aeródromos se consideran aeródromos de uso restringido...”*

Los helipuertos restringidos, al igual que los aeródromos restringidos, sólo pueden recibir vuelos que no sean de transporte público de pasajeros, o de transporte comercial. El helipuerto público, puede recibir todo tipo de vuelos.

En cuanto a la tipología de vuelos no comerciales, se admiten todos aquellos que sean "non revenue", es decir, todos aquellos en los que no exista un beneficio económico por la realización del vuelo. Vuelos que no tengan un pago comercial.

Por otra parte, y en base al Real Decreto 1070/2015, de 27 de noviembre, al ser un helipuerto principalmente destinado al mantenimiento de aeronaves, el helipuerto proyectado tendrá la clasificación de:

### **HELIPUERTO RESTRINGIDO ESPECIALIZADO**

#### **6.1.3 Performance de las operaciones**

La performance de las operaciones está relacionada con la posibilidad de tener que realizar un aterrizaje forzoso en caso de fallo de un motor, o poder continuar el vuelo con un motor inactivo, pudiendo ser performance 1, 2 ó 3.

La performance 1 permite la finalización del aterrizaje o del despegue con un motor fuera de servicio, lo que ofrece mayor seguridad en la operación.

No todas las aeronaves que van a operar en el helipuerto están certificadas para realizar operaciones del tipo performance 1. Por otra parte, dependiendo de la naturaleza de la misión, el tipo de performance puede variar.

Además, hay que tener en cuenta, que es necesario que el helipuerto esté preparado para poder ser utilizado por parte de cualquier tipo de helicóptero, debido al uso de las instalaciones como centro de mantenimiento (incluso de terceras compañías).

Es por esta razón por la que el helipuerto debe permitir su utilización en cualquier tipo de performance.

#### **6.1.4 Necesidades del Promotor. Infraestructura propuesta**

El tamaño del helipuerto: su área de aproximación final y despegue (FATO), puestos de estacionamiento, hangar, calles de rodaje, área de toma de contacto y elevación inicial (TLOF) etc., así como su capacidad portante, dependen del tamaño de los helicópteros que vaya a recibir. En concreto de aquel que obligue a las mayores dimensiones o que introduzca las mayores cargas en el aterrizaje, llamado helicóptero determinante. Este es el que impone un mayor dimensionamiento de la capacidad estructural.

Se muestra a continuación una tabla con las dimensiones de los helicópteros que operarán habitualmente en el helipuerto.

	Diámetro del rotor (m)	Máxima dimensión helicóptero (m)	MTOW (kg)	Tren de Aterrizaje
<b>H 135</b>	10,20	12,19	2.980	Patín
<b>EC 145</b>	11	13,03	3.585	Patín
<b>Tigre</b>	13,00	15,80	6.000	Ruedas
<b>H 225</b>	16,20	19,50	11.200	Ruedas
<b>NH 90</b>	16,30	19,56	10.600	Ruedas

**Tabla 2: Características helicópteros Airbus**

Como se puede observar en la tabla, es el helicóptero NH 90 el que presenta unas dimensiones mayores y el H 225 el que presenta un peso al despegue máximo (MTOW) mayor.

Con respecto a la FATO, como uno de los criterios determinantes a la hora de elegir la configuración del helipuerto es obtener la mayor longitud de FATO posible, para aumentar al máximo la seguridad en las operaciones de ascenso y aproximación, se ha optado por disponer de una FATO del tipo pista de aterrizaje.

Dadas las dimensiones del helipuerto determinante en este aspecto (NH 90), se proyecta una FATO con una anchura de 20 metros. La longitud de ésta es de 302,8 metros. Esta longitud viene determinada por la orientación de la misma y el vallado de la factoría. Se han tenido en cuenta las superficies limitadoras de obstáculos, su pendiente y divergencia para operaciones en performance 1 y nocturnas.

Sobre las necesidades de la plataforma y el rodaje, para helicópteros pesados con ruedas, siempre que sea posible se prefiere el rodaje terrestre, pero como se comprueba en la tabla anterior, no todos los helicópteros disponen de un tren de aterrizaje con ruedas, con lo que en el dimensionamiento de calles, rutas de rodaje y puestos de estacionamiento habrá que tener en cuenta las medidas necesarias para cada helicóptero en su tipo de rodaje posible. Hay que tener en cuenta que las distancias de seguridad a mantener entre eje de calle de rodaje y obstáculo y el tamaño de los puestos de estacionamiento varían en dependiendo de si el rodaje es terrestre o aéreo. Se escogerá el dimensionamiento más restrictivo.

Es requerimiento de Airbus que al puesto de estacionamiento número 10, el que se usará para calibrar los instrumentos, puedan acceder todos los helicópteros en rodaje aéreo, incluso si disponen de tren de aterrizaje con ruedas.

Por tanto, el dimensionamiento de la plataforma y calles de rodaje garantizará el rodaje aéreo hasta los puestos de estacionamiento de manera segura para el H 135 y el EC 145, al mismo tiempo que el rodaje terrestre del Tigre, el H 225 y el NH 90. Por otro lado el dimensionamiento del puesto número 10 permitirá el rodaje aéreo de todos los helicópteros.

Para dotar de versatilidad a la infraestructura haciendo que tanto los puestos de estacionamiento como las calles y rutas de rodaje puedan dar servicio a todos los tipos indistintamente, es necesario que se tome la dimensión más restrictiva de cada uno.

	Diámetro del rotor R (m)	Anchura máx. tren de aterrizaje UCW (m)	Tipo rodaje	Anchura Calle (m)	Anchura Ruta (m)
EC 145	11	2,40	Aéreo	2 x UCW = 4,80	2 x R = 22
NH 90	16,30	3,63	Terrestre	1,5 x UCW = 5,45	1,5 x R = 24,45
NH 90	16,30	3,63	Aéreo	2 x UCW = 7,26	2 x R = 32,60

Tabla 3: Cálculo de dimensiones calles y rutas de rodaje

Como se comprueba en la tabla superior, la anchura de las calles de rodaje, que van a los puestos de estacionamiento 1 a 5 y 7 a 9, será de 5,45 metros y las de las rutas de rodaje 24,45. Estas calles de rodaje serán utilizadas **siempre en rodaje terrestre** para aquellos helicópteros que tengan un tren de aterrizaje con ruedas. Por su parte, la calle de rodaje que va al puesto de estacionamiento número 10, tendrá unas dimensiones de 7,26 m y metros y la ruta de rodaje 32,6. Es necesario puntualizar que en la calle de rodaje que va al puesto de estacionamiento número 6, destinado al helicóptero del SESCOAM sólo permite el rodaje de helicópteros con las dimensiones del EC 145 o inferiores, por lo que la anchura de ésta calle de rodaje será de 4,8 metros y de la ruta será de 22 metros.

Como se ha expuesto con anterioridad, existe una calle de rodaje que conecta la plataforma con la Base Aérea, tanto ésta calle como la ruta, en el tramo que se encuentra dentro de la parcela de Airbus Helicopters, tienen las mismas dimensiones que las que van a los puestos de estacionamiento 1 a 6 y 7 a 9.

Calle/ruta asociados a:	Helicóptero determinante	Tipo rodaje del helicóptero determinante	Anchura Calle (m)	Anchura Ruta (m)
Puestos 1 a 5, Puestos 7 a 9 y Base Aérea	NH 90	Terrestre	5,45	24,45
Puesto 6	EC 145	Aéreo	4,8	22
Puesto 10	NH 90	Aéreo	7,26	32,6

Tabla 4: Resumen dimensiones calles y rutas de rodaje

La plataforma alberga 10 puestos de estacionamiento de helicópteros. Es requerimiento de Airbus que en todos los puestos de estacionamiento puedan operar todos los helicópteros. Estos puestos son de geometría circular, con las dimensiones que se muestran a continuación:

	Diámetro del rotor R (m)	Máxima dimensión helicóptero D (m)	Viraje estacionario	Diámetro puesto estacionamiento (m)	Distancia de extensión del área de protección (m)	Diámetro puesto + área de protección mínimos (m)
EC 145	11	13,03	Sí	1,2 x D = 15,64	0,4 x D = 5,21	2 x D = 26,06
NH 90	16,30	19,56	No	1,2 x D = 23,47	0,49	1,5 x R = 24,45
NH 90	16,30	19,56	Sí	1,2 x D = 23,47	0,4 x D = 6,41	2 x D = 39,12

Tabla 5: Cálculo de dimensiones puestos de estacionamiento

Como se deduce de la tabla, los puestos de estacionamiento del 1 al 5 y 7 al 9 se tendrán que dimensionar con un diámetro mínimo de 23,47 metros y el área de seguridad extenderá el diámetro hasta 26,06 metros, para que puedan estacionar tanto los helicópteros que vayan a realizar virajes estacionarios como los que no.

El puesto de estacionamiento número 6, destinado al helicóptero del SESCOAM, tiene unas dimensiones diferentes, ya que sólo permite el estacionamiento de helicópteros con las dimensiones del EC 145 o inferiores, por lo que, aunque el área de seguridad no cambie, el puesto de estacionamiento tendrá unas dimensiones de 15,64 m.

El puesto número 10, que está dimensionado para que aeronaves del tamaño o menores que el NH 90 puedan realizar el viraje estacionario tendrá unas dimensiones diferentes. Esto significa que aunque el diámetro del puesto de estacionamiento no va a variar, deberá proveerse un área de seguridad que extienda el diámetro hasta por lo menos 39,12 m.

De esta manera la infraestructura resultante será la de mayor tamaño y la que mayores distancias de seguridad aplique, que en este caso son:

- Las medidas de las calles y rutas de rodaje (tanto aéreas como terrestres) y la FATO estarán condicionadas por el helicóptero NH 90, excepto la calle y ruta que van al puesto de estacionamiento 6, que está dimensionada en base al EC 145.
- Las medidas de las áreas de seguridad de los puestos de estacionamiento del 1 al 9 estarán condicionadas por el EC 145, pues serán considerados como área de toma de contacto y elevación inicial (TLOF), al tener que acceder en rodaje aéreo.
- Los puestos de estacionamiento están condicionados por el NH 90, excepto para el puesto número 6, del que el helicóptero determinante es el CE 145.
- Las medidas del puesto de estacionamiento y el área de seguridad, del puesto número 10, vendrán determinadas por el NH 90.
- El terreno y los pavimentos usados deberán aguantar las exigencias de peso del H 225 (Superpuma).

### 6.1.5 Configuración del helipuerto

En base a lo expuesto, se resume a continuación la configuración definitiva del helipuerto.

- Diurno / nocturno \_\_\_\_\_ Nocturno
- Superficie / elevado sobre el terreno / elevado \_\_\_\_\_ Superficie
- Performance \_\_\_\_\_ 1,2,3
- Helicóptero determinante calles de rodaje y FATO \_\_\_\_\_ NH 90
- Helicóptero determinante puestos estacionamiento \_\_\_\_\_ EC 145
- Helicóptero determinante MTOW \_\_\_\_\_ H 225
- Eventual / Permanente \_\_\_\_\_ Permanente
- Restringido / Público \_\_\_\_\_ Restringido Especializado

## 6.2 Rutas propuestas de aproximación y despegue

Se han propuesto 2 rutas para el uso del helipuerto, en función de los vientos dominantes, obstáculos colindantes y del emplazamiento del casco urbano.

Aunque ninguna de las rutas plateadas sobrevuela el casco urbano, se proyecta la utilización predominante de las que discurren más alejadas del mismo, con el fin de evitar molestias.

### a) RUTAS PRINCIPALES

	<b>RUMBO MAGNÉTICO</b>	<b>COEF. UTILIZACIÓN</b>
<b>APROXIMACIÓN</b>	305° 03' 23"	60 %
<b>DESPEGUE</b>	305° 03' 23"	60 %

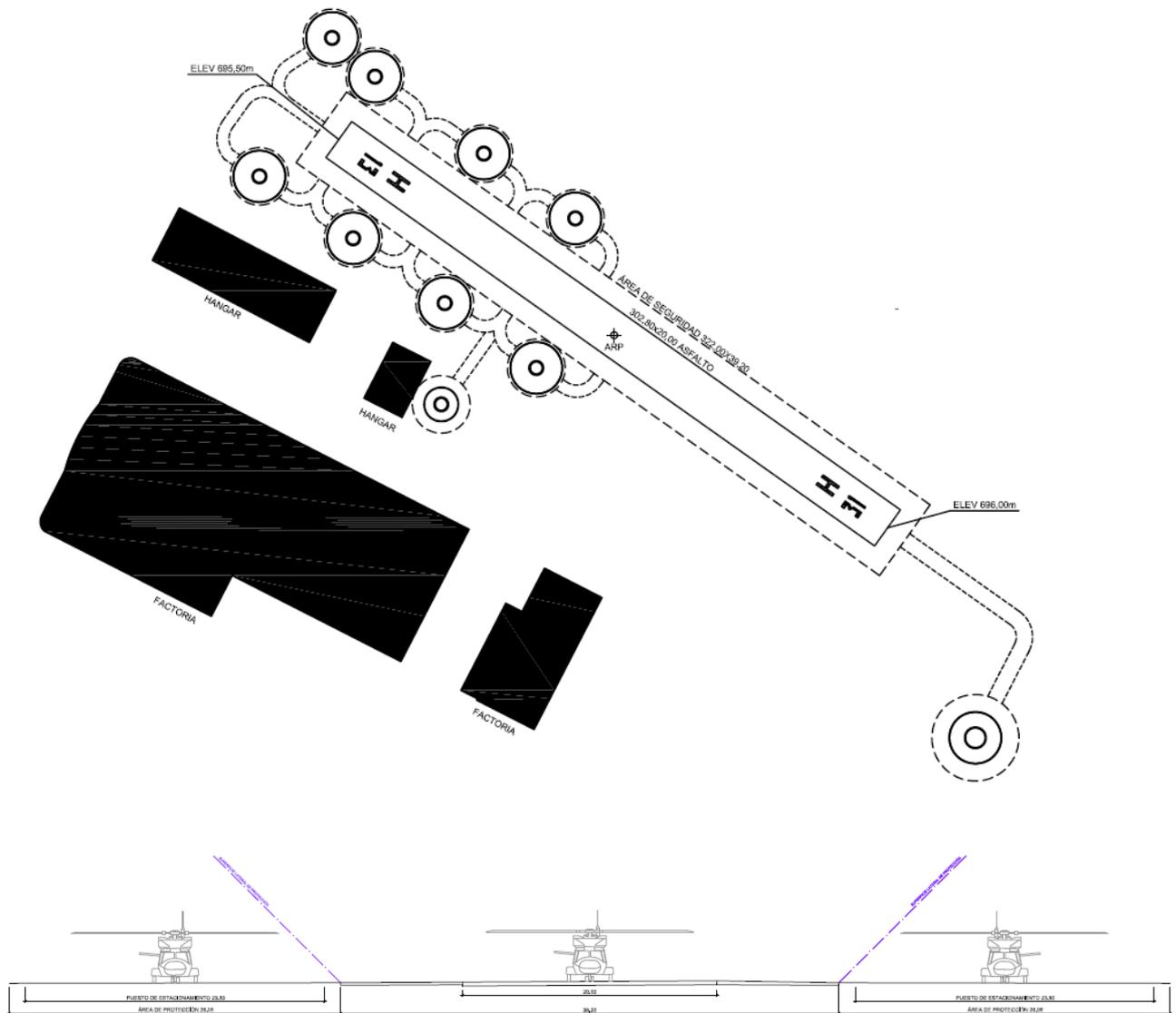
Tabla 6: Rumbos y utilización de la ruta principal

### b) RUTAS SECUNDARIAS

	<b>RUMBO MAGNÉTICO</b>	<b>COEF. UTILIZACIÓN</b>
<b>APROXIMACIÓN</b>	125° 27' 23"	40 %
<b>DESPEGUE</b>	125° 27' 23"	40 %

Tabla 7: Rumbos y utilización de la ruta secundaria

**6.3 Esquema del helipuerto**



**Figura 7: Configuración helipuerto**

## 7 MEMORIA DESCRIPTIVA

Se describe en este apartado tanto la infraestructura que se pretende construir, como la actividad que se desarrollará en la misma.

### 7.1 Estado actual

En la actualidad, como se ha mencionado anteriormente, Airbus Helicopters España no cuenta con un helipuerto, aunque sí con unas instalaciones dentro de su factoría, que le permiten llevar a cabo sus funciones relacionadas con las aeronaves. Los aterrizajes y despegues se hacen a través de la colindante Base Aérea de Albacete.

Estas instalaciones cuentan con una plataforma pavimentada con varios puestos de estacionamiento equipados para la realización de pruebas a helicópteros.

También disponen de una calle de rodaje que conecta la actual plataforma de estacionamiento con la Base Aérea Militar abierta al tráfico civil de Albacete para posibilitar el despegue y el aterrizaje de los helicópteros.

Cuenta también con un puesto de calibración de instrumentos, más alejado de la plataforma al que se accede por un vial preparado para que los helicópteros sean remolcados por un tractor.

La plataforma además tiene varias instalaciones auxiliares, indispensables para el correcto funcionamiento de las actividades a realizar.

La lista completa es la siguiente:

- Plataforma de estacionamiento de helicópteros.
- Red de drenaje de aguas y separación de hidrocarburos.
- Vial para vehículos terrestres.
- Puesto de calibración y vial de acceso.
- Calle de Rodaje de acceso a la pista de la Base Aérea.
- Instalaciones para almacenamiento de combustible y repostaje de helicópteros.
- Servicio de Extinción de Incendios (SEI).
- Señalización horizontal.
- Manga de viento.
- Sistema de iluminación de parte de la plataforma.
- Sistema de CCTV.
- Vallado.

El presente proyecto pretende, para mejorar la operatividad tanto de la factoría como de la Base Aérea, aprovechar las instalaciones existentes en la medida de lo posible y construir una pista de despegue y aterrizaje, modificando en parte la configuración de la plataforma para dar cabida a un mayor número de helicópteros.

Además se deben adaptar las instalaciones a la normativa más actual y también realizar los cambios necesarios para posibilitar su uso nocturno.

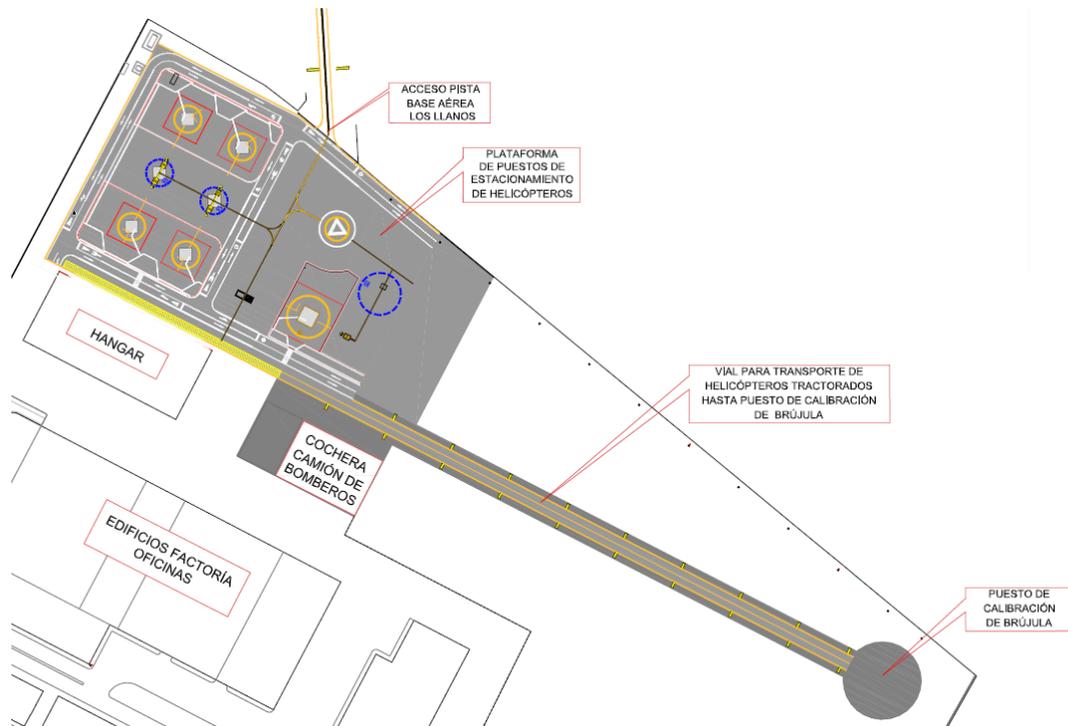


Figura 8: Plano del estado actual de las instalaciones

## 7.2 Descripción general

Se describe a continuación la infraestructura que se desea construir: helipuerto, la cual contendrá tanto la pista de aterrizaje y despegue como las instalaciones anejas necesarias para garantizar la seguridad de las operaciones, como son los medios de salvamento y extinción de incendios, las señales pintadas o el indicador de la dirección y velocidad del viento.

A grandes rasgos, se pretende añadir a la infraestructura existente las siguientes instalaciones:

- Pista de aterrizaje y despegue, de forma rectangular y de material bituminoso.
- Señalización pintada.
- Iluminación del campo de vuelos para su uso nocturno.
- Remodelación de la plataforma de estacionamiento.
- Señalización de obstáculos.
- Instalación de combustible portátil para los helicópteros del SESCAM.
- Ampliación de la red de salvamento y extinción de incendios.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### Superficie

Superficie Lado Aire _____	63.260 m <sup>2</sup>
Superficie Total de la pista y Área de Seguridad _____	12.622 m <sup>2</sup>
Superficie Plataforma de estacionamiento _____	30.376 m <sup>2</sup>
Superficie sin ocupación _____	20.262 m <sup>2</sup>

### Características del helipuerto

Pista rectangular (FATO) de _____	302,8 x 20 m
Área de seguridad de _____	322,0 x 39,2 m
Nº de puestos de estacionamiento _____	10

### Orientación magnética de las rutas de despegue y aterrizaje

Rumbo despegue 31 _____	305° 03' 23"
Rumbo despegue 13 _____	125° 27' 23"

### ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

Ampliación de la zona pavimentada _____	SI
<i>Superficie a pavimentar de la pista</i> _____	3.608 m <sup>2</sup>
<i>Superficie a pavimentar de la plataforma</i> _____	4.648 m <sup>2</sup>
Infraestructuras para servicio de salvamento y extinción de incendios _____	SI
<i>Ampliación</i> _____	9 hidrantes
Zona industrial y Almacenamiento de combustible _____	SI
<i>Ampliación</i> _____	1 instalación autónoma provisional de combustible
Urbanización (acceso/otros) _____	NO
Ayudas visuales _____	SÍ
Luces _____	44
Proyectores _____	17
Faro _____	1
Señalización horizontal _____	740 m <sup>2</sup>
Manga de viento _____	1

INFRAESTRUCTURAS ASOCIADAS \_\_\_\_\_ NO

### 7.3 Descripción de la fase de obras

Se describe a continuación la infraestructura que se desea construir: helipuerto, la cual contendrá tanto la pista de aterrizaje y despegue como las instalaciones anejas necesarias para garantizar la seguridad de las operaciones

Se describen a continuación las obras a realizar:

1. Desbroce y limpieza de la zona a actuar, retirada de la tierra vegetal.
2. Movimiento de tierras, nivelación y compactación del terreno.
3. Pavimentación de la pista con mezcla bituminosa en caliente.
4. Ayudas visuales a la navegación.
5. Instalación eléctrica.
6. Sistema de suministro de combustible para el helicóptero del SESCOAM.
7. Ampliación de la instalación contra incendios.
8. Ampliación de la red de drenaje.
9. Anclajes de los puestos de estacionamiento.

De forma resumida, las instalaciones mencionadas se materializan por medio de los elementos constructivos que se detallan a continuación.

### 7.2.1. Desbroce y limpieza de la zona a actuar

Es necesario adecuar previo a la realización de los trabajos previstos, parte del campo de vuelos que no está en uso, es decir, que no forma parte de la plataforma de estacionamiento, el puesto de calibración y el vial de acceso al puesto.

Esta adecuación consiste en un desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado hasta una profundidad de 10 cm.

- Superficie estimada a desbrozar .....8.256 m<sup>2</sup>



Figura 9: Zona a desbrozar

### 7.3.2 Movimiento de tierras, nivelación y compactación del terreno

Aunque para la construcción de la propia factoría de Airbus Helicopters se ha actuado sobre la superficie de la parcela, para asegurar que se cumple con los requisitos de pendientes y resistencia del terreno, será necesario un movimiento de tierras.

Este movimiento se ha calculado de manera que se compense la tierra de aquellos terrenos que necesiten terraplenado con los que necesiten desmonte, por lo que en un principio no será necesario el aporte de tierra.

- Volumen del movimiento de tierras.....5.352 m<sup>3</sup>

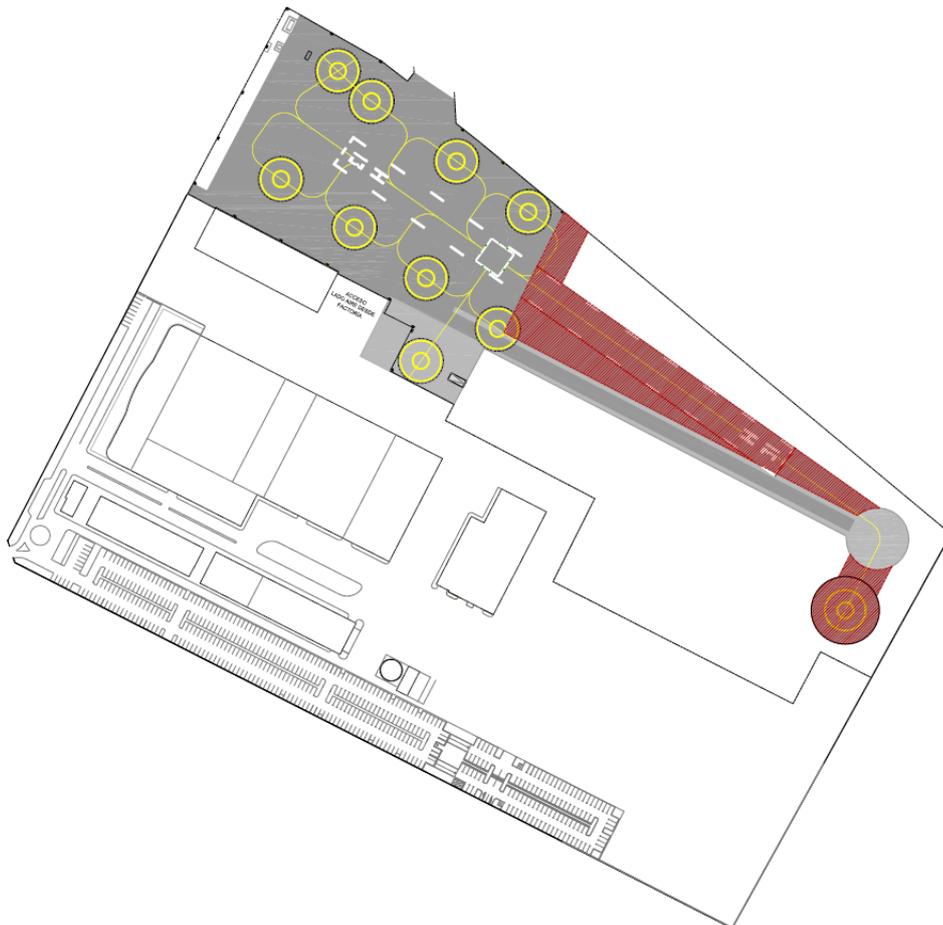
Las zonas a terraplenar, se rellenarán, nivelarán y apisonarán hasta conseguir un grado de compactación de 98% del proctor, y unas pendientes que cumplan con la norma aeronáutica y permitan la correcta escorrentía de las aguas (en pista 1% a dos aguas).

### 7.3.3 Pavimentación de la pista con mezcla bituminosa en caliente

Una de las guías del proyecto ha sido el intentar realizar el menor número de actuaciones posible y es por ello que la alternativa seleccionada contempla la mínima superficie de pavimentación para la construcción de la pista más larga que cupiese en el recinto.

En la siguiente figura se puede apreciar, sombreada en rojo, la superficie a pavimentar (ya que el resto se encuentra construido ya) que ocupa:

- Superficie a pavimentar .....8.256 m<sup>2</sup>



**Figura 10: Superficie nueva a pavimentar**

Se hará uso para la pavimentación de un firme flexible para tráfico pesado T4 sobre explanada E3, compuesto por 30 cm de zahorra artificial y 5 cm de M.B.F.

#### **7.3.4 Ayudas visuales a la navegación**

Se diseña cierta señalización pintada del helipuerto y un indicador de la dirección y velocidad del viento, manga de viento.

La manga de viento está emplazada según se detalla en planos, en la parte superior del hangar de mantenimiento, cerca del área de aproximación final y despegue con el fin de indicar fielmente las condiciones de viento sobre esta área, de tal forma que se pueda divisar a gran distancia desde las dos rutas de aproximación.

Al ser un helipuerto de uso nocturno, estará iluminada.

Se pintará la siguiente señalización:

- Señal de identificación de helipuerto.
- Señal de perímetro de FATO.
- Señal de designación de FATO para tipo pista de aterrizaje.
- Señal de dimensiones de FATO.
- Señal de TLOF.
- Señal de nombre de helipuerto.
- Señal de eje de calle de rodaje.
- Señal de entrada/salida de puesto de estacionamiento.
- Señal de identificación de puesto de estacionamiento.
- Señales de puesto de estacionamiento.
- Señal de punto de toma de contacto.

Al contar con una plataforma de estacionamiento ya construida con su correspondiente señalización, será necesario, el fresado de la señalización ya que se va a reconfigurar la plataforma y conduciría a error la superposición de diferente señalización, pudiendo provocar accidentes.

Para la eliminación de la señalización actual se hará uso de una maquina fresadora, se calcula una superficie a fresar de:

- Superficie a fresar .....844 m<sup>2</sup>

Se utilizará pintura reflexiva, para señalar una superficie estimada de:

- Pintura blanca .....538 m<sup>2</sup>
- Pintura amarilla .....368 m<sup>2</sup>
- Pintura negra.....56 m<sup>2</sup>

También se señalarán los obstáculos con banderas de señalización de obstáculos.

Además, es necesaria la instalación de un sistema de alumbrado del campo de vuelos puesto que el helipuerto debe certificarse para su uso en horario nocturno. Se proyectan las siguientes luces:

	Número de luces
<b>Proyectores</b>	17
<b>Luces Verdes TLOF</b>	12
<b>Luces Blancas FATO</b>	26
<b>Luces Rojas obstáculos</b>	6
<b>Faro Helipuerto</b>	1

Tabla 8: Resumen de Luces

Se plantea, como en el resto de actuaciones, una configuración que pueda aprovechar al máximo las estructuras ya construidas. Se estima suficiente el uso de las mínimas luces requeridas ya que en los vuelos que se van a efectuar, los pilotos cuentan con ayudas a la visión nocturna incorporadas en su equipamiento.

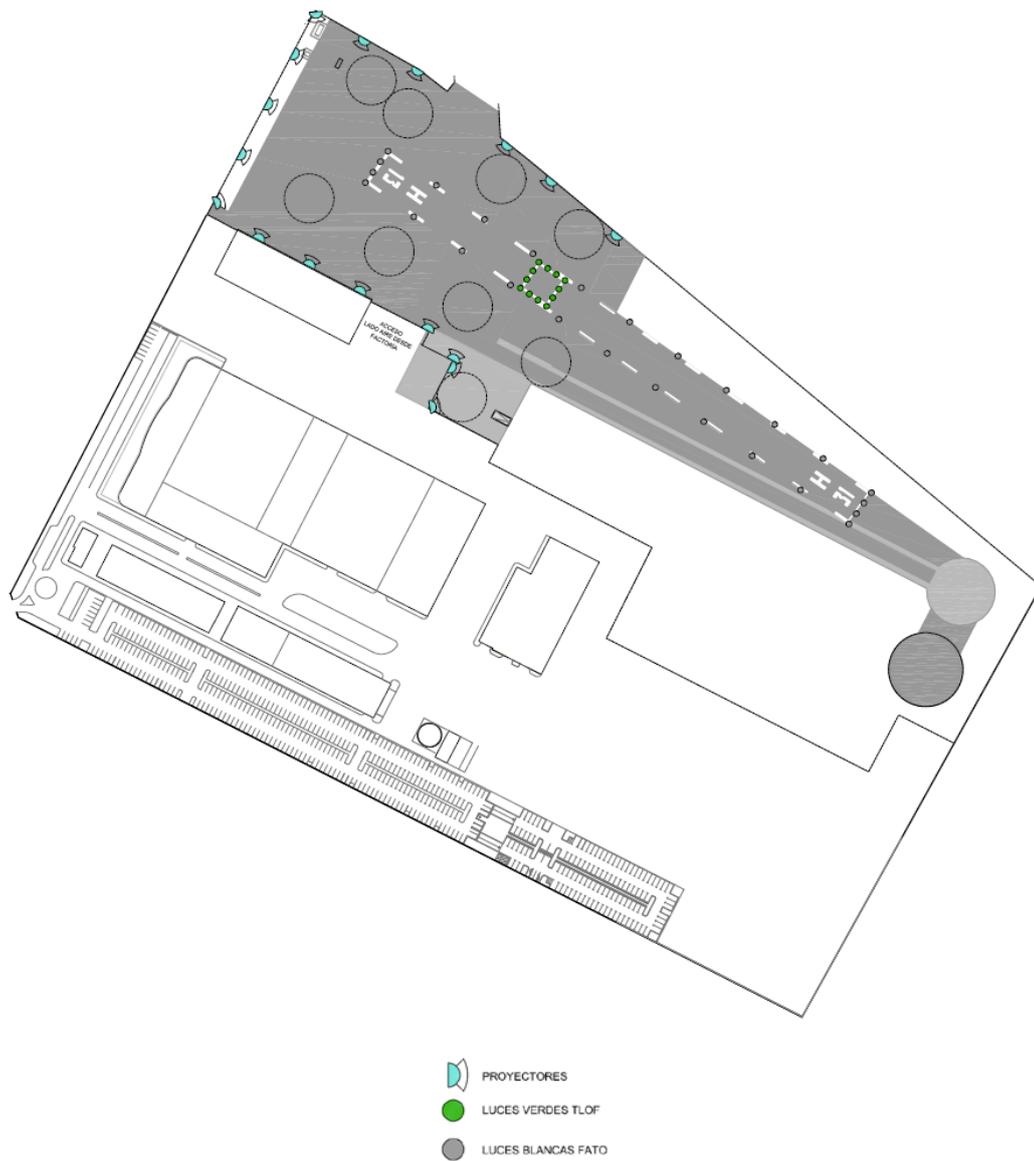


Figura 11: Esquema sistema de iluminación propuesto

### 7.3.5 Instalación eléctrica

Dado que el helipuerto se encuentra dentro de las instalaciones de Airbus Helicopters España, la fuente principal de energía es la misma que provee a la fábrica.

Se proyectan 3 circuitos:

- Circuito en serie para las luces de FATO.
- Circuito en serie para las luces verdes de TLOF de la FATO.
- Para la instalación de los proyectores se aprovechará en la medida de lo posible el circuito existente de los proyectores que se usan en la actualidad.

Los circuitos de las luces de plataforma contarán con un regulador de intensidad.

Además, toda la instalación eléctrica está conectada a una fuente secundaria de energía eléctrica, el cual se pondría en funcionamiento antes de 15 minutos.

### 7.3.6 Sistema de suministro de combustible para el helicóptero del SESCAM

Airbus Helicopters España, tiene un acuerdo con el Servicio de Salud de Castilla-La Mancha para que uno de sus helicópteros de servicios sanitarios tenga una base permanente en la factoría. Un acuerdo beneficioso para los habitantes de Castilla-La Mancha y la provincia de Albacete en particular.



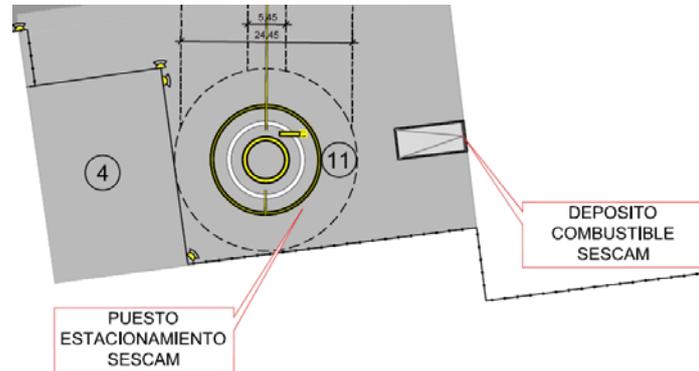
Figura 12: Helicóptero del SESCAM basado en las instalaciones de Airbus Helicopters

Estos helicópteros van a necesitar como es lógico, una estación de abastecimiento de combustible. No se puede plantear la posibilidad de utilizar las instalaciones fijas existentes por diversos motivos:

- Las instalaciones están acondicionadas para su uso en pruebas.
- Se resta operatividad tanto para el SESCAM que dependería de la disponibilidad del puesto para realizar los repostajes, siendo un servicio de emergencias. De la misma manera Airbus Helicopters podría verse afectado cuando el helicóptero del SESCAM estuviese ocupando el punto de repostaje.
- Los problemas añadidos de tener que controlar el consumo de combustible de dos empresas diferentes abasteciéndose del mismo depósito.

Por esta razón se plantea la colocación de una instalación autónoma provisional, junto al puesto de estacionamiento que será de uso exclusivo del SESCAM.

El depósito, de una capacidad máxima de 20.000 litros de combustible JET-A1, deberá cumplir con la normativa aeronáutica al respecto y por eso deberá ser de doble pared, al no existir un cubeto de retención.



**Figura 13: Configuración del puesto de estacionamiento del SESCAM**

### 7.3.7 Ampliación de la instalación contra incendios

Para hacer frente a los posibles incendios que se puedan dar, la plataforma cuenta actualmente con una red de Columnas Hidratantes Exteriores (CHE), que forman la red de Protección Contra Incendios (PCI) para abastecer de agua las diferentes partes de la plataforma.

En la plataforma hay 6 hidrantes exteriores, conectados con tuberías de polietileno de alta densidad, con un caudal de diseño de 1.500 l/min, un tiempo de autonomía de 60 m y una presión cercana a los 7 bares en cada hidrante. También se cuenta con un depósito de acumulación o aljibe de 648 m<sup>3</sup>.

Este sistema es complementado con un camión autobomba, que se encuentra al lado de los hangares, en la parte sur de la plataforma, una zona pavimentada con hormigón y que cuenta con un recinto techado. Como se puede comprobar, dispone de acceso directo e inmediato al campo de vuelos, puesto que el citado recinto dónde está estacionado no cuenta con puertas ni paredes en el lado de la plataforma.

El camión autobomba es de cabina doble (7 plazas) de 3.000 litros de capacidad, modelo ATEGO 280 CV 15 Tm, totalmente equipado con el equipo de salvamento necesario.

Dado que la configuración del campo de vuelos se va a variar, ampliando la zona utilizable, la red de extinción de incendios existente será ampliada para abastecer toda la ampliación del campo de vuelos.

Esta ampliación se hará mediante la instalación de 9 hidrantes bajo rasante, con las mismas características de caudal y autonomía que las CHE existentes, pero sin situarse en altura con respecto del suelo. Se garantizará un mínimo de 6 bares de presión disponible (en punta de lanza) en el último hidrante a instalar.

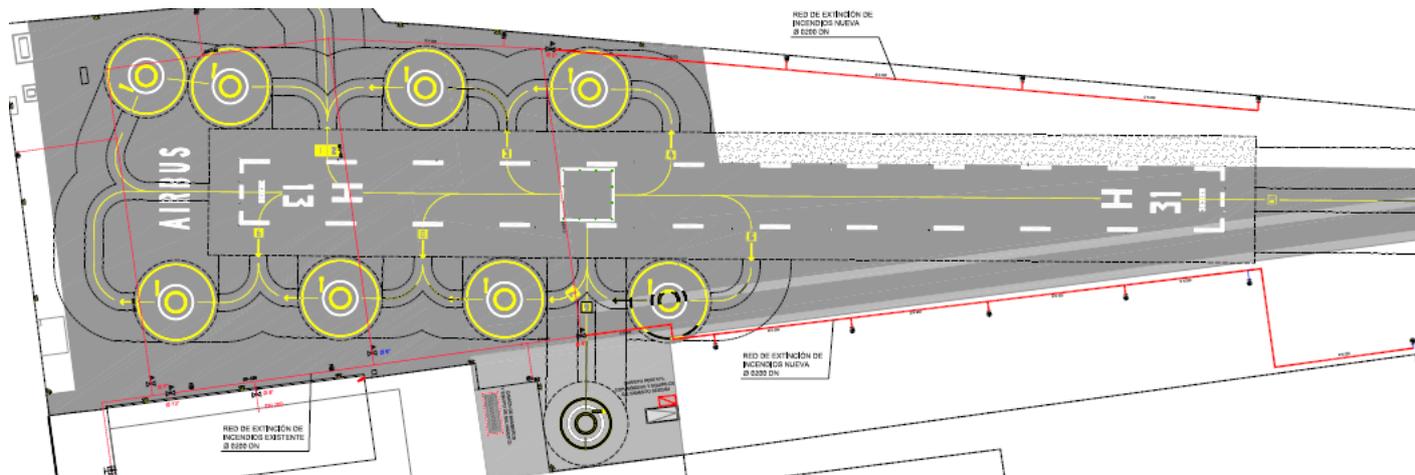


Figura 14: Red hidrante ampliada

En adición a esta ampliación, se dispondrá de un carrito portátil de espumógeno, con un depósito de 100 litros y una lanza de espuma auto aspirante capaz de trabajar a un caudal de 600 l/min a 5 bar para producir espuma a 600 l/m.

El carrito, que se emplazará al lado del puesto de estacionamiento del SESCOAM, se conectará a los puntos hidrantes para abastecerse de agua para la generación de espuma.



Figura 15: Carrito portátil

Con lo anteriormente expuesto se pueden distinguir **dos horarios de uso** de los servicios de extinción de incendios:

- En el horario en que operen tanto Airbus como el SESCOAM:  
Se hará uso del camión autobomba (que podrá funcionar tanto con el agua de su depósito como conectándose a la red de hidrantes) y también del carrito portátil.
- En el horario en que sólo opere el SESCOAM:  
Solo se usará el carrito portátil, el camión autobomba permanecerá inoperativo.

### 7.3.8 Ampliación red de drenaje

Al plantear un puesto de estacionamiento dónde se repostará combustible para el SESCAM (puesto n1 6), es necesaria la instalación de un sumidero de rejilla en este puesto de estacionamiento, que conectará con la existente red de drenaje de aguas y separación de hidrocarburos, puesto que en las zonas dónde se suministra combustible existe más riesgo de vertido de hidrocarburos.

### 7.3.9 Anclajes de los puestos de estacionamiento

La reubicación de los puestos de estacionamiento debe garantizar la posibilidad de seguir haciendo las pruebas que se llevan a cabo en la actualidad y es por esta razón que se estima necesaria la colocación de elementos de anclaje en al menos dos de los nuevos puestos de estacionamiento.

No se contempla la demolición de los elementos de anclaje que se utilizan en la actualidad, puesto que no afectan al correcto funcionamiento de las instalaciones y se está buscando realizar el menor número posible de actuaciones, por lo que también se descarta el traslado de un antiguo puesto de estacionamiento a uno nuevo.

Se seleccionarán los puestos en los que se considere necesaria la instalación de los anclajes y se ejecutará la instalación.

Estos anclajes deben ser tales que aguanten la fuerza ejercida por los helicópteros que realizarán las pruebas con el motor funcionando a la máxima potencia, sin que este pueda tomar el vuelo ni que se levante el pavimento.



Figura 16: Detalle anclajes existentes

## 7.4 Descripción de la fase de explotación del helipuerto

### 7.4.1. Visual o Instrumental

El helipuerto se diseña para operaciones visuales, VFR.

### 7.4.2. Horario de operación

El horario de operación del helipuerto será de H24.

### 7.4.3. Descripción de las maniobras

#### a) Rutas principales

Se exponen a continuación las trayectorias principales de despegue y aterrizaje.

	RUMBO MAGNÉTICO	COEF. UTILIZACIÓN
<b>APROXIMACIÓN</b>	305° 03' 23"	60 %
<b>DESPEGUE</b>	305° 03' 23"	60 %

Tabla 9: Rutas principales de aproximación y despegue

#### b) Rutas secundarias

Se exponen a continuación las trayectorias secundarias de despegue y aterrizaje.

	RUMBO MAGNÉTICO	COEF. UTILIZACIÓN
<b>APROXIMACIÓN</b>	125° 27' 23"	40 %
<b>DESPEGUE</b>	125° 27' 23"	40 %

Tabla 10: Rutas secundarias de aproximación y despegue

Estas rutas se muestran en la siguiente figura. Cabe comentar que se han diseñado de forma que se minimice la interferencia con los edificios del Parque Aeronáutico y con la Base Aérea de Albacete.

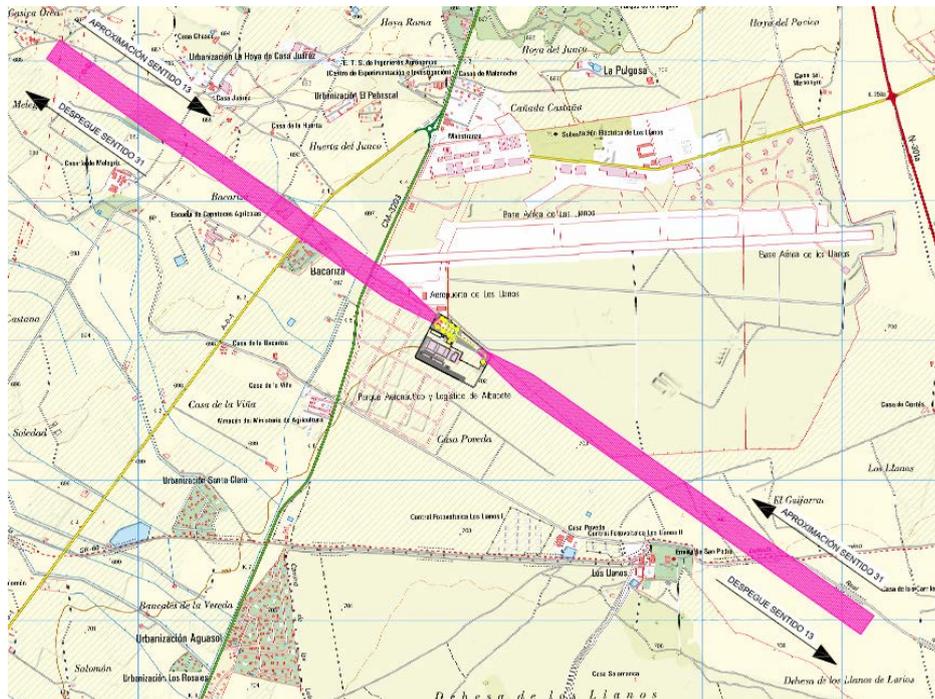


Figura 17: Rutas de aproximación y despegue

#### 7.4.4. Procedimientos previstos

Dada la proximidad del helipuerto a la Base Aérea de Albacete, se ha firmado una carta de acuerdo entre la Base Aérea de Albacete y Airbus Helicopters España, estableciendo un procedimiento de coordinación de las operaciones de la Base Aérea con el helipuerto.

En él se establece que antes de cada vuelo se debe obtener la autorización del Coronel Jefe de la Base Aérea de Albacete, realizándose la comunicación por carta, fax o teléfono.

Además, se podrán realizar aproximaciones y despegues desde el helipuerto siempre y cuando se tenga la autorización de la torre de control. Se establece también el punto S1 como preferente para las aproximaciones y se define el circuito de tráfico.

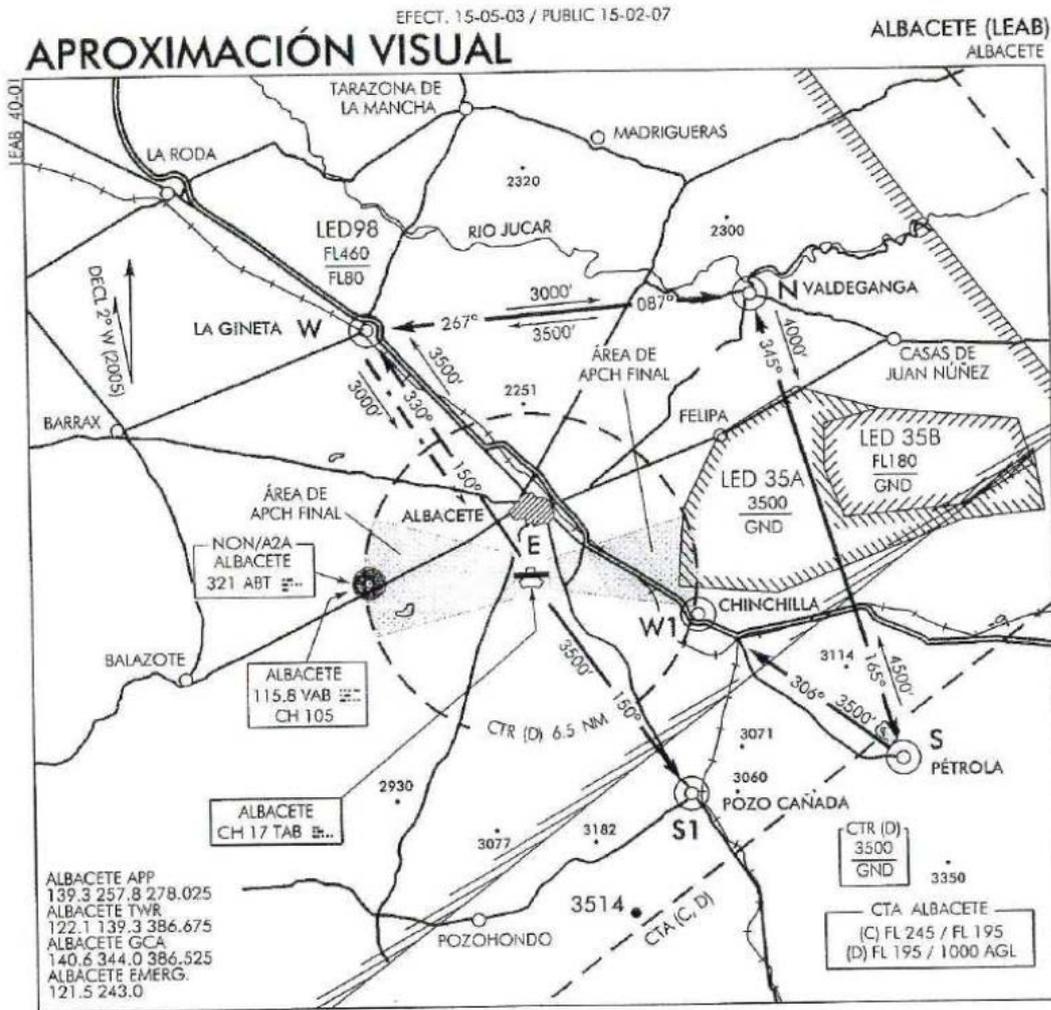


Figura 18: Carta de aproximación visual

#### 7.4.5. *Propuestas de integración en la estructura del espacio aéreo*

Dado que ya existe un procedimiento de coordinación para las operaciones aéreas de Airbus Helicopters España en el helipuerto, su integración será inmediata con sólo publicar las coordenadas del ARP.

#### 7.4.6. *Previsiones iniciales de tráfico*

Dado que el helipuerto se va a destinar principalmente a pruebas en vuelo de sistemas así como a entrega de helicópteros producidos, resulta difícil evaluar de forma precisa el número de operaciones. Además, la flota que opera en el helipuerto es muy diversa.

Tomando como referencia las operaciones realizadas el último año, se obtiene la estimación siguiente (la mitad de las operaciones son aproximaciones y la otra mitad despegues):

Operaciones	DÍA (07-19H)	TARDE (19-23H)	NOCHE (23-07H)
Aproximaciones (LD)	350	28	8
Despegues (TO)	350	28	8
<b>TOTAL:</b>	<b>772</b>		

Tabla 11: Tráfico previsto

#### 7.4.7. *Compatibilidad con los núcleos urbanos próximos*

Dado que el helipuerto se va a destinar principalmente a pruebas en vuelo de sistemas así como a entrega de helicópteros

Respecto a la compatibilidad con los núcleos urbanos próximos, hay que destacar que el helipuerto se enmarca dentro del Parque Aeronáutico de Albacete.

El emplazamiento está situado a menos de 10 kilómetros de la ciudad de Albacete y diversos pequeños núcleos urbanos de su alrededor. Es por esto que se han diseñado unas rutas de despegue y aproximación compatibles con estos núcleos urbanos.

## 8 IMPACTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS

En la memoria del Documento Ambiental (Anejo 2) se incide en el impacto de las obras y del helipuerto, y se proponen las medidas protectoras, correctoras y compensatorias necesarias para mitigar el impacto de la infraestructura.

## 9 DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

### DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

Se desarrollan los siguientes anejos:

- ANEJO 1 Justificación Aeronáutica
- ANEJO 2 Documento Ambiental
- ANEJO 3 Estudio meteorológico
- ANEJO 4 Levantamiento topográfico
- ANEJO 5 Gestión de residuos
- ANEJO 6 Relación de colaboradores

### DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

- PLANO 01 Localización (escala 1:200.000)
- PLANO 02 Situación (escala 1:25.000)
- PLANO 03 Emplazamiento y accesos (escala 1:5.000)
- PLANO 04 Plano de helipuerto (escala 1:3000)
- PLANO 05 Configuración general estado actual (escala 1:1500)
- PLANO 06 Configuración general estado reformado
- PLANO 07 Configuración general futura (escala 1:1500)
- PLANO 08 Señalización y pintura
- PLANO 09 Superficies limitadoras de obstáculos: definición
- PLANO 10 Plano tipo A – OACI: aproximación 31
- PLANO 11 Plano tipo A – OACI: aproximación 13
- PLANO 12 Estudio de obstáculos
- PLANO 13 Levantamiento topográfico
- PLANO 14 Clasificación de los terrenos sobrevolados
- PLANO 15 Luces y ayudas a la navegación
- PLANO 16 Salvamento y extinción de incendios
- PLANO 17 Áreas de afección corriente descendente del rotor

## 10 RESUMEN DE PRESUPUESTO

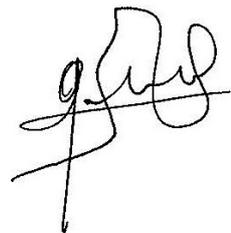
Cap.	Resumen.....	EUROS	%
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	20.556,10	7,25
2	FIRMES.....	124.263,03	43,84
3	AYUDAS VISUALES A LA NAVEGACIÓN.....	64.379,06	22,71
4	SALVAMENTO Y EXTINCIÓN .....	25.598,58	9,03
5	SEÑALIZACIÓN Y PINTURA .....	17.183,52	6,06
6	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	21.831,48	7,70
7	SEGURIDAD Y SALUD .....	6.816,21	2,40
8	CONTROL DE CALIDAD.....	898,88	0,32
9	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	1.908,54	0,67
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>283.435,40</b>	
<b>19,00% GG + BI.....</b>		<b>53.852,73</b>	
<b>21,00% I.V.A. ....</b>		<b>70.830,51</b>	
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>408.118,63</b>	
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>408.118,63</b>	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de **CUATROCIENTOS OCHO MIL CIENTO DIECIOCHO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS.**

Valencia, Julio de 2.016

Fdo:

Ingeniero Aeronáutico:  
Pablo Senchermés Morales  
DNI. 29.169.015-R  
Nº de Colegiado : 3.153





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



GRADO EN INGENIERÍA AEROSPACIAL

TRABAJO FINAL DE GRADO

DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS Point-in-Space  
LPV PARA EL HELIPUERTO DE AIRBUS  
HELICOPTERS (ALBACETE, ESPAÑA) BASADO  
EN TECNOLOGÍA GNSS Y UTILIZANDO EGNOS  
COMO SISTEMA DE SATÉLITES DE  
AUMENTACIÓN EUROPEO

ANEXO 6. LEVANTAMIENTO DE OBSTÁCULOS

Alumno: Lucía Senchermés Cháfer

Empresa: Airtech Levante, S.L.

Tutor: Pablo Senchermés Morales

Tutor UPV: Israel Quintanilla García

Cotutor UPV: Pedro Yuste

Airbus Helicopters España, S.A.



# LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

## HELIPUERTO RESTRINGIDO

### EN LA FACTORÍA DE AIRBUS HELICOPTERS ESPAÑA (ALBACETE)



HE15046

## ÍNDICE

### MEMORIA

1. EMPLAZAMIENTO.....	3
2. OBJETO DEL PROYECTO.....	4
3. SISTEMAS GEODÉSICOS EMPLEADOS. JUSTIFICACIÓN.....	5
4. PROCESO TOPOGRÁFICO.....	5
5. CALIDAD DE LOS DATOS AERONÁUTICOS.....	6
6. RESULTADOS DE LA CALIDAD DE LOS DATOS AERONÁUTICOS.....	8
7. CARTOGRAFÍA EMPLEADA.....	10
8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL INSTRUMENTAL EMPLEADO.....	11
9. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.....	12

### Índice de figuras

Figura 1: Mapa de localización del emplazamiento.....	3
Figura 2: Plano catastral parcela.....	4
Figura 3: Ubicación del helipuerto.....	4

### Índice de tablas

Tabla 1: Coordenadas del emplazamiento.....	4
Tabla 2: Calidad datos latitud/longitud.....	8
Tabla 3: Calidad datos elevación/altitud/altura.....	8
Tabla 4: Calidad datos declinación y variación magnética.....	8
Tabla 5: Calidad datos marcación.....	9
Tabla 6: Calidad datos longitud/distancia/dimensión.....	9
Tabla 7: Características Estación Total GPT-9003M.....	11

# MEMORIA

## 1. EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento propuesto se encuentra dentro de la factoría de Airbus Helicopters España, que se encuentra en el término municipal de Albacete, la parcela de estas instalaciones, dentro de la cual se ubica el helipuerto, de referencia catastral 7311801WJ9171A0001AO.

Las señas de dichos terrenos son las siguientes:

Airbus Helicopters España  
Carretera de las Peñas, Km 5,3  
Parque Aeronáutico y Logístico  
02066 Albacete

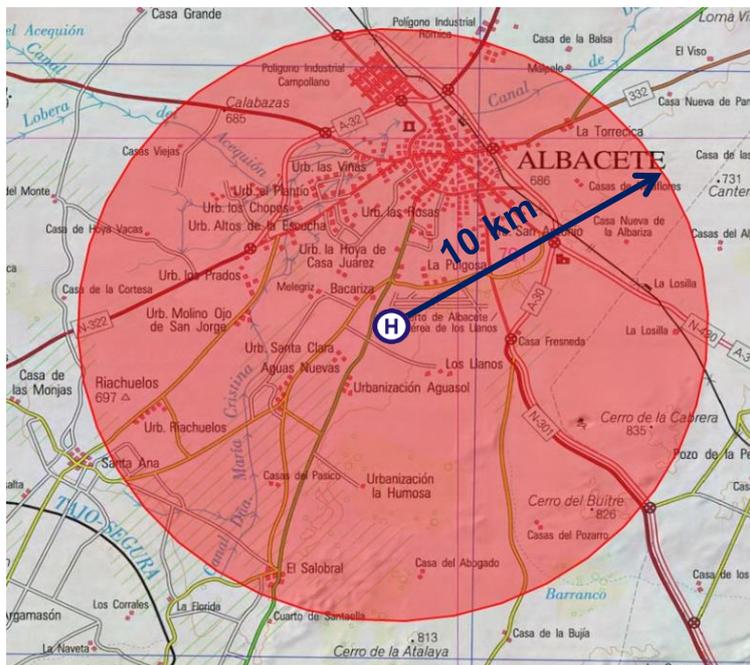


Figura 1: Mapa de localización del emplazamiento

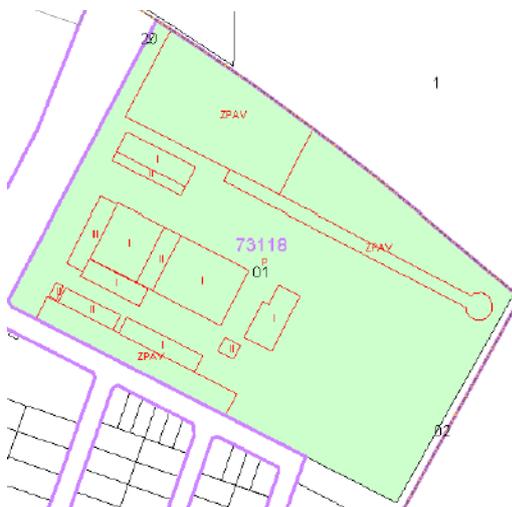


Figura 2: Plano catastral parcela

Las coordenadas geográficas del emplazamiento son:

NOMBRE DEL HELIPUERTO	AIRBUS
TÉRMINO MUNICIPAL	ALBACETE
COORDENADAS (WGS84) ARP	38°56'33.94" N 01°52'38.80" W
ELEVACIÓN ARP	695.47 m

Tabla 1: Coordenadas del emplazamiento



Figura 3: Ubicación del helipuerto

## 2. OBJETO DEL PROYECTO

- **Primero.** Se requiere el posicionamiento absoluto en coordenadas WGS-84 de los elementos que definen la posición, dimensiones y características helipuerto conforme a las especificaciones de calidad reflejadas en las "Normas y métodos recomendados internacionales" de la Organización de Aviación Civil Internacional. O.A.C.I. Anexo 14 y Anexo 15.
- **Segundo.** Se pide la obtención de los diferentes obstáculos de la zona que afecten a la infraestructura aeronáutica, determinando la posición planimétrica y su máxima altitud según las especificaciones de calidad reflejadas en "Normas y métodos recomendados internacionales" de la Organización de Aviación Civil Internacional. O.A.C.I. Anexo 14 y Anexo 15.

### 3. SISTEMAS GEODÉSICOS EMPLEADOS. JUSTIFICACIÓN.

Para la realización del presente trabajo se utilizara como sistema de referencia el establecido por el REAL DECRETO 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

Al ser el sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), el sistema de referencia geodésico oficial en España para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica, este trabajo se realiza en este sistema, transformando posteriormente las coordenadas ETRS89 de los puntos obtenidos al sistema de referencia WGS84.

El sistema ETRS89 tiene asociado el elipsoide GRS80 y está materializado por el marco que define la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales, REGENTE, y sus densificaciones.

Las características del elipsoide GRS80 son:

- Semi-eje mayor  $a = 6378137,00000$  m.
- Semi-eje menor  $b = 6356752,31414$  m.

Y son similares a las del elipsoide WGS84

- Semi-eje mayor  $a = 6378137,00000$  m
- Semi-eje menor  $b = 6356752,31425$  m

Para transformar coordenadas de un sistema a otro, y dada la similitud de ambos elipsoides, así como las precisiones que marcan nuestra labor (Anexo 14, Capítulo 2 de la OACI) se considera que las coordenadas ETRS89 en las que se ha realizado el trabajo son idénticas a las coordenadas WGS84 en las que solicitan los datos.

Para Sistema de Referencia Altimétrico se toma como referencia de altitudes los registros del nivel medio del mar en Alicante para la Península. El sistema está materializado por las líneas de la Red de Nivelación de Alta Precisión. (R.D. 1071/2007)

La obtención de altitudes ortométricas derivadas de técnicas GNSS exige apoyarse en una serie de puntos con altitud ortométrica bien conocida y realizar un modelo local para interpolar o bien disponer de un modelo de geoide con la suficiente precisión. Para poder utilizar los modelos gravimétricos, estos deben ser previamente adaptados al datum vertical existente. Es por ello que el modelo gravimétrico mundial más reciente, EGM2008, adaptado al Sistema de Referencia Vertical en España materializado por la Red de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP), es el empleado en este trabajo.

### 4. PROCESO TOPOGRÁFICO

Personados en la parcela realizaremos el levantamiento donde queden reflejados todos aquellos elementos que sean destacables y el relieve del terreno de una zona correspondiente a la parcela donde se situara el Helipuerto.

Para ello y para la obtención de coordenadas con la precisión requerida se opta por un levantamiento estático con post-proceso apoyado en las diferentes estaciones permanentes GNSS tanto de organismos públicos (IGN, RAP, REP,...) como de empresas privadas en caso de que fuese necesario.

De ha descartado un posicionamiento por NTRIP debido a la poca cobertura existente sobre el territorio de bases permanentes GNSS. Igualmente se ha descartado posicionamiento RTK por la dificultad de acceder a puntos de coordenadas conocidas.

Para la realización del levantamiento de obstáculos se utiliza una estación local modelo Estación Total GPT-9003M con puntero especial y medición sin prisma apoyándose en un sistema de coordenadas obtenido por la pareja de GPS.

También son utilizados el conjunto de GPS fijo y móvil para la obtención del levantamiento planímetro de la zona de actuación.

La transformación entre el sistema de coordenadas de la estación local y el sistema ETRS89 se realiza por medio del emplazamiento de varias bases conocidas dadas por la pareja de GPS utilizados.

Dada la precisión requerida en las coordenadas finales, no se aplica ningún tipo de corrección por esfericidad terrestre de aquellos obstáculos más alejados de la zona del helipuerto.

Una vez obtenidos los datos de campo se procesan en gabinete por medio del software adecuado, obteniendo las coordenadas finales.

## 5. CALIDAD DE LOS DATOS AERONÁUTICOS

Los datos obtenidos en el levantamiento han sido tomados teniendo en cuenta las prescripciones sobre calidad de los datos aeronáuticos facilitados por la empresa contratista. ("Normas y métodos recomendados internacionales" de la Organización de Aviación Civil Internacional. O.A.C.I. Anexo 14 y Anexo 15.

### Definiciones obtenidas del Anexo 15, Capítulo 2 de la OACI

**Calidad.** Grado en que el conjunto de características inherentes cumple con los requisitos (ISO 9000\*).

Nota 1. El término "calidad" puede utilizarse con adjetivos tales como pobre, buena o excelente.

**Calidad de los datos.** Grado o nivel de confianza de que los datos proporcionados satisfarán los requisitos del usuario de datos en lo que se refiere a exactitud, resolución e integridad.

**Exactitud.** Grado de conformidad entre el valor estimado o medido y el valor real.

Nota. En la medición de los datos de posición, la exactitud se expresa normalmente en términos de valores de distancia respecto a una posición ya determinada, dentro de los cuales se situará la posición verdadera con un nivel de probabilidad definido.

**Integridad (datos aeronáuticos).** Grado de garantía de que no se han perdido o alterado ninguna de las referencias aeronáuticas ni sus valores después de la obtención original de la referencia o de una enmienda autorizada.

**Posición (geográfica).** Conjunto de coordenadas (latitud y longitud) con relación al elipsoide matemático de referencia que define la ubicación de un punto en la superficie de la Tierra.

**Precisión.** La mínima diferencia que puede distinguirse con confianza mediante un proceso de medición.

Nota. Con referencia a los levantamientos geodésicos, precisión es el nivel de afinamiento al realizar una operación o el nivel de perfección de los instrumentos y métodos utilizados al tomar las mediciones.

**Resolución.** Número de unidades o de dígitos con los que se expresa y se emplea un valor medido o calculado.

### Texto sobre la integridad de los datos según el Anexo 14, Capítulo 2 de la OACI

“2.1.2 Los Estados contratantes se asegurarán de que se mantiene la integridad de los datos aeronáuticos en todo el proceso de datos, desde el levantamiento topográfico/origen hasta el siguiente usuario previsto. Los requisitos de integridad de los datos aeronáuticos se basarán en el posible riesgo dimanante de la alteración de los datos y del uso al que se destinen.

En consecuencia, se aplicarán las siguientes clasificaciones y niveles de integridad de datos:

- a) datos críticos, nivel de integridad  $1 \times 10^{-8}$ : existe gran probabilidad de que utilizando datos críticos alterados, la continuación segura del vuelo y el aterrizaje de la aeronave se pondrán en grave riesgo con posibilidades de catástrofe;
- b) datos esenciales, nivel de integridad  $1 \times 10^{-5}$ : existe baja probabilidad de que utilizando datos esenciales alterados, la continuación segura del vuelo y el aterrizaje de la aeronave se pondrán en grave riesgo con posibilidades de catástrofe; y
- c) datos ordinarios, nivel de integridad  $1 \times 10^{-3}$ : existe muy baja probabilidad de que utilizando datos ordinarios alterados, la continuación segura del vuelo y el aterrizaje de la aeronave se pondrán en grave riesgo con posibilidades de catástrofe.

2.1.3 La protección de los datos aeronáuticos electrónicos almacenados o en tránsito se supervisará en su totalidad mediante la verificación por redundancia cíclica (CRC). Para lograr la protección del nivel de integridad de los datos aeronáuticos críticos y esenciales clasificados en 2.1.2, se aplicará respectivamente un algoritmo CRC de 32 o de 24 bits.

Recomendación. Para lograr la protección del nivel de integridad de los datos aeronáuticos ordinarios clasificados en 2.1.2, se aplicará un algoritmo CRC de 16 bits. (...).”

## 6. RESULTADOS DE LA CALIDAD DE LOS DATOS AERONÁUTICOS

### Latitud/Longitud

Dato Requerido	Tipo de dato	Exactitud Requerida	Exactitud Obtenida	Clasificación de la Integridad
Punto referencia helipuerto	Levantamiento Topográfico y cálculo.	30 m.	0.15 m.	Ordinaria
Obstáculos Área 3	Levantamiento Topográfico y cálculo.	0,5 m.	0.15 m.	Esencial
Obstáculos Área 2	Levantamiento Topográfico y cálculo.	5 m.	0.15 m.	Esencial
Centro Geométrico umbrales TLOF/FATO	Levantamiento Topográfico y cálculo.	1 m.	0.15 m.	Crítica

Tabla 2: Calidad datos latitud/longitud

### Elevación/Altitud/Altura

Dato Requerido	Tipo de dato	Exactitud Requerida	Exactitud Obtenida	Clasificación de la Integridad
Elevación del Helipuerto	Levantamiento Topográfico y cálculo.	0,5 m.	0.25 m.	esencial
Ond. Geoidal WGS-84 en la posición de elevación del Helipuerto	Levantamiento Topográfico y cálculo.	0,5 m.	0.25 m.	esencial
Umbral de la FATO. Aproximaciones que no sean de precisión.	Levantamiento Topográfico y cálculo.	0,5 m.	0.25 m.	esencial
Ond. Geoidal WGS-84 de la FATO Aproximaciones que no sean de precisión.	Levantamiento Topográfico y cálculo.	0,5 m.	0.25 m.	esencial
Obstáculos Área 3	Levantamiento Topográfico y cálculo.	0,5 m.	0.25 m.	esencial
Obstáculos Área 2	Levantamiento Topográfico y cálculo.	3 m.	0.25 m.	esencial

Tabla 3: Calidad datos elevación/altitud/altura

### Declinación y Variación Magnética

Dato Requerido	Tipo de dato	Exactitud Requerida	Exactitud Obtenida	Clasificación de la Integridad
Variación magnética del helipuerto.	Levantamiento Topográfico y cálculo.	1°	1°	esencial

Tabla 4: Calidad datos declinación y variación magnética

### Marcación

Dato Requerido	Tipo de dato	Exactitud Requerida	Exactitud Obtenida	Clasificación de la Integridad
Marcación de la FATO (verdadera)	Levantamiento Topográfico.	1/100 <sup>o</sup>	0.01 <sup>o</sup>	ordinaria

Tabla 5: Calidad datos marcación

### Longitud/distancia/dimensión

Dato Requerido	Tipo de dato	Exactitud Requerida	Exactitud Obtenida	Clasificación de la Integridad
Longitud de la FATO, dimensiones de la TLOF	Levantamiento Topográfico.	1 m.	0.20 m.	crítica
Distancia de aterrizaje disponible	Levantamiento Topográfico.	1 m.	0.20 m.	crítica
Distancia de despegue disponible	Levantamiento Topográfico.	1 m.	0.20 m.	crítica
Distancia de despegue interrumpido disponible	Levantamiento Topográfico.	1 m.	0.20 m.	crítica

Tabla 6: Calidad datos longitud/distancia/dimensión

## 7. CARTOGRAFÍA EMPLEADA

La cartografía empleada para el desarrollo del proyecto ha sido obtenida del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y de la Dirección General del Catastro.

Cartografía del IGN. Ministerio de Fomento:

- Mapa Provincial 200 ráster. Obtenido del Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Escala: 1/200000.
  - Precisión Planimetría: 40 m.
  - Precisión Altimétrica: 25 m.
- MTN50 ráster. Obtenido del Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Escala: 1/50000.
  - Precisión Planimetría: 10 m.
  - Precisión Altimétrica: 5 m.
- BCN25. Obtenido del Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Escala: 1/25000.

El orden de mayor a menor exactitud en los datos es:

- Precisión de 2,0 a 3,5 metros: Vértices geodésicos, Altimetría y Vías de comunicación
- Precisión de 3,0 a 5,5 metros: Construcciones y Edificaciones , y Conducciones y Transmisiones
- Precisión de 4,0 a 7,5 metros: Hidrografía, Usos del suelo y División administrativa,

Cartografía de la Dirección General del Catastro. Ministerio de Hacienda:

- Cartografía Digital Obtenida se la Sede Electrónica Del Catastro. Escala 1/5000.
  - Precisión Planimetría: 1 m

## 8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL INSTRUMENTAL EMPLEADO

### ESTACION TOTAL GPT-9003M

<b>Características Generales:</b>
Alcance EDM de gran alcance (hasta 2.000 m en modo no prisma)
-1 prisma 3.000 m
-3 prismas 4.000 m
-9 prismas 5.000 m
-Miniprisma 1.000 m
-Fuente Batería Ión-Lítio, BT-65Q
-Duración Aprox. 4.5 horas
-Tipo Doble eje
-Rango compensación 6'
-Dimensiones (AlxAnxFn) 338 x 212 x 197 milímetros
-Peso del instrumento (con batería) 6.9 kg
-Impermeabilización IP54
-Temperatura de funcionamiento -20° a +50° C
-Método Lectura absoluta
-Lectura mínima 5/1(1/0,2 mgon)
-Precisión 3', 1 mgon
-Sistema operativo Microsoft Windows CE.NET 4.2
-Procesador Intel PXA255 400 MHz
-RAM 64 Mb
-ROM 2 MB (Flash ROM) + 64 MB (SD Card) memoria de sistema
-Pantalla LCD TFT a color de 320 x 240(QVGA) puntos con retroiluminación y funciones de panel táctil
-Sistema de tarjetas Tarjeta CompactFlash (Type I/II)
-Interfaz Puerto 1 I/F serie RS-232C (6 pins), USB (tipo mini B) para ActiveSync, USB A para memoria USB
-Modo prisma $\pm(2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D^*)$ m.s.e
-Modo sin prisma $\pm(5 \text{ mm})$ m.s.e.
-Modo sin prisma largo alcance $\pm(10 \text{ mm} + 10 \text{ ppm} \times D^*)$ m.s.e.
-Longitud 165 mm
-Diámetro del objetivo 45 mm
-Aumentos 30x
-Imagen Directa
-Campo de visión 1°30

Tabla 7: Características Estación Total GPT-9003M

## 9. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



### CERTIFICADO DE CALIBRACION

v1.3

Número de Certificado : 2016/T-4/00108

Cliente :	TOPCON ALQUILER				
Fabricante	TOPCON	Modelo	GPT-9003A	Nº de Serie	5D3397
Tipo	ESTACIONES TOTALES			Nº Inventario	
Precisión Angular	Horizontal : 1 mgon				
	Vertical : 1 mgon				
Precisión en Distancia :	2 mm + 2 ppm				

#### Patron Utilizo

Conjunto de cuatro colimadores opticos con número de serie MV2090, MV5091, MV3090, MV1190  
Certificado por el C.E.M. y con numero de certificado 150353001. Base linea certificada por el  
C.E.M. y con numero de certificado 152522001

#### CALIBRACION

Proc. Norma ISO	IT1-PR-10	IT2-PR-10	IT3-PR-10	IT4-PR-10
Condiciones Ambientales	Temperatura (°C)		+ 23.00	
	Rango		21° ± 5 ° C	
	Humedad Relativa (%)		+ 27.70	
	Rango		> 20 % < 65%	
Incertidumbres Resultantes	Ángulo Horizontal (mgon)		0,50	
	Ángulo Vertical (mgon)		0,60	
	Distancias (m)		0,0010	

Fecha de Calibración 29/02/2016  
Fecha Recomendada Próxima Calibración 28/02/2017  
Nº de Págs. 2

TECNICO Jorge Jareño



Las unidades angulares se expresan en mgon o milésimas de grado centesimal. La equivalencia con la unidad angular del Sistema Internacional es la siguiente : 100000 mgon = 90° sexagesimales.  
Las incertidumbres asignadas tanto al instrumento objeto del presente certificado como de los patrones, corresponden a un nivel de confianza del 95% (k=2).  
Este certificado no atribuye al equipo otras características que las mostradas por los datos aquí contenidos.  
Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones y poseen trazabilidad a los patrones indicados, certificados por el C.E.M. (Centro Español de Metrología).  
Topcon Positioning Spain, S.L.U. certifica que el equipo reseñado ha superado los procesos de control que se le han practicado, garantizando que en la fecha de emisión de este certificado, cumple con las especificaciones técnicas nominales. No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa para ella.

**INSTOP**  
INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS**Certificado de Verificación y Control****Nº de Certificado:** 29032016 RICARDO SAEZ CERDÁ**Fecha:** 29.03.16

RICARDO SAEZ CERDÁ

**Instrumento:** EMISOR Y RECEPTOR GS14 con controladora CS15**Nº de Serie:** 2870192, 1572207**Proceso de Verificación y Control:**

El instrumento ha sido verificado y controlado conforme a los procedimientos establecidos por Leica Geosystems, S.L. según el manual del instrumento en cuestión.

**Resultados:**

El equipo arriba relacionado ha sido revisado por INSTOP y ha pasado todos los controles de ajuste según normas habituales, encontrándose en perfectas condiciones de utilización.

**Comentarios:**

No se permite la reproducción parcial de este certificado sin la aprobación por escrito de INSTOP CATALUNYA SLU



Valencia, Julio de 2.016

Fdo:

Ingeniero Aeronáutico:  
Pablo Senchermés Morales  
DNI. 29.169.015-R  
Nº de Colegiado : 3.153

