



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

TRABAJO FIN DE GRADO

**ESTUDIO DEL MARCO
TEÓRICO-NORMATIVO Y DISEÑO DE LAS
INFRAESTRUCTURAS TERRESTRES DE UN
AERÓDROMO DE USO RESTRINGIDO EN
SIERRA NEVADA (GRANADA)**

Para la obtención del Grado en Ingeniería Aeroespacial

Presentado por:

Fernando Dávila Ponce de León Gámez

Dirigido por:

Nicolás Laguarda Miró

Valencia, 15 de julio de 2021

Agradecimientos

En estas líneas, me gustaría agradecer a todas las personas que, con su ayuda han hecho posible que crezca tanto a nivel personal como profesional hasta llegar a donde me encuentro. Sin ellas, mis objetivos marcados en esta etapa universitaria habrían sido mucho más laboriosos.

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, por haberme dado la oportunidad de seguir con mi formación tan lejos de casa. Siempre me han apoyado en cualquier decisión y es por ello que estoy totalmente agradecido. A pesar de la distancia, me han transmitido su apoyo y ánimo cuando más lo necesitaba.

A su vez, quiero agradecer a mis compañeros más cercanos, Jorge, Pablo, Santiago, Sergio, Carlos, Blanca, por apoyarme día a día, esos valores de compañerismo me han acompañado desde el primer día que entré en el grado y sin ellos no habría sido posible ese crecimiento nombrado anteriormente tras mi paso por la Universidad Politécnica de Valencia.

Por último, a Nicolás Laguarda Miró, por darme la oportunidad de poder desarrollar este proyecto con él. Mi gratitud por estar siempre disponible para solucionar cualquier problema que me surgiera y así hacer posible que fuera desarrollando mi trabajo. Gracias por todo el tiempo invertido en mí, la paciencia y amabilidad.

Resumen

El proyecto propone una guía básica para el desarrollo de un aeródromo de uso restringido en España. A su vez, se recoge el plan de desarrollo de las infraestructuras terrestres de un aeródromo de montaña de uso restringido en El Purche, Sierra Nevada, en el cual se implementará la guía anteriormente desarrollada.

Se analizará la normativa vigente en España, dando a conocer las limitaciones y exigencias que ha de tener un aeródromo de uso restringido, que se verán reflejados en el desarrollo del citado aeródromo.

El gestor que desarrolla el proyecto define el aeródromo para dar una serie de servicios: escuela de vuelo, estacionamiento de aviación general, vuelos turísticos, los cuales ponen de manifiesto el potencial que puede tener el proyecto en el sector.

Abstract

The project proposes a basic guide for the development of a restricted-use aerodrome in Spain. In turn, the development plan for a restricted-use mountain aerodrome in El Purche, Sierra Nevada is included, in which the previously developed guide will be implemented.

The current regulations in Spain will be analyzed, making known the limitations and requirements that a restricted use aerodrome must have, which will be reflected in the development of said aerodrome.

The promoter that develops the project defines the aerodrome to provide a series of services: flight school, general aviation parking, tourist flights, which show the potential that the project can have in the sector.

Resum

El projecte proposa una guia bàsica per al desenvolupament d'un aeròdrom d'ús restringit a Espanya. Al seu torn, es recull el pla de desenvolupament d'un aeròdrom de muntanya d'ús restringit a El PURCHE, Sierra Nevada, en el qual s'implementarà la guia anteriorment desenvolupada.

S'analitzarà la normativa vigent a Espanya, donant a conèixer les limitacions i exigències que ha de tenir un aeròdrom d'ús restringit, que es veuran reflectits en el desenvolupament de l'esmentat aeròdrom.

El gestor que desenvolupa el projecte defineix l'aeròdrom per donar una sèrie de serveis: escola de vol, estacionament d'aviació general, vols turístics, els quals posen de manifest el potencial que pot tenir el projecte en el sector.

Índice general

I	MEMORIA	1
1.	Planteamiento del proyecto	3
1.1.	Introducción	3
1.2.	Motivación	4
1.3.	Objetivo del proyecto	4
1.4.	Justificación	4
1.5.	Estructura del proyecto	5
2.	Marco teórico	7
2.1.	Autorización de aeródromos y helipuertos de uso restringido que no han sido transferidos a las CC.AA	7
2.1.1.	Titular y gestor	7
2.1.2.	Procedimientos de autorización	8
2.1.3.	Fase 1 – Compatibilidad de espacio aéreo	8
2.1.4.	Fase 2 – Tramitación ambiental	8
2.1.5.	Fase 3 – Autorización de establecimiento	9
2.1.6.	Fase 4 – Autorización de apertura al tráfico	10
2.2.	Tramitación ambiental de proyectos de aeródromos y helipuertos	12
2.2.1.	Contenido	12
2.2.2.	Planteamiento y análisis de las principales alternativas estudiadas	15
2.2.3.	Inventario ambiental de la zona afectada por el proyecto	16
2.2.4.	Identificación y valoración de los impactos	18
2.2.5.	Medidas preventivas, correctoras y compensatorias	20
2.2.6.	Programa de vigilancia ambiental	21
2.2.7.	Autor	21
2.3.	Elaboración de procedimientos de aeródromos de uso restringido según el Real Decreto 1070/2015	22
2.3.1.	Plan de emergencia	22
2.3.2.	Procedimiento de operación para el movimiento seguro de aeronaves en tierra	23
2.3.3.	Procedimiento para el embarque y desembarque de pasajeros	24
2.3.4.	Formato del plan de emergencia	25
2.3.5.	Ejemplo de cartel divulgativo	26
2.3.6.	Formato de los procedimientos	27

2.4.	Requisitos de diseño de aeródromos de uso restringido y medios aceptables de cumplimiento	28
2.4.1.	Requisitos generales	28
2.4.2.	Datos sobre el aeródromo	28
2.4.3.	Características físicas del aeródromo	31
2.4.4.	Restricción y eliminación de obstáculos	38
2.4.5.	Ayudas visuales para la navegación	42
2.4.6.	Sistemas eléctricos	53
2.4.7.	Procedimientos del aeródromo	54
3.	Diseño del aeródromo de uso restringido	57
3.1.	Diseño del Aeródromo en El Purche	58
3.1.1.	Datos sobre el aeródromo	59
3.1.2.	Dimensiones del aeródromo	60
3.1.3.	Restricción y eliminación de obstáculos	65
3.1.4.	Ayudas visuales para la navegación	65
3.1.5.	Sistemas eléctricos	67
3.1.6.	Procedimientos del aeródromo	67
4.	Conclusiones y desarrollos futuros	69
4.1.	Conclusiones	69
4.2.	Desarrollos futuros	70
II	PRESUPUESTO	71
1.	Presupuesto	73
1.1.	Costes a tener en cuenta	74
1.2.	Desglose de costes unitarios	75
1.2.1.	Coste de material y software unitario	75
1.2.2.	Coste de personal cualificado unitario	76
1.2.3.	Coste de oficina unitario	76
1.2.4.	Coste de material de oficina	77
1.3.	Presupuesto total	77
III	ANEXOS	81
1.	Anexos	83
1.1.	Anexo 1. Estudio de compatibilidad del espacio aéreo	83
1.2.	Anexo 2. Documentación administrativa	85
1.3.	Anexo 3. Estudio técnico de aeródromos	86
1.4.	Anexo 4. Contenido de los estudios de seguridad	90

Índice de figuras

2.1. Ficha de la ubicación del aeródromo	15
2.2. Entorno inmediato	16
2.3. Formato Plan de Emergencia	25
2.4. Cartel Divulgativo de Plan de Emergencia	26
2.5. Formato de los procedimientos	27
2.6. Distancias declaradas	31
2.7. Superficies limitadoras de obstaculos	40
2.8. Señales de designación de pista, de eje y de umbral.	44
2.9. Forma y proporciones de los números y letras de las señales designadoras de pista.	45
2.10. Señales de umbral desplazado.	46
2.11. Señal de punto de espera de pista.	47
3.1. Ubicación de “El Purche”.	58
3.2. Inmediaciones de “El Purche”.	58
3.3. Pilatus PC-24.	59
3.4. Dimensiones del Pilatus PC-24.	60
3.5. Ubicación de la cantera y pendiente del terreno.	61
3.6. Dimensiones del aeródromo.	61
3.7. Método Rosa de los Vientos.	62
3.8. Aerodromo de Santa Cilia, Jaca.	62
3.9. Aerodromo El Purche, Granada.	63

Índice de tablas

2.1. Clave de referencia de aeródromo	29
2.2. Anchura de pista del aeródromo	31
2.3. Distancia mínima entre pistas paralelas	32
2.4. Pendiente transversal ideal	32
2.5. Longitud franja de pista	33
2.6. Anchura franja de pista	33
2.7. Distancia franja de pista	34
2.8. Distancia libre de calle de rodaje	34
2.9. Anchura de la calle de rodaje	34
2.10. Distancias mínimas de separación de calles de rodaje.	35
2.11. Pendiente longitudinal calle de rodaje	35
2.12. Pendiente transversal calle de rodaje	35
2.13. Nivelación de las franjas de las calles de rodaje	36
2.14. Pendiente transversal de las franjas de las calles de rodaje	37
2.15. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos.	42
2.16. Número de fajas dependiendo de la anchura de pista.	46
2.17. Medios de Extinción de incendios.	55
3.1. Medios de Extinción de incendios en El Purche.	67
1.1. Equipo informático y software	74
1.2. Equipo informático y software	74
1.3. Personal cualificado	75
1.4. Alquiler de oficina	75
1.5. Material de oficina	75
1.6. Presupuesto desglosado.	78
1.7. Presupuesto total con I.V.A	79
1.1. Resumen de datos de la instalación	84
1.2. Obstáculos	88
1.3. Ficha del aeródromo	90

Parte I

MEMORIA

Capítulo 1

Planteamiento del proyecto

1.1. Introducción

El presente documento constituye una guía para la autorización de la construcción de un aeródromo de uso restringido en España, desde la fase inicial, hasta la puesta en servicio de este. A su vez, se usará dicha normativa para poner en marcha el proyecto de un aeródromo de uso restringido de montaña en Sierra Nevada, lo cual marcará la parte práctica e ingenieril del proyecto.

Los aeródromos de uso restringido se definen, en el Real Decreto 862/2009, como aquellos aeródromos civiles en los que no se pueden realizar operaciones de transporte comercial de pasajeros, carga o correo, incluyendo los aerotaxis. Estos aeródromos pueden albergar, por tanto, el resto de operaciones, como aviación privada, deportiva, escuelas de vuelo, vuelos turísticos, mantenimiento en base, lucha contra incendios, sanitarias, salvamento marítimo, emergencias y trabajos aéreos en general.

A su vez estos se clasifican en dos:

- **Especializados:** En los que se realizan operaciones de transporte sanitario, lucha contra incendios y transporte de los medios adscritos a contra incendios, mantenimiento en base, escuelas de vuelo y vuelos turísticos, con independencia de que su uso esté limitado a los usuarios expresamente autorizados por su gestor o que ofrezcan sus servicios a cualquier usuario. También se consideran aeródromos especializados aquellos destinados a operaciones de aviación general que ofrezcan servicios a todos los usuarios.
- **De uso privado:** solo pueden ser utilizados por el titular de la instalación aeroportuaria y por las personas a las que el gestor permita el acceso para la realización de operaciones distintas a las previstas en el párrafo anterior.

Es por ello que al pasar a la parte práctica, donde se tendrá que definir el tipo de aeródromo, se escogerá el especializado, en el cual se intentarán desarrollar:

- Escuela de vuelo.

- Vuelos turísticos.
- Estacionamiento de Aviación General: vuelos de estado, vuelos ambulancia, vuelos de escuela, vuelos recreativos, aviación ejecutiva.

En definitiva con este proyecto se trata de dar una serie de servicios en un lugar único, a medio camino de Granada y la estación de esquí de Sierra Nevada. A su vez se dispondrá de todos los servicios necesarios para complementar y llevar a cabo la ejecución de las operaciones de las aeronaves de una forma segura y eficiente. Por lo que se trata de un proyecto integral, englobando tanto las instalaciones como los servicios necesarios para la correcta operación de las aeronaves.

1.2. Motivación

El desarrollo de un proyecto como este, da la posibilidad al alumno de poder hacer un estudio exhaustivo de un proyecto con una aplicación real dentro de un modelo de negocio en el sector aeronáutico.

Además, el emplazamiento del aeródromo se sitúa en la localidad de nacimiento del alumno, Granada, en la cual pasó su adolescencia y vive su familia actualmente.

1.3. Objetivo del proyecto

El objeto de este proyecto es la creación de un nuevo concepto de pista de vuelo en las inmediaciones del paraíso natural de Sierra Nevada. Dando a conocer el deporte de vuelo a vela con la creación de una escuela, la cual sería la única en toda la provincia de Granada. Diseñando unas instalaciones en las cuales se cubrirían lo necesario para obtener un aeródromo de clase 2B el cual podrían ser utilizado para aeronaves privadas tipo Jet, estando muy cerca de la Estación de Esquí de Sierra Nevada.

1.4. Justificación

El proyecto nace con la idea de dar un servicio el cual no está satisfecho en toda Andalucía, poder aprender a volar en planeador. Actualmente el desarrollo de vuelo a vela o también llamado vuelo sin motor en Andalucía es practicado únicamente por aquellos que poseen un planeador. La idea de este aeródromo es dar el servicio de alquiler y escuela de estos para que su práctica se desarrolle en un lugar único como este. Aprovechando la construcción de las instalaciones, se pone en marcha la idea de sumar a su vez la posibilidad de vuelos turísticos y estacionamiento de aviación general, debido a la proximidad del aeródromo con la estación de esquí, lo cual atrae a millones de turistas a lo largo del año. Esto puede suponer una base de ingresos mayor para hacer viable el proyecto. A su vez la localización del aeródromo supone un reto, ya que

su proximidad a Sierra Nevada, supondrá hacer un estudio exhaustivo de la incidencia ambiental sobre el Parque Nacional (dicho estudio no se podrá llevar a cabo debido a la alta complejidad del mismo).

1.5. Estructura del proyecto

El proyecto se estructura en base a tres partes diferenciadas: memoria, presupuesto y anexos.

- **Memoria:** proceso de desarrollo del proyecto, incorporando el caso práctico de diseño de un aeródromo. Nos encontraremos con varios subapartados:
 - **Planteamiento del proyecto:** descripción del proyecto, definiendo objetivos y justificación.
 - **Marco teórico:** base teórica necesaria para definir los conceptos que permiten desarrollar posteriormente el diseño del aeródromo.
 - **Diseño de las infraestructuras terrestres de un aeródromo de uso restringido en Sierra Nevada:** desarrollo conceptual en base al marco teórico previamente estudiado, describiendo las diferentes partes y fases de este.
 - **Conclusiones:** síntesis del estudio realizado, haciendo énfasis en los objetivos conseguidos. Además, se añaden posibles mejoras y estudios alternativos para futuros proyectos.
- **Presupuesto:** valoración del esfuerzo, costes de inversión y recursos necesarios para poner en marcha el proyecto de forma exitosa.
- **Anexos:** documentación necesaria para el desarrollo del proyecto, donde se incluyen procedimientos del aeródromo.

Capítulo 2

Marco teórico

En este capítulo se desarrolla el marco teórico del proyecto, donde se explican los pasos y procedimientos a tener en cuenta a la hora de **diseño, y construcción de un aeródromo de uso restringido en España.**

Se estructura en base a los siguientes documentos:

- Autorización de aeródromos y helipuertos de uso restringido que no han sido transferidos a las Comunidades Autónomas.
- Tramitación ambiental de proyectos de aeródromos y helipuertos.
- Elaboración de procedimientos de aeródromos de uso restringido según el Real Decreto 1070/2015.
- Requisitos de diseño de aeródromos de uso restringido y medios aceptables de cumplimiento.

2.1. Autorización de aeródromos y helipuertos de uso restringido que no han sido transferidos a las CC.AA

El procedimiento de autorización se aplica a aeródromos y helipuertos de uso restringido que estén en comunidades autónomas que no hayan asumido competencias sobre este tipo de instalaciones.

2.1.1. Titular y gestor

Se consideran, en el procedimiento de autorización, las siguientes personas físicas o jurídicas:

- **Titular:** será la persona física o jurídica que ostente la propiedad o el derecho sobre la infraestructura.
- **Gestor:** será la persona física o jurídica que gestionará las operaciones en el aeródromo/helipuerto, y que será a quien se otorguen las resoluciones de cumplimiento de las normas técnicas y la autorización de apertura al tráfico. El gestor será además el responsable del cumplimiento de las obligaciones de Seguridad Aérea.

Si el titular y el gestor son la misma persona, las resoluciones de establecimiento y de cumplimiento de las normas técnicas y de apertura al tráfico se otorgarán a dicha persona. En caso de no serlo, las resoluciones de cumplimiento de las normas técnicas y de autorización de apertura al tráfico se otorgarán únicamente al gestor. En el caso de que el titular y el gestor sean persona diferentes, se deberá demostrar la relación legal entre titular y gestor, que dé a este último el derecho a operar el aeródromo/helipuerto.

2.1.2. Procedimientos de autorización

2.1.3. Fase 1 – Compatibilidad de espacio aéreo

Para el comienzo de esta fase, el peticionario deberá remitir a AESA una solicitud, acompañada de la documentación para la consulta de compatibilidad de espacio aéreo que se describe en el Anexo 1. Se remitirán dos copias de la documentación, tanto en papel como en soporte electrónico.

De acuerdo con el artículo 9.1 de la Ley 21/2003 de seguridad aérea, AESA realizará las oportunas consultas al Ministerio de Fomento y al Ministerio de Defensa para determinar si el emplazamiento elegido es compatible desde el punto de vista del espacio aéreo circundante. La Dirección de Seguridad de Aeropuertos y Navegación Aérea (DSANA) de AESA notificará al peticionario el resultado de las consultas realizadas.

Si el resultado de las consultas es negativo, AESA resolverá el archivo del procedimiento de autorización por carecer la instalación del requisito fundamental de la compatibilidad de espacio aéreo.

Si el resultado de las consultas es positivo, la DSANA de AESA lo notificará al gestor, que dispondrá de un plazo de tres meses, desde la recepción de la notificación, para presentar la documentación necesaria para continuar con la siguiente fase de la tramitación de la autorización.

2.1.4. Fase 2 – Tramitación ambiental

Tras la recepción de la notificación favorable de compatibilidad con el espacio aéreo, el peticionario remitirá a AESA la documentación necesaria para someter a la infraestructura a la tramitación ambiental, de conformidad con lo previsto en la Ley 21/2013,

de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. **En ningún caso, se iniciará la tramitación ambiental, sin haber finalizado la fase anterior.**

Para ello, el solicitante deberá remitir la solicitud de inicio de evaluación de impacto ambiental simplificada.

La DSANA notificará al solicitante el resultado de la tramitación ambiental del proyecto que finalizará con la publicación en el Boletín Oficial del Estado del Informe de Impacto Ambiental o, en su caso, de la Declaración de Impacto Ambiental, si el órgano ambiental determina que el proyecto debe someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria.

Una vez recibida la resolución ambiental favorable, el solicitante tendrá un plazo de 3 meses, desde la recepción de la notificación, para presentar la documentación necesaria para continuar con la fase 3 del procedimiento.

Si la resolución ambiental es negativa, AESA resolverá la denegación de la autorización.

Por otra parte, de acuerdo a la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de evaluación ambiental **quedan exceptuados de sometimiento a evaluación ambiental** los proyectos de infraestructuras de aeródromos/helipuertos destinados exclusivamente a:

- Uso sanitario y de emergencia.
- Prevención y extinción de incendios, siempre que no estén ubicados en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y áreas protegidas por instrumentos internacionales.

En estos casos, el peticionario deberá remitir a AESA una solicitud de reconocimiento de exención de sometimiento a evaluación de impacto ambiental. Junto con esta solicitud, y para continuar con la tramitación del expediente, el peticionario deberá remitir a AESA la documentación correspondiente a la fase 3.

2.1.5. Fase 3 – Autorización de establecimiento

Tras la finalización del trámite ambiental, para el comienzo de la fase 3 el peticionario deberá remitir a AESA una solicitud, acompañada de la documentación que se indica a continuación:

- Documentación administrativa, según se describe en el Anexo 2.
- Estudio técnico aeronáutico y documentación técnica justificativa, según se describe en el Anexo 3 para aeródromos.
- Solicitudes de nuevos medios aceptables y de medios alternativos de cumplimiento para la instalación, acompañadas de los correspondientes estudios de seguridad, según se describe en el Anexo 4.

La DSANA analizará la documentación remitida. En caso de encontrar incumplimientos

con respecto a la normativa aplicable – la Orden Ministerial 1957/66, el Real Decreto 1070/2015, las normas técnicas aprobadas por el mismo y sus medios aceptables de cumplimiento – la DSANA remitirá al peticionario una diligencia de actuaciones inspectoras documentales (DAId) con las deficiencias encontradas y le requerirá su subsanación, para la que dispondrá de un plazo de tres meses.

En caso de que transcurra el plazo indicado sin recibir las subsanaciones necesarias, el procedimiento caducará y la DSANA procederá a su cierre y archivo.

Solo se admitirán, en esta fase, **dos ciclos de diligencia y subsanación de la documentación**. En caso de que tras la segunda subsanación no se cumplan los requisitos mínimos establecidos en la normativa aplicable, la DSANA procederá al cierre y archivo del procedimiento.

Tras la subsanación de las deficiencias, el Director de Seguridad de Aeropuertos y Navegación Aérea resolverá autorizar el establecimiento o construcción de la instalación, y lo comunicará al peticionario.

2.1.6. Fase 4 – Autorización de apertura al tráfico

Tras la fase anterior y cuando la **instalación esté construida y lista para entrar en funcionamiento**, el gestor deberá remitir a AESA una solicitud de inicio de fase 4, acompañada de la documentación que se indica a continuación:

- Documentación administrativa, según se describe en el Anexo 2.
- Datos para la Publicación de Información Aeronáutica (AIP): nombre del gestor, denominación y ubicación del aeródromo/helipuerto y coordenadas WGS84 del punto de referencia de la instalación.
- Versión final del estudio técnico aeronáutico, incorporando todas las subsanaciones de la fase 3.

Deberán además comunicarse, en caso de que se hayan producido, cualesquiera modificaciones con respecto a la configuración y condiciones autorizadas en la resolución de establecimiento, que pudieran requerir autorización específica, y que deberán estar recogidas en la versión final del estudio técnico.

Una vez recibida la solicitud, la DSANA realizará una inspección in situ para comprobar que la instalación se ha construido conforme a la resolución de autorización de establecimiento y cumple con las normas técnicas de aeródromos de uso restringido.

En caso de encontrar incumplimientos en la inspección in situ, la DSANA remitirá al peticionario una diligencia de actuaciones inspectoras in situ (DAIi) con las deficiencias encontradas y le requerirá su subsanación en el plazo indicado en la diligencia.

Tras la subsanación de las deficiencias, el Director de Seguridad de Aeropuertos y Navegación Aérea resolverá el cumplimiento de las normas técnicas de seguridad y la autorización de apertura al tráfico de la instalación, y lo comunicará al gestor.

En caso de falta de subsanación de las deficiencias en el plazo indicado, el Director de Seguridad de Aeropuertos y Navegación Aérea resolverá el incumplimiento de las normas técnicas y, posteriormente, resolverá denegar la autorización del aeródromo.

2.2. Tramitación ambiental de proyectos de aeródromos y helipuertos

En la presente sección se definen las posibles vías para abordar la Fase 2 “Tramitación Ambiental” del proceso de autorización de aeródromos y helipuertos competencia de AESA, en función de las condiciones de cada caso, aplicando la normativa vigente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (E.I.A.). También se indica la documentación a presentar ante esta Agencia.

De acuerdo a la Ley 21/2013 se desprende que la Fase 2 puede pasarse a través de tres posibles alternativas:

- **Evaluación de impacto ambiental simplificada:** para autorización de nuevos proyectos.
- **Modificaciones de proyectos:** para modificaciones estructurales o funcionales de proyectos de aeródromos.
- **Exención de trámite de evaluación ambiental:** para aeródromos de uso sanitario y de emergencia y a los aeródromos prevención y extinción de incendios ubicados fuera de áreas sensibles.

2.2.1. Contenido

A continuación, se detalla el contenido que debe tener el Documento Ambiental y se aportan indicaciones sobre la información que debe incluirse en cada epígrafe.

Promotor

Incluir datos del promotor, Domicilio postal, representante, datos de contacto, teléfono, e-mail.

Motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación simplificada

Se justificará que el proyecto se somete a evaluación de impacto ambiental simplificada por estar en uno de los siguientes casos:

- Construcción de aeródromos.
- Aeródromos y helipuertos destinados exclusivamente a prevención y extinción de incendios ubicados en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales.
- Modificaciones estructurales o funcionales de proyectos previamente autorizados, que puedan tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente.

Definición, características y ubicación del proyecto

- **Descripción de las características del proyecto:** Debe explicarse con claridad en qué consiste el proyecto y la nueva actividad en sus fases de construcción, funcionamiento y cese.
 - **Tipo de instalación:** Aeródromo / helipuerto / hidroaeródromo.
 - **Uso de la instalación:** público / restringido. En caso de aeródromos especializados especificar: transporte sanitario, lucha contraincendios, mantenimiento en base, escuelas de vuelo, vuelos turísticos, aviación general que dé servicio a todos los usuarios.
 - **Situación actual:** Indicar si se trata de una nueva instalación o la ampliación o regularización de una instalación ya existente.
 - **Elementos que integran el proyecto:** Descripción de la infraestructura. Superficie ocupada, dimensiones, instalaciones auxiliares, cerramiento, servicio de extinción de incendios, depósitos, aparcamientos. Planos del proyecto y de detalle de las instalaciones. Indicar si se prevén ampliaciones futuras.
 - **Descripción de las obras:** describir y cuantificar las actuaciones necesarias para la construcción de la infraestructura:
 - Movimiento de tierras, excavaciones, desbroces.
 - Drenajes, saneamiento
 - Naturaleza y cantidad de materiales a utilizar.
 - Generación de residuos.
 - Periodo de ejecución, tiempo estimado, cronograma considerando épocas críticas o periodos sensibles.
 - Si una parte de la instalación ya está legalmente construida, en este apartado sólo se deberán describir las obras necesarias para ampliación o la adecuación.
 - **Descripción de la actividad:** Datos de la explotación del proyecto:
 - Tipos de aeronaves que operarán, aeronave de diseño, periodo de actividad, horarios de actividad (diurno o 24 h).
 - Frecuencia de operaciones: n^o estimado de operaciones (diaria y anual), n^o máximo de operaciones previstas (diaria y anual).
 - Operación: trayectorias de aterrizaje y despegue. Zona normal de operaciones. Circuito. Etc.
 - Si se prevé para el aeródromo un escenario futuro de mayor desarrollo, debido a cambio de aeronaves, incremento de operaciones, etc. se

debe incluir la información correspondiente a esta situación de mayor desarrollo previsto.

- Trabajos de mantenimiento de aeronaves. Repostaje.
- Uso de agua. Abastecimiento y saneamiento
- Energía. Necesidades y fuentes de energía (tendidos, acometidas, grupos electrógenos, etc.).
- Generación y gestión de residuos.
- **Cese de la actividad:** en su caso, gestión de residuos, regeneración del suelo y restauración de la zona.

Descripción de la ubicación del proyecto.

- Provincia, Término Municipal, paraje, enclave. . .
- Coordenadas geográficas del punto de referencia.
- Áreas ambientalmente sensibles que puedan verse afectadas. Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000, Áreas de Importancia para las Aves (IBAs), Áreas críticas, etc.. Distancia a las Áreas sensibles más cercanas.
- Se debe aportar plano a escala adecuada, de emplazamiento y localización de la instalación respecto a Áreas sensibles más cercanas.

Se ha de completar la siguiente ficha:

FICHA TÉCNICA		AERÓDROMO / HELIPUERTO		NOMBRE	
Municipio:		Provincia (CC.AA.):			
Promotor:					
Coordenadas RP (ETRS-89)	Latitud		Longitud		Z (m)
INFRAESTRUCTURA (*)					
AERÓDROMO			HELIPUERTO		
Superficie Total:	m ²		Superficie Total:	m ²	
Pista (**)			FATO (**)		
Longitud:	m		Forma:		
Anchura:	m		Dimensiones:		
Pavimento:			Pavimento:		
Orientación:			Área de Seguridad		
Franja			Forma:		
Longitud:	m		Dimensiones:		
Anchura:	m		Pavimento:		
Pavimento:			Calle de rodaje		
Calle de rodaje			Longitud:	m	
Longitud:	m		Anchura:	m	
Anchura:	m		Pavimento:		
Pavimento:			Plataforma y puestos de estacionamiento		
Plataforma			Superficie:	m ²	
Superficie:	m ²		Pavimento:		
Pavimento:			Nº puestos		
Aeronave de diseño:			Helicóptero de diseño:		
INSTALACIONES					
Hangares y edificios:	Descripción, uso, dimensiones				
Servicio extinción de incendios:	NO / SI (Descripción)				
Depósito combustible:	NO / SI (Descripción, capacidad)		Cerramiento:	NO / SI (Descripción)	
Otros:	Descripción				
ACTIVIDAD					
Tipo:	Especializado / Privado	Actividades autorizadas:	Sanitario / lucha contra incendios / mantenimiento en base / escuela de vuelo / vuelos turísticos / aviación general que dé servicio a todos los usuarios		
Periodo habitual de actividad:	Continuo / estacional / fin de semana...		Horario:	Diurno / 24 h	
Nº Operaciones / día (normal)			Nº Operaciones / día (máximo)		
Nº Operaciones / año (normal)			Nº Operaciones / año (máximo)		
Observaciones:					

Figura 2.1: Ficha de la ubicación del aeródromo

2.2.2. Planteamiento y análisis de las principales alternativas estudiadas

Se deberá aportar un análisis de las alternativas, técnica y económicamente viables, de ubicación y diseño del aeródromo en el que se expongan detalladamente las características de las alternativas existentes. A continuación, se hará un análisis comparativo de las alternativas propuestas en el que se estudie la incidencia ambiental de cada una. Finalmente, se expondrá una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales. Asimismo, se considerará la Alternativa 0 consistente en la no ejecución del proyecto.

2.2.3. Inventario ambiental de la zona afectada por el proyecto

Se debe aportar una descripción de los factores ambientales que puedan verse afectados de manera significativa por el proyecto.

Determinar elementos del medio significativos y justificar en cada caso si no se considera alguno de los referidos en art. 45 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. En todos los casos deberán considerarse, como mínimo, los factores y ámbito de estudio que se indican en este apartado.

El ámbito de estudio estará definido por el territorio necesario para que la información aportada sea representativa para cada factor ambiental considerado en el inventario.

A modo orientativo se definen 3 niveles de ámbito de estudio, de menor a mayor tamaño. No obstante, para casos particulares puede establecerse mayor nivel de detalle a criterio del redactor del Documento Ambiental o a por indicaciones de los órganos sustantivo o ambiental:

- **Zona de ocupación:** Terrenos ocupados por la actividad, incluyendo instalaciones temporales y permanentes, tanto durante la ejecución de las obras como en fase de funcionamiento.
- **Entorno inmediato:** Zona más cercana a la instalación; área rectangular de longitud equivalente a $D+1.000$ metros, siendo D la distancia entre cabeceras de la pista (500 metros por cada cabecera) y anchura de 1.000 metros (500 metros a cada lado de la pista). De acuerdo al siguiente esquema. Este entorno inmediato es

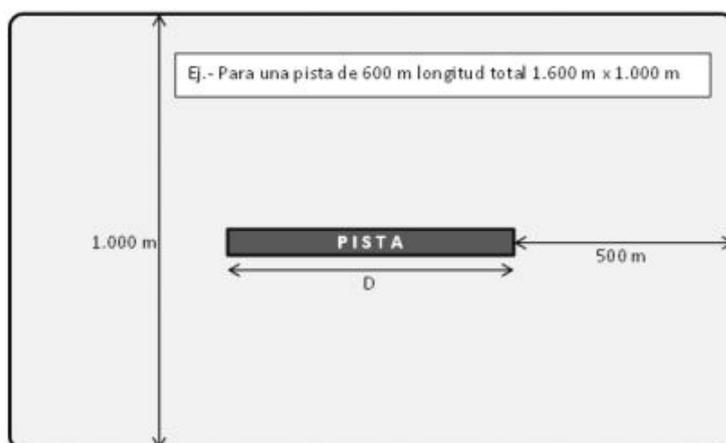


Figura 2.2: Entorno inmediato

de aplicación aeródromos que no tengan como aeronave de referencia reactores, es decir todos aquellos en los que el tráfico esperado sea de ULM o avionetas de hélice o turbohélice. En caso de **aeródromos** en los que esté prevista la **operación de reactores**, el entorno inmediato deberá adaptarse a las condiciones de cada caso, tomando como referencia la distancia requerida para que las **aeronaves**

alcancen la altura de vuelo en ruta.

- **Zona de influencia:** 5 Km de radio desde el punto de referencia del aeródromo.

A continuación se indica la información mínima a aportar y el ámbito de estudio propuesto para cada factor ambiental.

- **Usos del suelo:** Descripción de los distintos tipos de usos del suelo y aprovechamientos de otros recursos naturales. Diferenciar uso urbano, industrial, agrícola, forestal, etc. Localización de puntos de interés para la población (turístico, tradicional, deportivo, cultural, etc.)
- **Geología y geomorfología:** Caracterización geológica. Identificación de unidades geológicas y litológicas. Características del relieve (altitud, pendientes, orientación. . .). Lugares de interés geológico y geomorfológico.
- **Suelo y subsuelo:** Características físico-químicas (erosión, compactación, materia orgánica. . .). Identificación de áreas vulnerables a la erosión o inestabilidad. Clasificación edafológica.
- **Calidad del aire y ruido:** Descripción de la situación previa a la actividad de posibles emisiones relevantes a la atmósfera de actividades o infraestructuras cercanas. Descripción de la situación acústica previa.
- **Cambio climático:** Producción de Gases de Efecto Invernadero como consecuencia del proyecto. Estimación de emisiones según certificado de los motores de las aeronaves y de las operaciones previstas.
- **Hidrología:** Descripción de la red hidrográfica de la cuenca en la que se localiza el proyecto. Identificación de los cursos y láminas de agua superficial y acuíferos presentes, caracterizando su naturaleza, estado, presiones y objetivos ambientales asignados en la planificación hidrológica. Cartografía.
- **Vegetación:** Descripción de las formaciones vegetales existentes en el entorno y su estado de conservación.
- **Fauna:** Identificación de las especies de fauna presente en el entorno. Especial atención a avifauna.
- **Espacios protegidos:** Identificación de Espacios protegidos por instrumentos internacionales, nacionales y autonómicos, en el entorno del proyecto.
- **Paisaje:** Descripción de paisaje. Identificación y caracterización de componentes significativos del paisaje. Unidades de paisaje Urbano/industrial/rural/agrícola/-forestal. Elementos singulares. Cartografía.
- **Patrimonio cultural:** Presencia de elementos integrantes del Patrimonio Arqueológico, Histórico-Artístico y Etnográfico. Grado de protección de cada elemento.

Carta arqueológica o documento oficial de la Comunidad Autónoma, que demuestre la ausencia de yacimientos ni patrimonio.

En caso de que en la Carta arqueológica se señale la existencia de bienes inventariados debe realizarse una prospección previa para identificar los posibles elementos afectados.

- **Servicios afectados:** Presencia de servicios o infraestructuras. Vías pecuarias. Carreteras. Vías ferroviarias. Caminos. Tendidos eléctricos. Conducciones. . .
- **Cartografía:** Se debe aportar representación cartográfica de todos los factores considerados en el inventario. Preferiblemente sobre imágenes satelitales de alta resolución (Google Earth). En la medida de lo posible se utilizará cartografía actualizada procedente de Administraciones Públicas u otros organismos oficiales, además de la de elaboración propia específica para cada proyecto.

Escala adecuada al ámbito de cada factor. Recomendada 1:20.000 para zona de influencia y ruido y 1:10.000 para el resto de factores. Si es preciso se completará con planos de detalle de aspectos concretos.

- **Anexo fotográfico:** Se aportarán imágenes de los factores considerados en el inventario.

2.2.4. Identificación y valoración de los impactos

Se incluirá una descripción y evaluación de todos los posibles efectos significativos del proyecto en el medio ambiente.

Identificación, descripción, análisis y, si procede, cuantificación de los posibles efectos significativos directos o indirectos, secundarios, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre los factores considerados en el apartado anterior, durante las fases de ejecución, explotación y, en su caso, durante la demolición o abandono del proyecto.

Diferenciar los impactos temporales (causados por desbroces, movimientos de tierra, etc.) de los permanentes (causados por pavimentación, pistas, construcción de infraestructuras, etc.)

Identificar el impacto en el caso de que sean necesarias actuaciones emplazadas fuera de la zona de ocupación (nuevos accesos, préstamos y vertederos de tierras, . . .).

- **Impactos sobre los usos del suelo:** Cambios en el uso del suelo. Superficie afectada por el cambio. Efectos sobre puntos de interés para la población.
- **Impactos sobre la geología y geomorfología:** Modificación de las formas del relieve, afección a elementos geológicos valiosos, movimientos de tierras, vertederos, préstamos, etc.
- **Impactos sobre el suelo y subsuelo:** Efectos provocados por pérdida y alteración del suelo. Compactación y destrucción de suelo. Movimientos de tierras. Estimación de volumen. Compensación. Préstamos y vertederos. Gestión de tierra vegetal. Generación de residuos.

- **Impactos sobre la calidad del aire y ruido:** Se analizarán las emisiones de gases y partículas provocadas durante la ejecución de las obras y la fase de funcionamiento, y sus efectos sobre la calidad del aire.

Se incluirá una estimación del impacto acústico inicial y máximo previsto. Para ello se tendrá en cuenta lo dispuesto en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre del ruido, así como el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla dicha Ley en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

En concreto, cuando existan poblaciones próximas se justificará la previsión de cumplimiento de objetivos de calidad acústica y valores límite conforme a lo dispuesto para infraestructuras aeronáuticas, teniendo en cuenta la zonificación acústica o usos del suelo de los municipios afectados, así como las reservas de sonidos de origen natural declaradas por la Comunidad Autónoma. Esto es, se justificará la estimación del cumplimiento de los valores anuales y diarios de los índices Ld, Le, Ln (los que sean aplicables según horario de funcionamiento), así como del índice Lmax en el caso de instalaciones nuevas, tanto para aeródromos como para helipuertos. Se verificará que esta previsión es igualmente suficiente para cumplir con los requisitos de la normativa autonómica en materia de ruido ambiental, si existe.

- **Impactos sobre el cambio climático:** Análisis de los efectos provocados por la emisión de Gases de Efecto Invernadero. Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero y su contribución al cambio climático.
- **Impactos sobre la hidrología:** Consumo de agua previsto: volumen y origen. Análisis de las modificaciones en la red hidromorfológica o en el nivel de masa de agua subterránea. Repercusiones sobre los elementos de calidad que definen el estado o potencial de las masas de agua afectadas. Análisis de riesgo de inundación. Afección a DPH y servidumbres. Generación de vertidos. Efectos de derrames accidentales.
- **Impactos sobre la vegetación:** Estimación de la superficie afectada directamente por las instalaciones, para cada formación vegetal descrita, mediante trabajos de campo que identifiquen: N^o y especie de ejemplares arbóreos afectados. Superficie de otras formaciones vegetales afectadas. Hábitats de interés comunitario: tipo y superficie afectada. Afección a Montes de Utilidad Pública (MUP).
- **Impactos sobre la fauna:** Efectos previsibles sobre los hábitats y poblaciones de fauna del ámbito de estudio, en especial sobre la nidificación y cría de avifauna. Molestias por ruido y/o por sobrevuelo de sus zonas de nidificación o cría. En caso de haberse identificado especies protegidas, debe realizarse un análisis de riesgo de colisión con aeronaves.
- **Impactos sobre los espacios protegidos:** Efectos perjudiciales significativos sobre los Espacios Naturales Protegidos potencialmente afectados por el proyecto, teniendo en cuenta los valores naturales que motivaron su protección. Afecciones a

los valores del espacio afectado, de acuerdo a sus instrumentos de gestión (PORN, PRUG, etc). Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000, se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar.

- **Impactos sobre el paisaje:** Efectos sobre la cuenca visual. Elementos significativos del proyecto (cambios en el relieve, elementos constructivos). Valoración de la pérdida de calidad del paisaje.
- **Impactos sobre el patrimonio cultural:** Evaluación de las afecciones sobre elementos del patrimonio arqueológico, histórico-artístico o etnográfico.
- **Impactos sobre servicios afectados:** Ocupación de vías pecuarias. Intercepción de caminos. Incidencias en tendidos y conducciones.
- **Riesgos:** Identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores anteriores, derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.

2.2.5. Medidas preventivas, correctoras y compensatorias

Propuesta de medidas preventivas y correctoras en consonancia con los resultados que se obtengan tras completar el análisis de los impactos.

Propuesta detallada de medidas viables, efectivas y realmente ejecutables para todos y cada uno de los impactos identificados. Cada medida debe incluir al menos:

- Descripción de la medida
- Momento de aplicación.
- Duración de la medida.
- Medición si es posible(Revegetación).
- Documentación asociada.
- Planos.
- Estimación del presupuesto destinado a la ejecución de medidas correctoras. Todas las medidas deben estar presupuestadas para garantizar su viabilidad económica.

Además de las medidas propuestas, se añadirán a este apartado las medidas específicas recogidas en el apartado específico de repercusiones sobre Red Natura 2000.

2.2.6. Programa de vigilancia ambiental

Se aportará un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que garantice el cumplimiento de las indicaciones y de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias propuestas en el Documento Ambiental.

2.2.7. Autor

Identificación del autor o autores del Documento Ambiental, con indicación de su titulación, DNI y datos de contacto. Fecha y firma.

2.3. Elaboración de procedimientos de aeródromos de uso restringido según el Real Decreto 1070/2015

El artículo 19 del RD 1070/2015 establece los procedimientos generales que deben tener los aeródromos y helipuertos de uso restringido y los procedimientos específicos en función del tipo de operaciones que realicen. Estos procedimientos son procedimientos propios del aeródromo, el responsable de su desarrollo e implantación es el gestor y deberán ser observados por todos los usuarios y operadores del aeródromo, independientemente de los procedimientos propios de los operadores o de los derivados de cualquier otra reglamentación aeronáutica referente a la operación.

De acuerdo con los medios aceptables de cumplimiento para aeródromos y helipuertos, estos procedimientos son:

- **Plan de emergencia:** Todos los aeródromos y helipuertos deben contar con uno.
- **Procedimiento de operación para el movimiento seguro de las aeronaves en tierra:** Deben contar con uno todos los aeródromos y helipuertos que son base de escuelas de vuelo, de mantenimiento o de extinción de incendios forestales, o donde se vayan a realizar vuelos turísticos.
- **Procedimiento para el embarque y desembarque de pasajeros:** Deben contar con uno todos los aeródromos y helipuertos donde se realicen vuelos turísticos.

Los procedimientos deben estar distribuidos y deben ser conocidos por todas las personas y organizaciones implicadas, y deben estar disponibles para todos los usuarios.

2.3.1. Plan de emergencia

Características

El objetivo del plan de emergencia es el de atender a las víctimas de accidentes de aeronaves que puedan producirse en el aeródromo y sus inmediaciones. El plan de emergencia deberá ser proporcional y adecuado a las operaciones que se realicen en el aeródromo. Podrá por tanto, variar desde una simple alerta al 112, para aeródromos privados donde operen esporádicamente aeronaves muy pequeñas, hasta planes más complejos para aeródromos y helipuertos de gran tamaño donde se realicen diferentes actividades y puedan darse situaciones de emergencia de mayor envergadura.

Se mantendrá en el aeródromo un ejemplar actualizado del plan de emergencia. Se dispondrá en las instalaciones del aeródromo, en lugares visibles para todos los usuarios, de carteles con el nombre de los organismos a los que se deba avisar y sus números de teléfono, la información que se les debe proporcionar y el mapa reticular del aeródromo y alrededores.

Contenido

- Fecha de elaboración, fecha de revisión y firma del gestor del aeródromo.
- Medios de comunicación del aeródromo que se van a emplear en los casos de emergencia. Serán los teléfonos o los medios con los que se cuente para avisar a los servicios de emergencia como el 112.
- Medios humanos y materiales con que se cuenta en el propio aeródromo para hacer frente a las emergencias, incluyendo medios de extinción de incendios, y otros. Habrá que indicar como mínimo los medios con los que cuenta el aeródromo para la extinción de incendios de aeronaves.
- Organismos a los que se debe avisar en caso de emergencia o accidente de aeronave: servicio 112, bomberos, servicios médicos, policía y guardia civil y/o autoridades. Incluir los números de teléfono a los que llamar.
- Información que debe de facilitarse a los organismos implicados en caso de emergencia: tipo de aeronave, número y estado de los ocupantes, lugar del accidente y acceso, cantidad de combustible y otros materiales u objetos peligrosos a tener en consideración. Estos son los puntos a los que debe prestar atención la persona que detecte una emergencia para informar a los servicios de emergencia, por lo que deben estar resaltados en los carteles divulgativos.
- Mapa reticular del aeródromo y sus alrededores que tiene por objeto facilitar que los organismos participantes en la emergencia puedan localizar el lugar del suceso y acceder al mismo.
- Lista de planes de autoprotección y cualquier otra planificación de emergencia que pueda tener relación con la operación de aeronaves y las actividades llevadas a cabo en el aeródromo. Aquellos aeródromos en los que se desarrollen actividades que puedan dar lugar a una emergencia, y que tengan aprobado un plan de autoprotección de acuerdo con el Real Decreto 393/2007 y su norma básica de autoprotección, deberán indicarlo así. Si se tiene conocimiento de planes de emergencia de ámbito superior que puedan afectar al aeródromo, también se deben indicar.

2.3.2. Procedimiento de operación para el movimiento seguro de aeronaves en tierra

Características

El objetivo del procedimiento es indicar cómo se realizan los movimientos en tierra de las aeronaves, rodajes, estacionamientos, etc. para mejorar la seguridad de las operaciones.

Contenido

- En todos los casos, la forma segura de realizar los rodajes, estacionamientos y repostajes.
- En el caso de los aeródromos y helipuertos que son base de escuelas de vuelo, de mantenimiento o de extinción de incendios forestales las medidas para impedir el acceso al área de movimiento de personas no autorizadas.
- En el caso de los aeródromos y helipuertos que son base de extinción de incendios forestales las medidas para realizar la carga en tierra y las medidas a adoptar para garantizar la seguridad de las operaciones cuando se prevea una saturación de aeronaves en la instalación. Especialmente cuando el aeródromo o helipuerto este siendo utilizado, simultáneamente, por varias aeronaves, en la extinción de un incendio. Debe incluirse también el embarque y desembarque de forma segura de cuadrillas aerotransportadas.

2.3.3. Procedimiento para el embarque y desembarque de pasajeros

Características

El objeto del procedimiento es garantizar la seguridad de los pasajeros durante el embarque y desembarque en la realización de los vuelos turísticos.

Contenido

- El procedimiento, que debe ser redactado y aplicado por el gestor de la instalación y cumplido por el operador de los vuelos turísticos, debe indicar la forma segura de trasladar a los pasajeros entre el terminal y las aeronaves y contar con la colaboración del operador para realizar el embarque y desembarque seguro, incluyendo el embarque y desembarque con los rotores en marcha en caso de que se realice.
- El procedimiento debe incluir además las medidas para impedir el acceso al área de movimiento de personas no autorizadas.

2.3.4. Formato del plan de emergencia

PLAN DE EMERGENCIA DE AERÓDROMO DE USO RESTRINGIDO		
AERÓDROMO: poner el nombre del aeródromo		
GESTOR: poner el gestor y el nombre de su representante (en caso de que el gestor sea persona jurídica)		
Fecha de elaboración: dd/mm/aaaa	Fecha de revisión: dd/mm/aaaa	Edición/versión: x.x
Firma: incluir firma del gestor		
Medios de comunicación para casos de emergencia: incluir medios		
Medios humanos materiales para hacer frente a las emergencias: incluir medios, al menos los de extinción de incendios.		
Organismos a los que se deberá avisar en caso de emergencia o accidente de aeronave: incluir organismos y números a los que llamar.		
Información que debe de facilitarse a los organismos implicados en caso de emergencia o accidente de aeronave: Se deben incluir los datos a los que la persona que detecte una emergencia debe prestar atención para poder facilitarlos cuando dé el aviso (tipo de aeronave, número y estado de los ocupantes, lugar del accidente y acceso, fuego y fugas de combustible y otros materiales u objetos peligrosos a tener en consideración) Estos puntos se incluirán en forma de listado en los carteles divulgativos.		
MAPA RETICULAR DEL AERÓDROMO Y SUS ALREDEDORES - Incluir mapa con objeto de facilitar que los organismos participantes en la emergencia puedan localizar el lugar del suceso y acceder al mismo.		
Lista de planes de autoprotección y otras planificaciones de emergencia en relación con el aeródromo: Incluir una lista de planes de autoprotección y cualquier otra planificación de emergencia que pueda tener relación con la operación de aeronaves y las actividades llevadas a cabo en el aeródromo. Aquellas aeródromos en los que se desarrollen actividades que puedan dar lugar a una emergencia, y que tengan aprobado un plan de autoprotección de acuerdo con el Real Decreto 393/2007 y su norma básica de autoprotección, deberán indicarlo así. Si se tiene conocimiento de planes de emergencia de ámbito superior que puedan afectar al aeródromo, también deberán indicarse.		

Figura 2.3: Formato Plan de Emergencia

2.3.5. Ejemplo de cartel divulgativo

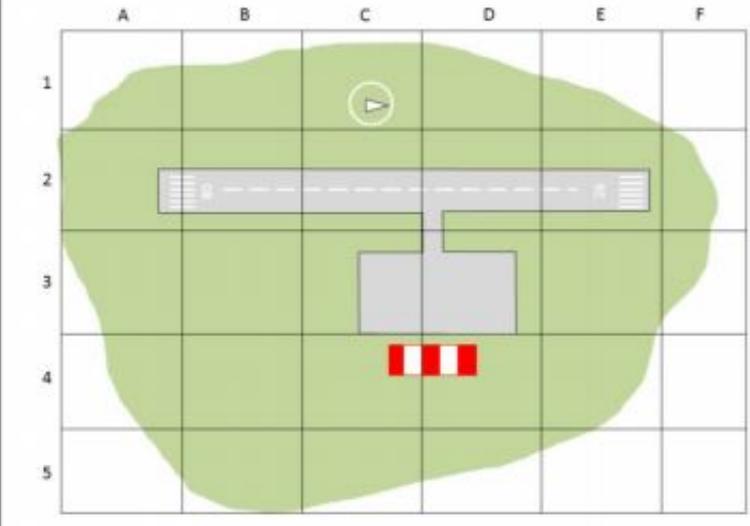
EN CASO DE EMERGENCIA...	
AVISAR A:	
EMERGENCIAS: ... 112 BOMBEROS: ... NÚMERO GUARDIA CIVIL: ... NÚMERO OTROS ORGANISMOS: ... NÚMEROS	
INFORMACIÓN A NOTIFICAR	
TIPO DE AERONAVE NÚMERO DE OCUPANTES ESTADO DE LOS OCUPANTES PRESENCIA DE FUEGO FUGAS DE COMBUSTIBLE LUGAR DEL ACCIDENTE (SEGÚN PLANO RETICULAR) ACCESOS CUALQUIER OTRA INFORMACIÓN DE INTERÉS	
PLANO RETICULAR DEL AERÓDROMO	
	

Figura 2.4: Cartel Divulgativo de Plan de Emergencia

2.3.6. Formato de los procedimientos

PROCEDIMIENTO DE AERÓDROMO DE USO RESTRINGIDO		
TÍTULO: poner el título del procedimiento		
AERÓDROMO: poner el nombre del procedimiento		
GESTOR: poner el gestor y el nombre de su representante (en caso de que el gestor sea persona jurídica)		
Fecha de elaboración: dd/mm/aaaa	Fecha de revisión: dd/mm/aaaa	Edición/versión: x.x
Firma: incluir firma del gestor		
OBJETO: Indicar el objeto del procedimiento		
PERSONAL Y ORGANIZACIONES Y EQUIPOS IMPLICADOS: Hacer una lista de todos los implicados en el procedimiento		
DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO: Incluir una descripción concisa del procedimiento Indicar los pasos a dar Indicar los responsables de cada paso		
PLANOS, CROQUIS, GRÁFICOS: - Incluir detalles gráficos explicativos como planos, croquis, fotos, etc.		

Figura 2.5: Formato de los procedimientos

2.4. Requisitos de diseño de aeródromos de uso restringido y medios aceptables de cumplimiento

2.4.1. Requisitos generales

El objetivo de esta sección es conocer los requisitos generales en los cuales se basará el proyecto, así como la normativa que un aeródromo de uso restringido ha de cumplir.

Todo el desarrollo ingenieril del proyecto se basará en esta sección, ya que se diseñará las infraestructuras terrestres del aeródromo cumpliendo los requisitos de aeródromos de uso restringido.

La autorización de la construcción y explotación de aeródromos de uso restringido exige precisar los requisitos de diseño y operación de forma que el gestor de la infraestructura cuente con una referencia que le permita garantizar en todo momento el cumplimiento de los estándares de seguridad operacional exigidos para la aviación civil.

Las aeronaves autorizadas a utilizar el aeródromo serán aquellas con características similares a la aeronave de diseño y con autorización previa del gestor del aeródromo.

A excepción de emergencia, ningún aeródromo podrá ser utilizado por aeronaves para las cuales no estén previstas los procedimientos operativos del aeródromo ni su diseño.

- Clave de referencia
- Nivel de protección de SSEI

2.4.2. Datos sobre el aeródromo

Clave de referencia

El propósito de la clave de referencia es proporcionar un **método simple para relacionar entre sí las numerosas especificaciones concernientes a las características de los aeródromos**, a fin de suministrar una serie de instalaciones aeroportuarias que convengan a los aviones destinados a operar en el aeródromo. La clave está compuesta de **dos elementos** que se relacionan con las características y dimensiones del avión. El elemento 1 es un número basado en la longitud del campo de referencia del avión y el elemento 2 es una letra basada en la envergadura del avión y en la anchura exterior entre las ruedas del tren de aterrizaje principal. Una especificación determinada está relacionada con el más apropiado de los dos elementos de la clave o con una combinación apropiada de estos dos elementos. La letra o número de la clave dentro de un elemento seleccionado para fines del proyecto está relacionado con las

características del avión crítico para el que se proporcione la instalación [9].

Elemento 1 de la clave		Elemento 2 de la clave		
nº de clave	Longitud del campo de referencia del avión	Letra de clave	Envergadura	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15 m	Hasta 4.5 m
2	Desde 800 m hasta 1200 m	B	Desde 15 m hasta 24 m	Desde 4.5 m hasta 6 m
		C	Desde 24 m hasta 36 m	Desde 6 m hasta 9 m

Tabla 2.1: Clave de referencia de aeródromo

Si la clave de referencia del aeródromo no estuviera incluida en la Tabla 2.1, la referencia de aplicación será la de las Normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público.

Datos aeronáuticos

Los gestores del aeródromo de uso restringido mantendrán actualizada la información que se determina a continuación, utilizando un método de comunicación suficientemente seguro y rápido y garantizarán el conocimiento de ella por parte de los usuarios del aeródromo.

Punto de referencia

El punto de referencia del aeródromo estará situado cerca del centro geométrico inicial o planeado del aeródromo y permanecerá normalmente donde se haya determinado en primer lugar. Su posición se medirá en grados, minutos y segundos.

Elevación del aeródromo

La elevación del aeródromo tendrá una exactitud de medio metro o pie.

Temperatura de referencia del aeródromo

Determinada en grados Celsius. Será la media mensual de las temperaturas máximas diarias correspondiente al mes más caluroso del año. Esta temperatura será el promedio

de observaciones efectuadas durante varios años.

Dimensiones del aeródromo

Se describirán los siguientes datos para cada una de las instalaciones:

- **Pista:** marcación verdadera, número de designación, longitud, anchura, emplazamiento del umbral, pendiente, tipo de superficie, tipo de pista.
- **Franja:** longitud, anchura, tipo de superficie.
- **Calle de rodaje:** designación, anchura, tipo de superficie.
- **Plataforma:** tipo de superficie, puestos de estacionamiento de aeronave.
- **Zona libre de obstáculos:** longitud, perfil del terreno.
- **Ayudas visuales para procedimientos de aproximación:** señalización e iluminación de pistas, calle de rodaje y plataforma.

Las coordenadas geográficas del umbral, eje de calle de rodaje, puesto de estacionamiento y obstáculos, se medirán en grados, minutos, segundos y décimas de segundo.

Resistencia de los pavimentos

En las pistas pavimentadas se determinará la resistencia de los pavimentos, en caso de no disponer de superficie pavimentada, se determinará la resistencia del pavimento.

Emplazamiento para verificación del altímetro

En cada aeródromo se dispondrá de uno o más emplazamientos para la verificación del altímetro antes del vuelo. Como elevación del emplazamiento, se dará la elevación media redondeada al metro más próximo. La diferencia entre la elevación de cualquier parte del emplazamiento destinado a la verificación del altímetro antes del vuelo y la elevación media de dicho emplazamiento, no será mayor a 3 metros.

Distancias declaradas

Se calcularán las siguientes distancias redondeadas al metro más próximo:

- **TORA:** Recorrido de despegue disponible.
- **TODA:** Distancia de despegue disponible.
- **ASDA:** Distancia de aceleración-parada disponible. Longitud del recorrido de despegue disponible más la longitud de parada si la hubiera.

- **LDA:** Distancia de aterrizaje disponible.

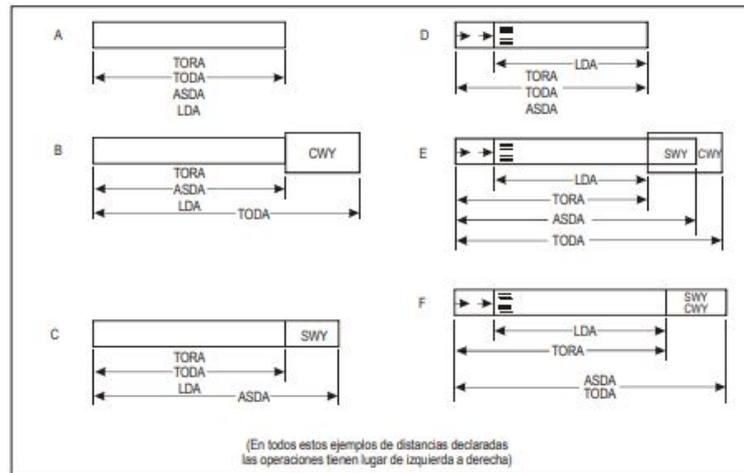


Figura 2.6: Distancias declaradas

Salvamento y extinción de incendios

Se suministrará información relativa al nivel de protección proporcionado en un aeródromo a los fines de salvamento y extinción de incendios.

2.4.3. Características físicas del aeródromo

Pista

Longitud de pista: La adecuada para satisfacer los requisitos operacionales de los aviones para los que se proyecte la pista.

Anchura de pista: No será menor de la dimensión apropiada especificada en la Tabla 2.2

nº de clave	Letra de clave		
	A	B	C
1	18 m	18 m	23 m
2	23 m	23 m	30 m

Tabla 2.2: Anchura de pista del aeródromo

Distancia mínima entre pistas paralelas: Si son previstas para uso simultaneo en condiciones de vuelo visual, la distancia mínima entre sus ejes será la mostrada en la Tabla 2.3.

n ^o de clave	Distancia
1	120 m
2	150 m

Tabla 2.3: *Distancia mínima entre pistas paralelas*

Pendientes de las pistas paralelas: La pendiente obtenida al dividir la diferencia entre la elevación máxima y la mínima a lo largo del eje de la pista, por la longitud de ésta, no excederá del 2%. En ninguna parte de la pista, la pendiente longitudinal excederá del 2%. Cuando no se pueda evitar un cambio de pendiente, será lo más gradual posible, debiendo evitar los cambios bruscos o las inversiones repentinas de pendiente. Para facilitar la rápida evacuación del agua, la superficie de la pista, en la medida de lo posible, será convexa, excepto en los casos en que una pendiente transversal única que descienda en la dirección del viento que acompañe a la lluvia con mayor frecuencia, asegure el rápido drenaje de aquélla. La pendiente transversal ideal será la mostrada en la Tabla 2.4.

Letra de clave	Porcentaje
A,B	2 %
C	1 %

Tabla 2.4: *Pendiente transversal ideal*

pero, en todo caso, no excederá de estos valores, según corresponda, ni será inferior al 1%, salvo en las intersecciones de pistas o de calles de rodaje en que se requieran pendientes más aplanadas. En el caso de superficies convexas, las pendientes transversales serán simétricas a ambos lados del eje de la pista.

Resistencia de pista: La pista soportará el tránsito de los aviones para los que esté prevista.

Superficie de las pistas: Se construirá la superficie de la pista sin irregularidades que den como resultado la pérdida de las características de rozamiento, o afecten adversamente de cualquier otra forma el despegue y el aterrizaje. Se ha de asegurar buenas características de rozamiento en caso de que la pista esté mojada. En caso de una superficie no pavimentada, se deberá asegurar que las condiciones de la misma son adecuadas cuando se encuentre mojada.

Franja de pista

La pista estará comprendida dentro de una franja.

Longitud de las franjas de pista: Toda franja se extenderá antes del umbral y más allá del extremo de la pista hasta una distancia de por lo menos lo mostrado en

la Tabla 2.5.

nº de clave	Distancia
1	30 m
2	60 m

Tabla 2.5: Longitud franja de pista

Anchura de las franjas de pista: Toda franja se extenderá a cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja, hasta una distancia de por lo menos lo mostrado en la Tabla 2.6.

nº de clave	Distancia
1	30 m
2	40 m

Tabla 2.6: Anchura franja de pista

Objetos en las franjas de pista: Todo objeto situado en la franja de una pista y que pueda constituir un peligro para los aviones, se considerará como un obstáculo y deberá eliminarse, con excepción de los que por sus funciones requieran estar situados en ese lugar para fines de navegación aérea, y que deberán ser frangibles y estar montados lo más bajo posible.

Nivelación de las franjas de pista: Desde el eje de la pista y de su prolongación, un área nivelada destinada a los aviones para los que está prevista la pista, en el caso de que un avión se salga de la misma. La superficie de la parte de la franja lindante con la pista o margen estará al mismo nivel que la superficie de la pista, o margen.

Pendiente de la franja de pista: Las pendientes longitudinales a lo largo de la porción de una franja que ha de nivelarse, no excederán del 2%. Los cambios de pendiente en la parte de una franja que haya de nivelarse serán lo más graduales posible, debiendo evitar los cambios bruscos o las inversiones repentinas de pendiente. Las pendientes transversales en la parte de una franja que haya de nivelarse serán adecuadas para impedir la acumulación de agua en la superficie, pero no excederán del 3% excepto que, para facilitar el drenaje, la pendiente de los primeros 3 m hacia afuera del borde de la pista, margen o zona de parada será negativa, medida en el sentido de alejamiento de la pista, pudiendo llegar hasta el 5% pero nunca se excederá este valor.

Resistencia de la franja de pista: La parte de una franja que contenga una pista de vuelo visual se preparará o construirá hasta una distancia de por lo menos lo mostrado en la Tabla 2.7

del eje y de su prolongación, de manera que se reduzcan al mínimo los peligros provenientes de la diferencia de las cargas admisibles, respecto a los aviones para los que está prevista la pista, en el caso de que un avión se salga de la misma.

n ^o de clave	Distancia
1	30 m
2	40 m

Tabla 2.7: *Distancia franja de pista*

Calles de rodaje

El diseño de una calle de rodaje será tal que, cuando el puesto de pilotaje de los aviones para los que está prevista permanezca sobre las señales de eje de dicha calle de rodaje, la distancia libre entre la rueda exterior del tren principal del avión y el borde de la calle de rodaje no sea inferior a la indicada en la Tabla 2.8.

Letra de clave	Distancia libre
A	1,5 m
B	2,25 m
C	3 m → base de ruedas inferior a 18 m O 4,5 m → base de ruedas igual o superior a 18 m

Tabla 2.8: *Distancia libre de calle de rodaje*

Anchura de las calles de rodaje: La parte rectilínea de una calle de rodaje tendrá una anchura no inferior a la indicada en la Tabla 2.9.

Letra de clave	Distancia libre
A	7,5 m
B	10,25 m
C	15 m → base de ruedas inferior a 18 m O 18 m → base de ruedas igual o superior a 18 m

Tabla 2.9: *Anchura de la calle de rodaje*

Curvas de las calles de rodaje: Los cambios de dirección de las calles de rodaje no serán muy numerosos ni pronunciados, en la medida de lo posible. Los radios de las curvas serán compatibles con la capacidad de maniobra y las velocidades de rodaje normales de los aviones para los que dicha calle de rodaje esté prevista.

Uniones e intersecciones: Con el fin de facilitar el movimiento de los aviones, se proveerán superficies de enlace en las uniones e intersecciones de las calles de rodaje con pistas, plataformas y otras calles de rodaje.

Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje: La distancia de separación entre el eje de una calle de rodaje, por una parte, y el eje de una pista, el eje de una calle de rodaje paralela o un objeto, por otra parte, no será inferior al valor adecuado que se indica en la Tabla 2.10, aunque pueden permitirse operaciones con distancias menores de separación en aeródromos ya existentes si un estudio aeronáutico indicara que tales distancias de separación no influirían adversamente en la seguridad, ni de modo importante en la regularidad de las operaciones de los aviones.

Distancia entre el eje de una calle de rodaje y eje de una pista	Pista de vuelo visual n ^o de clave		Distancia eje calle de rodaje y otra calle de rodaje	Distancia eje calle de rodaje y objeto
	Letra de clave	1		
A	37,5	47,5	23,75	16,25
B	42	52	33,5	21,5
C	–	–	44	26

Tabla 2.10: Distancias mínimas de separación de calles de rodaje.

Pendientes de las calles de rodaje: La pendiente longitudinal de una calle de rodaje no excederá de lo mostrado en la Tabla 2.11.

Letra de clave	Porcentaje
A,B	3%
C	1,5%

Tabla 2.11: Pendiente longitudinal calle de rodaje

Cuando no se pueda evitar un cambio de pendiente, será lo más gradual posible, debiendo evitar los cambios bruscos o las inversiones repentinas de pendiente.

Las pendientes transversales de una calle de rodaje serán suficientes para impedir la acumulación de agua en la superficie, pero no excederán de lo mostrado en la Tabla 2.12.

Letra de clave	Porcentaje
A,B	2%
C	1,5%

Tabla 2.12: Pendiente transversal calle de rodaje

Resistencia de las calles de rodaje: La resistencia de una calle de rodaje será por lo menos igual a la de la pista asociada, teniendo en cuenta que una calle de rodaje estará sometida a mayor intensidad de tránsito y mayores esfuerzos que la pista, como resultado del movimiento lento o situación estacionaria de los aviones.

Superficie de las calles de rodaje: La superficie de una calle de rodaje no tendrá irregularidades que puedan ocasionar daños a la estructura de los aviones y se construirá de modo que proporcione buenas características de rozamiento cuando esté mojada.

Márgenes y franjas de las calles de rodaje

Los tramos rectilíneos de las calles de rodaje que sirvan a pistas de letra de clave C tendrán márgenes que se extiendan simétricamente a ambos lados de la calle de rodaje, de modo que la anchura total de la calle de rodaje y sus márgenes en las partes rectilíneas no sea menor de 25 m. En las curvas, uniones e intersecciones de las calles de rodaje en que se proporcione una superficie resistente adicional, la anchura de los márgenes no será inferior a la correspondiente a los tramos rectilíneos adyacentes de la calle de rodaje.

Cada calle de rodaje estará situada dentro de una franja.

Anchura de las franjas de las calles de rodaje: Cada franja de calle de rodaje se extenderá simétricamente a ambos lados del eje de la calle de rodaje y en toda la longitud de ésta, hasta la distancia con respecto al eje especificada en la columna 5 de la Tabla 2.10, por lo menos.

Objetos en las franjas de las calles de rodaje: La franja de la calle de rodaje estará libre de objetos que puedan poner en peligro a los aviones en rodaje.

Nivelación en las franjas de las calles de rodaje: La parte central de una franja de calle de rodaje proporcionará una zona nivelada a una distancia del eje de la calle de rodaje de por lo menos lo mostrado en la Tabla 2.13.

Letra de clave	Distancia
A	11 m
B,C	12,5 m

Tabla 2.13: Nivelación de las franjas de las calles de rodaje

Pendientes de las franjas de las calles de rodaje: La superficie de la franja situada al borde de una calle de rodaje o del margen correspondiente, si se provee, estará al mismo nivel que éstos y su parte nivelada no tendrá una pendiente transversal ascendente que exceda de lo mostrado en la Tabla 2.14. Las pendientes transversales de cada parte de la franja de una calle de rodaje, más allá de la parte nivelada, no excederán una pendiente ascendente o descendente del 5 % medida hacia afuera de la

calle de rodaje.

Letra de clave	Porcentaje
A,B	3%
C	2,5%

Tabla 2.14: *Pendiente transversal de las franjas de las calles de rodaje*

Puntos de espera

Se establecerán uno o más puntos de espera de la pista:

- En la calle de rodaje, en la intersección de la calle de rodaje y una pista.
- En la intersección de una pista con otra pista cuando la primera pista forma parte de una ruta normalizada para el rodaje.

Se establecerá un punto de espera de la pista en una calle de rodaje cuando el emplazamiento o la alineación de la calle de rodaje sea tal que las aeronaves en rodaje o vehículos puedan infringir las superficies limitadoras de obstáculos.

Se establecerá un punto de espera en la vía de vehículos en la intersección de una vía de vehículos con una pista.

Emplazamiento: La distancia entre un punto de espera de la pista establecido en una intersección de calle de rodaje/pista o un punto de espera en la vía de vehículos será 30 m para número de clave 1 y de 40 m para número de clave 2. El emplazamiento de un punto de espera de la pista será tal que la aeronave o vehículo en espera no infrinja la zona despejada de obstáculos, la superficie de aproximación, la superficie de ascenso en el despegue.

Plataformas

Se proveerán plataformas donde sean necesarias para que el embarque y desembarque de pasajeros, carga o correo, así como las operaciones de servicio a las aeronaves puedan hacerse sin obstaculizar el tránsito del aeródromo.

Resistencia de las plataformas: Toda parte de la plataforma podrá soportar el tránsito de las aeronaves que hayan de utilizarla, teniendo en cuenta que algunas porciones de la plataforma estarán sometidas a mayor intensidad de tránsito y mayores esfuerzos que la pista como resultado del movimiento lento o situación estacionaria de las aeronaves.

Vallas

Se proveerá una valla u otra barrera adecuada en un aeródromo para evitar la entrada en el área de movimiento de animales que por su tamaño lleguen a constituir un peligro para las aeronaves, al igual que para evitar el acceso inadvertido o premeditado de personas no autorizadas en una zona del aeródromo vedada al público.

Emplazamiento: La valla o barrera se colocará de forma que separe las zonas abiertas al público del área de movimiento y otras instalaciones o zonas del aeródromo vitales para la operación segura de las aeronaves.

2.4.4. Restricción y eliminación de obstáculos

Superficies limitadoras de obstáculos

Superficie cónica: Definida como una superficie de pendiente ascendente y hacia afuera que se extiende desde la periferia de la superficie horizontal interna. Los límites de la superficie cónica comprenderán:

- Un borde inferior que coincide con la periferia de la superficie horizontal interna.
- Un borde superior situado a una altura determinada sobre la superficie horizontal interna.

La pendiente de la superficie cónica se medirá en un plano vertical perpendicular a la periferia de la superficie horizontal interna correspondiente.

Superficie horizontal interna: Definida como una superficie situada en un plano horizontal sobre un aeródromo y sus alrededores. El radio o límites exteriores de la superficie horizontal interna se medirán desde el punto o puntos de referencia que se fijen con este fin. La altura de la superficie horizontal interna se medirá por encima del punto de referencia para la elevación que se fije con este fin.

Superficie de aproximación: Definida como plano inclinado o combinación de planos anteriores al umbral. Los límites de la superficie de aproximación serán:

- Un borde interior de longitud especificada, horizontal y perpendicular a la prolongación del eje de pista y situado a una distancia determinada antes del umbral.
- Dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente en un ángulo determinado respecto a la prolongación del eje de pista.
- Un borde exterior paralelo al borde interior.

La elevación del borde interior será igual a la del punto medio del umbral. La pendiente o pendientes de la superficie de aproximación se medirá en el plano vertical que contenga al eje de pista.

Superficie de transición: Definida como una superficie compleja que se extiende

a lo largo del borde de la franja y parte del borde de la superficie de aproximación, de pendiente ascendente y hacia afuera hasta la superficie horizontal interna. Los límites de la superficie de transición serán:

- Un borde inferior que comienza en la intersección del borde de la superficie de aproximación con la superficie horizontal interna y que se extiende siguiendo el borde de la superficie de aproximación hasta el borde interior de la superficie de aproximación y desde allí, por toda la longitud de la franja, paralelamente al eje de pista.
- Un borde superior situado en el plano de la superficie horizontal interna.

La elevación del borde interior será:

- A lo largo del borde de la superficie de aproximación: igual a la elevación de la superficie de aproximación en dicho punto.
- A lo largo de la franja: igual a la elevación del punto más próximo sobre el eje de la pista o de su prolongación.

La pendiente de la superficie de transición se medirá en un plano vertical perpendicular al eje de la pista.

Superficie de ascenso en el despegue: Definida como plano inclinado u otra superficie especificada situada más allá del extremo de una pista o zona libre de obstáculos. Los límites de la superficie de ascenso en el despegue serán:

- Un borde interior, horizontal y perpendicular al eje de pista situado a una distancia especificada más allá del extremo de la pista o al extremo de la zona libre de obstáculos, cuando la hubiere, y su longitud excede a la distancia especificada.
- Dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente, con un ángulo determinado respecto a la derrota de despegue, hasta una anchura final especificada, manteniendo después dicha anchura a lo largo del resto de la superficie de ascenso en el despegue.
- Un borde exterior horizontal y perpendicular a la derrota de despegue especificada.

La elevación del borde interior será igual a la del punto más alto de la prolongación del eje de pista entre el extremo de ésta y el borde interior; o a la del punto más alto sobre el suelo en el eje de la zona libre de obstáculos, cuando exista ésta. La pendiente de la superficie de ascenso en el despegue se medirá en el plano vertical que contenga el eje de pista.

En la Figura 2.7 se puede observar claramente lo explicado anteriormente.

Requisitos de la limitación de obstáculos

Pistas de vuelo visual: Se establecerán las siguientes superficies limitadoras:

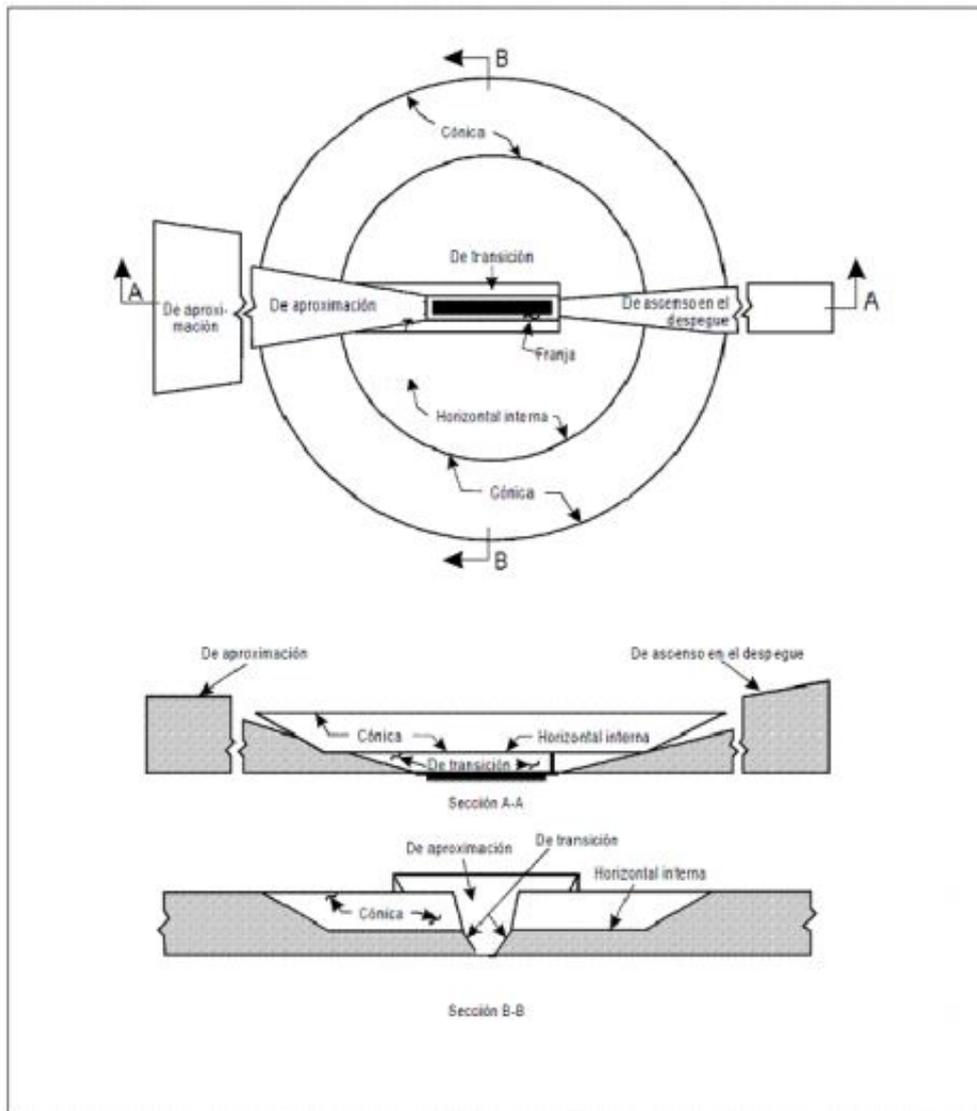


Figura 2.7: Superficies limitadoras de obstáculos

- Superficie cónica.
- Superficie horizontal interna.
- Superficie de aproximación.
- Superficie de transición.

En las pistas destinadas al despegue se establecerá la **superficie de ascenso al despegue**.

Las alturas y pendientes de las superficies no serán superiores, ni sus otras dimensiones inferiores, a las que se especifican en la Tabla 2.15

No existirán obstáculos por encima de una superficie de aproximación, de una superficie de transición o de una superficie de ascenso en el despegue. Excepcionalmente

se permitirá la existencia de obstáculos sobre dichas superficies cuando no sea posible su eliminación y se determine, tras un estudio aeronáutico, que no afectan a la seguridad de las operaciones.

El titular del aeródromo vigilará la aparición de nuevos obstáculos distintos de los expresamente autorizados sobre las superficies limitadoras de obstáculos.

Cuando aparezcan nuevos obstáculos sobre la superficie de aproximación, la superficie de transición y la superficie de ascenso en el despegue, se comunicará la aparición del objeto a AESA junto con un estudio sobre la afección a las operaciones, al objeto de evaluar su efecto sobre la seguridad y tomar las medidas correspondientes.

Para cada obstáculo que penetre una superficie limitadora de obstáculos, incluyendo nuevos obstáculos sobre la superficie horizontal interna y cónica, el titular del aeródromo dispondrá de la siguiente información: tipo de objeto, coordenadas, altitud, posición relativa al aeródromo y a la superficie limitadora y magnitud de la penetración sobre dicha superficie. Esta información deberá ser comunicada a los pilotos que vayan a realizar operaciones en el aeródromo y que la soliciten.

Superficies y dimensiones	Número de clave	
	1	2
PISTA DE ATERRIZAJE. APROXIMACIÓN VISUAL		
CÓNICA		
Pendiente	5 %	5 %
Altura	35 m	55 m
HORIZONTAL INTERNA		
Altura	45 m	45 m
Radio	2000 m	2500 m
APROXIMACIÓN		
Longitud de borde interior	60 m	80 m
Distancia desde el umbral	30 m	60 m
Divergencia (a cada lado)	10 %	10 %
Primera sección		
Longitud	1600 m	2500 m
Pendiente	5 %	4 %
TRANSICIÓN		
Pendiente	20 %	20 %
PISTA DESTINADA AL DESPEGUE		
DE ASCENSO AL DESPEGUE		
Longitud de borde interior	60 m	80 m
Distancia desde el extremo a la pista	30 m	60 m
Divergencia (a cada lado)	10 %	10 %
anchura final	380 m	580 m
Longitud	1600 m	2500 m
Pendiente	5 %	4 %

Tabla 2.15: Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos.

2.4.5. Ayudas visuales para la navegación

Indicador de la dirección del viento

Un aeródromo estará equipado con uno o más indicadores de la dirección del viento.

Emplazamiento: Se instalará un indicador de la dirección del viento de manera que sea visible desde las aeronaves en vuelo, o desde el área de movimiento, y de modo que no sufra los efectos de perturbaciones del aire producidas por objetos cercanos.

Características

- El indicador de la dirección del viento tendrá forma de cono truncado y estar hecho de tela, su longitud será por lo menos de 3,6 m, y su diámetro, en la base mayor, por lo menos de 0,9 m. Estará construido de modo que indique claramente

la dirección del viento en la superficie y dé idea general de su velocidad. El color o colores se escogerán para que el indicador de la dirección del viento pueda verse e interpretarse claramente desde una altura de por lo menos 300 m teniendo en cuenta el fondo sobre el cual se destaque. De ser posible, se usará un solo color, preferiblemente el blanco o el anaranjado. Si hay que usar una combinación de dos colores para que el cono se distinga bien sobre fondos cambiantes, se preferirá que dichos colores fueran rojo y blanco, anaranjado y blanco, o negro y blanco, y estarán dispuestos en cinco bandas alternadas, de las cuales la primera y la última serán del color más oscuro.

- El emplazamiento por lo menos de uno de los indicadores de la dirección del viento se señalará por medio de una banda circular de 15 m de diámetro y 1,2 m de ancho. Esta banda estará centrada alrededor del soporte del indicador y será de un color elegido para que haya contraste, de preferencia blanco.
- En un aeródromo destinado al uso nocturno se dispondrá por lo menos la iluminación de un indicador de la dirección del viento.

Señales

Interrupción de las señales de pista: En una intersección de dos (o más) pistas, conservará sus señales la pista más importante, con la excepción de las señales de faja lateral de pista, y se interrumpirán las señales de las otras pistas. Las señales de faja lateral de la pista más importante pueden continuarse o interrumpirse en la intersección.

En la intersección de una pista y una calle de rodaje se conservarán las señales de la pista y se interrumpirán las señales de la calle de rodaje; excepto que las señales de faja lateral de pista pueden interrumpirse.

Colores y perceptibilidad: Las señales de pista serán blancas. Las señales de calle de rodaje y las señales de los puestos de estacionamiento de aeronaves serán amarillas.

En los aeródromos donde se efectúen operaciones nocturnas, las señales de la superficie serán de material reflectante diseñado para mejorar la visibilidad de las señales.

Señal designadora de pista: Aplicadas en umbrales de una pista pavimentada y en medida de lo posible en los umbrales de pista de una pista sin pavimentar.

- **Emplazamiento:** Una señal designadora de pista se emplazará en el umbral de pista de conformidad con las indicaciones de la Figura 2.8.
- **Características:** Una señal designadora de pista consistirá en un número de dos cifras, y en las pistas paralelas este número irá acompañado de una letra. En el caso de pista única, de dos pistas paralelas y de tres pistas paralelas, el número de dos cifras será el entero más próximo a la décima parte del azimut 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. Cuando se trate de cuatro o más pistas paralelas, una serie de pistas adyacentes se designará por el número

entero más próximo por defecto a la décima parte del azimut magnético, y la otra serie de pistas adyacentes se designará por el número entero más próximo por exceso a la décima parte del azimut magnético. Cuando la regla anterior dé un número de una sola cifra, ésta irá precedida de un cero.

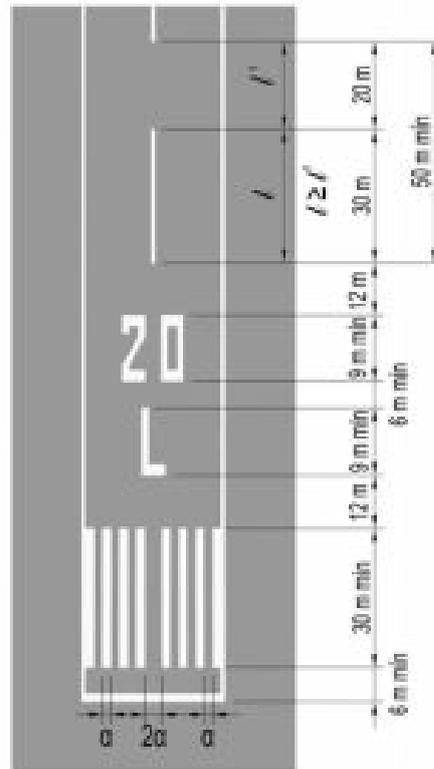


Figura 2.8: Señales de designación de pista, de eje y de umbral.

En el caso de pistas paralelas, cada número designador de pista irá acompañado de una letra, como sigue, en el orden que aparecen de izquierda a derecha al verse en la dirección de aproximación:

- Para dos pistas paralelas: “L” “R”.
- Para tres pistas paralelas: “L” “C” “R”.
- Para cuatro pistas paralelas: “L” “R” “L” “R”.

Los números y las letras tendrán la forma y proporciones indicadas en la Figura 2.9. Sus dimensiones no serán inferiores a las indicadas en dicha figura, pero cuando se incorporen números a las señales de umbral, las dimensiones serán mayores, con el fin de llenar satisfactoriamente los espacios entre las fajas de señales de umbral.

Señal de eje de pista: Aplicadas en pistas pavimentadas.

- **Emplazamiento:** Las señales de eje de pista se dispondrán a lo largo del eje de la

pista entre las señales designadoras de pista, tal como se indica en la Figura 2.9.

- Características:** Una señal de eje de pista consistirá en una línea de trazos uniformemente espaciados. La longitud de un trazo más la del intervalo no será menor de 50 m ni mayor de 75 m. La longitud de cada trazo será por lo menos igual a la longitud del intervalo, o de 30 m, tomándose la que sea mayor. La anchura de los trazos no será menor de 0,30 m en pistas de vuelo visual.

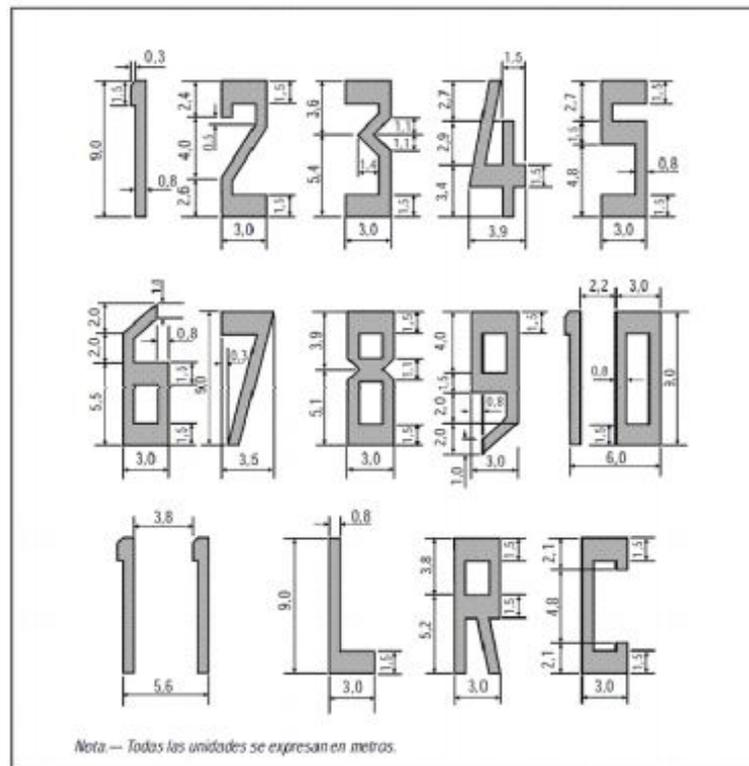


Figura 2.9: Forma y proporciones de los números y letras de las señales designadoras de pista.

Señal de umbral: En los umbrales de una pista no pavimentada se dispondrá, en la medida de lo posible, una señal de umbral.

- Emplazamiento:** Las fajas de señal de umbral empezarán a 6 m del umbral.
- Características:** Una señal de umbral de pista consistirá en una configuración de fajas longitudinales de dimensiones uniformes, dispuestas simétricamente con respecto al eje de la pista, según se indica en la Figura 5-1 para una pista de 30 m de anchura. El número de fajas estará de acuerdo con la anchura de la pista, del modo siguiente que muestra la Tabla 2.16.

Las fajas se extenderán lateralmente hasta un máximo de 3 m del borde de la pista. Cuando la señal designadora de pista esté situada dentro de la señal del umbral, habrá tres fajas como mínimo a cada lado del eje de la pista. Cuando la señal designadora de pista esté situada más allá de la señal de umbral, las fajas se extenderán lateralmente a través de la pista. Las fajas tendrán por lo menos

Anchura de la pista	Número de fajas
18 m	4
23 m	6
30 m	8

Tabla 2.16: Número de fajas dependiendo de la anchura de pista.

30 m de longitud y 1,80 m aproximadamente de ancho, con una separación entre ellas de 1,80 m aproximadamente; pero en el caso de que las fajas se extiendan lateralmente a través de una pista, se utilizará un espaciado doble para separar las dos fajas más próximas al eje de la pista, y cuando la señal designadora esté situada dentro de la señal de umbral, este espacio será de 22,5 m.

- Faja transversal:** Cuando el umbral esté desplazado del extremo de la pista o cuando el extremo de la pista no forme ángulo recto con el eje de la misma, se añadirá una faja transversal a la señal de umbral, según se indica en la Figura 2.10. Una faja transversal no tendrá menos de 1,80 m de ancho.
- Flechas:** Cuando el umbral de pista esté desplazado permanentemente se pondrán flechas en la parte de la pista delante del umbral desplazado. Cuando el umbral de pista esté temporalmente desplazado de su posición normal, se señalará como se muestra en la Figura 2.10, y se cubrirán todas las señales situadas antes del umbral desplazado con excepción de las de eje de pista, que se convertirán en flechas.

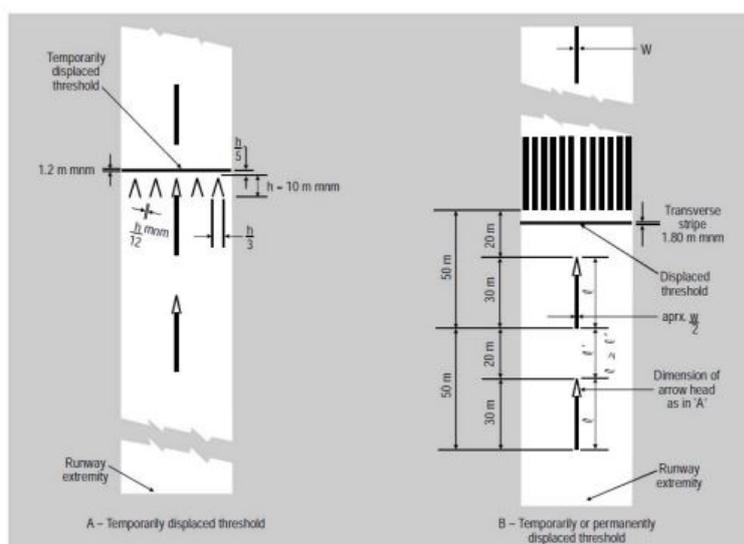


Figura 2.10: Señales de umbral desplazado.

Señal de faja lateral de pista: Se dispondrá una señal de faja lateral de pista entre los umbrales de una pista pavimentada cuando no haya contraste entre los bordes de la pista y el terreno circundante.

- **Emplazamiento:** Una señal de faja lateral de pista consistirá en dos fajas, dispuestas una a cada lado a lo largo del borde de la pista, de manera que el borde exterior de cada faja coincida con el borde de la pista.
- **Características:** Una señal de faja lateral de pista tendrá una anchura total de 0,90 m como mínimo en las pistas con anchura de 30 m y por lo menos de 0,45 m en las pistas más estrechas.

Señal de eje de calle de rodaje: Se dispondrán señales de eje en calles de rodaje y plataformas pavimentadas, al igual que en pistas pavimentadas que conforme parte de una ruta normalizada para el rodaje y no haya señales de eje de pista o la línea de eje de rodaje no coincida con el eje de pista.

- **Emplazamiento:** En un tramo recto de calle de rodaje la señal de eje de calle de rodaje estará situada sobre el eje. En una curva de calle de rodaje, la señal de eje conservará la misma distancia desde la parte rectilínea de la calle de rodaje hasta el borde exterior de la curva. En una intersección de una pista con una calle de rodaje que sirva como salida de la pista, la señal de eje de calle de rodaje formará una curva para unirse con la señal de eje de pista. La señal de eje de calle de rodaje se prolongará paralelamente a la señal del eje de pista, en una distancia de 30 m por lo menos.
- **Características:** La señal de eje de calle de rodaje tendrá 15 cm de ancho por lo menos y será de trazo continuo, excepto donde corte a una señal de punto de espera de la pista o una señal de punto de espera intermedio.

Señal de punto de espera de la pista: Se dispondrá una señal de punto de espera de la pista en todo punto de espera de la pista.

- **Características:** En la intersección de una calle de rodaje con una pista de vuelo visual, la señal de punto de espera de la pista será de la forma indicada en la Figura 2.11.

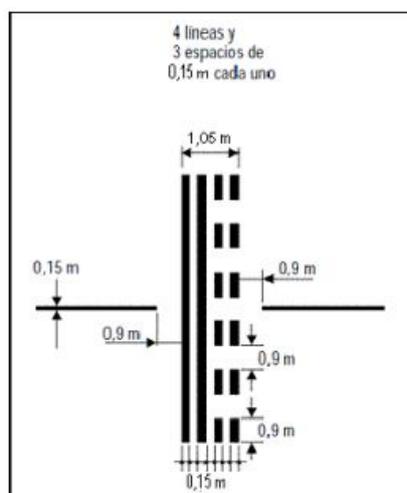


Figura 2.11: Señal de punto de espera de pista.

Señal de punto de espera en la vía de vehículos: Se proveerá una señal de punto de espera en la vía de vehículos en todos los puntos de entrada de la vía de vehículos a la pista.

- **Emplazamiento:** La señal de punto de espera en la vía de vehículos se emplazará a través de la vía en el punto de espera.
- **Características:** La señal de punto de espera en la vía de vehículos se conformará a los reglamentos locales de tráfico.

Señal de borde de plataforma: Se dispondrá señal de borde de plataforma para identificar los límites de esta, indicando el área destinada al estacionamiento de las aeronaves.

- **Emplazamiento:** La señal de borde de plataforma estará situada lo más próxima posible al borde de esta.
- **Características:** Una señal de borde de plataforma consistirá en un par de líneas de trazo continuo, de 15 cm de ancho, con una separación de 15 cm entre sí y del mismo color que las señales de eje de calle de rodaje.

Señal de PROHIBIDA LA ENTRADA: Se proporcionará una señal de PROHIBIDA LA ENTRADA cuando no esté autorizada la entrada a la zona en cuestión.

- **Emplazamiento:** La señal de PROHIBIDA LA ENTRADA en calles de rodaje se colocará transversalmente en la calle de rodaje centrada en el eje.
- **Características:** La señal de PROHIBIDA LA ENTRADA consistirá en la inscripción NO ENTRY en blanco sobre fondo rojo. La altura de los caracteres será de 4 m en las inscripciones de código C, y de 2 m en las de código A o B. El fondo será rectangular y se extenderá un mínimo de 0,5 m lateral y verticalmente más allá de los extremos de la inscripción.

Luces

Luces peligrosas para la seguridad de las aeronaves: Deberán analizarse la existencia de luces no aeronáuticas de superficie, o posibles emisiones láser, situadas cerca de un aeródromo y que pudiera poner en peligro la seguridad de las aeronaves, al objeto de estudiar la necesidad de que se extinga, se apantallen o se modifique de forma que se suprima la causa de ese peligro.

Luces que pueden causar confusión: Una luz no aeronáutica de superficie que, por su intensidad, forma o color, pueda producir confusión o impedir la clara interpretación de las luces aeronáuticas de superficie, se extinguirá, apantallará o modificará de forma que se suprima esa posibilidad. En particular, se considerarán todas aquellas luces no aeronáuticas de superficie visibles desde el aire que se encuentren dentro del área de aproximación para una pista de vuelo visual.

Luces elevadas: Las luces elevadas de pista y de calle de rodaje serán frangibles. Su altura será lo suficientemente baja para respetar la distancia de guarda de las hélices y barquillas de los motores de las aeronaves de reacción.

Luces empotradas: Los dispositivos de las luces empotradas en la superficie de las pistas, calles de rodaje y plataformas estarán diseñados y dispuestos de manera que soporten el paso de las ruedas de una aeronave sin que se produzcan daños a la aeronave ni a las luces. La intensidad de la iluminación de pista deberá ser adecuada para las condiciones mínimas de visibilidad y luz ambiente en que se trate de utilizar la pista, y compatible con la de las luces de la sección más próxima del sistema de iluminación de aproximación, cuando exista este último.

Iluminación de emergencia: En un aeródromo provisto de iluminación de pista y sin fuente secundaria de energía eléctrica, se dispondrá de un número suficiente de luces de emergencia para instalarlas por lo menos en la pista primaria en caso de falla del sistema normal de iluminación.

- **Emplazamiento:** Cuando se instalen en una pista luces de emergencia, se deberán, como mínimo, adaptarse a la configuración requerida para una pista de vuelo visual.
- **Características:** El color de las luces de emergencia se ajustará a los requisitos relativos a colores para la iluminación de pista, si bien donde no sea factible colocar luces de color en el umbral ni en el extremo de pista, todas las luces pueden ser de color blanco variable o lo más parecidas posible a este color.

Faros aeronáuticos: Los aeródromos previstos para ser utilizados de noche estarán dotados de un faro de aeródromo o de un faro de identificación, cuando sea necesario para las operaciones. El requisito operacional se determinará habida cuenta de las necesidades del tránsito aéreo que utilice el aeródromo, de la perceptibilidad del aeródromo con respecto a sus alrededores y de la instalación de otras ayudas visuales y no visuales útiles para localizar el aeródromo.

- **Faro de aeródromo:** Los aeródromos previstos para ser utilizados de noche estarán dotados de un faro de aeródromo, cuando se cumplan una o más de las condiciones siguientes:
 - Las aeronaves vuelen predominantemente con la ayuda de medios visuales.
 - La visibilidad sea a menudo reducida.
 - Sea difícil localizar el aeródromo desde el aire debido a las luces circundantes o a la topografía.
- **Emplazamiento:** El faro de aeródromo estará emplazado en el aeródromo o en su proximidad, en una zona de baja iluminación de fondo. El faro estará emplazado de modo que en las direcciones importantes no quede oculto por ningún objeto ni deslumbramiento al piloto durante la aproximación para aterrizar.
- **Características:** El faro de aeródromo dará ya sea destellos de color alternados

con destellos blancos, o destellos blancos solamente. La frecuencia del total de destellos será de 20 a 30 por minuto. Cuando se usen destellos de color, serán verdes en los faros instalados en aeródromos terrestres y amarillos en los faros instalados en hidroaeródromos. Cuando se trate de un aeródromo mixto (aeródromo terrestre e hidroaeródromo), los destellos de color tendrán las características colorimétricas correspondientes a la sección del aeródromo que se designe como instalación principal. La luz del faro se verá en todos los ángulos de azimut. La distribución vertical de la luz se extenderá hacia arriba, desde una elevación de no más de 1° hasta una elevación que la autoridad competente determine que es suficiente para dar orientación en la máxima elevación en que se trate de utilizar el faro, y la intensidad efectiva de los destellos no será inferior a 2.000 cd.

Faro de identificación: Un aeródromo destinado a ser utilizado de noche que no pueda identificarse fácilmente desde el aire por las luces existentes u otros medios estará provisto de un faro de identificación.

- **Emplazamiento:** El faro de identificación estará emplazado en el aeródromo en una zona de baja iluminación de fondo. El faro estará emplazado de modo que en las direcciones importantes no quede apantallado por ningún objeto ni deslumbre al piloto durante la aproximación para aterrizar.
- **Características:** El faro de identificación de los aeródromos terrestres será visible en cualquier ángulo de azimut. La distribución vertical de la luz se extenderá hacia arriba desde un ángulo no superior a 1° hasta un ángulo de elevación que la autoridad competente determine como suficiente para proporcionar guía hasta la elevación máxima a la que se prevé utilizar el faro, y la intensidad efectiva de los destellos no será inferior a 2 000 cd. El faro de identificación emitirá destellos verdes en aeródromos terrestres y destellos amarillos en hidroaeródromos. Los caracteres de identificación se transmitirán en el código Morse internacional.

Luces de borde de pista: Se instalarán luces de borde de pista en una pista destinada a uso nocturno.

- **Emplazamiento:** Las luces de borde de pista se emplazarán a todo lo largo de ésta, en dos filas paralelas y equidistantes del eje de la pista. Las luces de borde de pista se emplazarán a lo largo de los bordes del área destinada a servir de pista, o al exterior de dicha área a una distancia que no exceda de 3 m. Las luces estarán espaciadas uniformemente en filas, a intervalos no mayores de 100 m en una pista de vuelo visual. Las luces a uno y otro lado del eje de la pista estarán dispuestas en líneas perpendiculares al mismo. En las intersecciones de las pistas, las luces pueden espaciarse irregularmente o bien omitirse, siempre que los pilotos sigan disponiendo de guía adecuada.
- **Características:** Las luces de borde de pista serán fijas y de color blanco variable, excepto que:
 - En el caso de que el umbral esté desplazado, las luces entre el comienzo de la pista y el umbral desplazado serán de color rojo en la dirección de la aproximación.

- En el extremo de la pista, opuesto al sentido del despegue, las luces pueden ser de color amarillo en una distancia de 600 m o en el tercio de la pista, si esta longitud es menor.

Las luces de borde de pista serán visibles desde todos los ángulos de azimut que se necesiten para orientar al piloto que aterrice o despegue en cualquiera de los dos sentidos.

Luces de umbral de pista y de barra de ala: Se instalarán luces de umbral de pista en una pista equipada con luces de borde de pista, excepto en el caso de una pista de vuelo visual cuando el umbral esté desplazado y se disponga de luces de barra de ala.

- **Emplazamiento de luces de umbral de pista:** Cuando un umbral esté en el extremo de una pista, las luces de umbral estarán emplazadas en una fila perpendicular al eje de la pista, tan cerca del extremo de la pista como sea posible y en ningún caso a más de 3 m al exterior del mismo. Cuando un umbral esté desplazado del extremo de una pista, las luces de umbral estarán emplazadas en una fila perpendicular al eje de la pista, coincidiendo con el umbral desplazado. Las luces de umbral comprenderán en una pista de vuelo visual seis luces por lo menos, igualmente espaciadas entre las filas de luces de borde de pista.
- **Emplazamiento de las luces de barra de ala:** Se instalarán luces de barra de ala en una pista de vuelo visual cuando el umbral esté desplazado y las luces de umbral de pista sean necesarias, pero no se hayan instalado. Estarán dispuestas en el umbral, simétricamente respecto al eje de la pista, en dos grupos, o sea las barras de ala. Cada barra de ala estará formada por cinco luces como mínimo, que se extenderán por lo menos sobre 10 m hacia el exterior de la fila de luces de borde de pista perpendiculares a ésta. La luz situada en la parte más interior de cada barra de ala estará en la fila de luces del borde de pista.
- **Características de las luces de umbral de pista y de barra de ala:** Las luces de umbral de pista y de barra de ala serán luces fijas unidireccionales, de color verde, visibles en la dirección de la aproximación a la pista, y su intensidad y abertura de haz serán las adecuadas para las condiciones de visibilidad y luz ambiente en las que se prevea ha de utilizarse la pista.

Luces de extremo de pista: Se instalarán luces de extremo de pista en una pista dotada de luces de borde de pista.

- **Emplazamiento:** Las luces de extremo de pista se emplazarán en una línea perpendicular al eje de la pista, tan cerca del extremo como sea posible y en ningún caso a más de 3 m al exterior del mismo. La iluminación de extremo de pista consistirá en seis luces por lo menos. Las luces estarán espaciadas uniformemente entre las filas de luces de borde de pista.
- **Características:** Las luces de extremo de pista serán luces fijas unidireccionales de color rojo, visibles en la dirección de la pista, y su intensidad y abertura de haz serán las adecuadas para las condiciones de visibilidad y de luz ambiente en

las que se prevea que ha de utilizarse.

Luces de borde de calle de rodaje: Se instalarán luces de borde de calle de rodaje en las calles de rodaje que no dispongan de luces de eje de calles de rodaje y que estén destinadas a usarse de noche. Pero no será necesario instalar luces de borde de calle de rodaje cuando, teniendo en cuenta el carácter de las operaciones, puede obtenerse una guía adecuada mediante iluminación de superficie o por otros medios. Se instalarán luces de borde de calle de rodaje en las pistas que formen parte de rutas normalizadas para el rodaje y estén destinadas al rodaje durante la noche, cuando la pista no cuente con luces de eje de calle de rodaje.

- **Emplazamiento:** En las partes rectilíneas de una calle de rodaje y en una pista que forme parte de una ruta normalizada para el rodaje, las luces de borde de las calles de rodaje se dispondrán con un espaciado longitudinal uniforme que no exceda de 60 m. En las curvas, las luces estarán espaciadas a intervalos inferiores a 60 m a fin de que proporcionen una clara indicación de la curva. En los apartaderos de espera, plataformas, etc., las luces de borde de calle de rodaje se dispondrán con un espaciado longitudinal uniforme que no exceda de 60 m. Las luces estarán instaladas tan cerca como sea posible de los bordes de la calle de rodaje, apartadero de espera, plataforma o pista, etc., o al exterior de dichos bordes a una distancia no superior a 3 m.
- **Características:** Las luces de borde de calle de rodaje serán luces fijas de color azul. Estas luces serán visibles por lo menos hasta 75° por encima de la horizontal y desde todos los ángulos de azimut necesarios para proporcionar guía a los pilotos que circulen en cualquiera de los dos sentidos. En una intersección, salida de pista o curva, las luces estarán apantalladas en la mayor medida posible, de forma que no sean visibles desde los ángulos de azimut en los que puedan confundirse con otras luces. La intensidad de las luces de borde de calle de rodaje será como mínimo de 2 cd de 0° a 6° en sentido vertical y de 0,2 cd en cualquier ángulo vertical comprendido entre los 6° y los 75° .

Balizas

Las balizas serán frangibles. Las que estén situadas cerca de una pista o calle de rodaje deberán ser lo suficientemente bajas como para conservar la distancia de guarda respecto a las hélices y las barquillas de los reactores.

Balizas de borde de calle de rodaje: Se proporcionarán balizas de borde de calle de rodaje en aquellas que no estén provistas de luces, de eje o de borde, de calle de rodaje o de balizas de eje de calle de rodaje.

- **Emplazamiento:** Las balizas de borde de calle de rodaje se instalarán por lo menos en los emplazamientos en los que, de utilizarse, se instalarían luces de borde de calle de rodaje.
- **Características:** Las balizas de borde de calle de rodaje serán de color azul retroreflectante. La superficie señalizada será vista por el piloto como un rectángulo

y su área mínima visible será de 150 cm². Las balizas de borde de calle de rodaje serán frangibles.

Balizas de eje de calle de rodaje Se proporcionarán balizas de eje de calle de rodaje en aquellas que no estén provistas de luces, de eje o de borde, de calle de rodaje o de balizas de borde de calle de rodaje.

- **Emplazamiento:** Se instalarán balizas de eje de calle de rodaje, como mínimo, en el mismo lugar en que se hubieran colocado las luces de eje de calle de rodaje. Las balizas de eje de calle de rodaje se emplazarán normalmente en las señales de eje de calle de rodaje y, si ello no fuera posible, podrían desplazarse a una distancia que no exceda de 30 cm.
- **Características:** La superficie señalizada será vista por el piloto como un rectángulo y su área mínima visible será de 20 cm². Las balizas de eje de calle de rodaje estarán diseñadas y montadas de manera que puedan resistir el paso de las ruedas de un avión sin que éste ni las balizas sufran daños.

2.4.6. Sistemas eléctricos

Sistemas de suministro de energía eléctrica

Para el funcionamiento seguro de las instalaciones en los aeródromos se dispondrá de fuentes primarias de energía. El diseño y suministro de sistemas de energía eléctrica para ayudas de radionavegación visuales y en aeródromos tendrá características tales que la falla del equipo no deje al piloto sin orientación visual y ni le dé información errónea.

Los dispositivos de conexión de alimentación de energía eléctrica a las instalaciones para las cuales se necesite una fuente secundaria de energía eléctrica, se dispondrán de forma que, en caso de falla de la fuente primaria de energía eléctrica, las instalaciones se conmuten automáticamente a la fuente secundaria de energía eléctrica. El intervalo de tiempo que transcurra entre la falla de la fuente primaria de energía eléctrica y el restablecimiento completo de los siguientes servicios, será el más corto posible.

En los aeródromos en que la pista primaria sea una pista de vuelo visual, se proveerá una fuente secundaria de energía eléctrica capaz de satisfacer los requisitos anteriores, aunque no es indispensable instalar esa fuente secundaria de energía eléctrica cuando se provea un sistema de iluminación de emergencia y pueda ponerse en funcionamiento en 15 minutos.

Se proveerá una fuente secundaria de energía eléctrica capaz de suministrar energía eléctrica en caso de que fallara la fuente principal a las siguientes instalaciones de aeródromo:

- Todas las luces de obstáculos que, en opinión de la autoridad competente, sean indispensables para garantizar la seguridad de las operaciones de las aeronaves.

- La iluminación de aproximación, de pista y de calle de rodaje.

Los requisitos relativos a una fuente secundaria de energía eléctrica se satisfarán por cualquiera de los medios siguientes:

- Red independiente del servicio público, o sea una fuente que alimente a los servicios del aeródromo desde una subestación distinta de la subestación normal, mediante un circuito con un itinerario diferente del de la fuente normal de suministro de energía, y tal que la posibilidad de una falla simultánea de la fuente normal y de la red independiente de servicio público sea extremadamente remota.
- Una o varias fuentes de energía eléctrica de reserva, constituidas por grupos electrógenos, baterías, etc., de las que pueda obtenerse energía eléctrica.

2.4.7. Procedimientos del aeródromo

Salvamento y extinción de incendios

En todo aeródromo se proporcionarán medios y equipo de salvamento y extinción de incendios para uso exclusivo del aeródromo. El nivel de protección mínimo será adecuado a las aeronaves que operen en el aeródromo. Se dispondrá como mínimo de los medios que se reflejan en la Tabla 2.17.

Se considera aeródromo particular a aquellos aeródromos empleados de forma privada por su titular y por las personas invitadas por este.

Entre estos aeródromos se encuentran aquellos donde se realizan también el resto de actividades contempladas en la definición de uso restringido.

Tipo de aeródromo	Agentes extintores	Vehículo	Personal	Equipo de salvamento
Aeródromo particular	24 kg de polvo ABC y 10 kg de CO_2	Ninguno	Ninguno	Guantes y manta resistentes al fuego y la temperatura, herramienta de corte para cables y arneses, hacha, y palanca.
Resto de aeródromos	Extintor de espuma con un mínimo de 90 l de espuma de nivel de eficacia OACI B, con un régimen de descarga mínimo de 60 l por minuto. Medios complementarios: 14 kg de polvo ABC o 25 KG de CO_2	Un vehículo con capacidad para desplazarse por el aeródromo y zonas aledañas y de transportar el personal, los agentes extintores y el equipo de salvamento.	Personal debidamente instruido en el manejo del vehículo, el equipo de salvamento y los medios de extinción.	Guantes y manta resistentes al fuego y la temperatura, herramienta de corte para cables y arneses, hacha, y palanca.

Tabla 2.17: Medios de Extinción de incendios.

Capítulo 3

Diseño del aeródromo de uso restringido

En este capítulo se desarrolla la parte ingenieril del proyecto, donde se plasman los pasos y procedimientos a tener en cuenta a la hora de diseño y construcción de un aeródromo de uso restringido en España.

Para el proceso de autorización del aeródromo y como se ha expuesto en el marco teórico, se deberían realizar, en primer lugar la compatibilidad del espacio aéreo, seguido de la tramitación ambiental, la autorización de establecimiento y por último la autorización de apertura al tráfico.

Debido a la extensión del trabajo y como el título expone, el proyecto se centra en el diseño de las infraestructuras terrestres, dejando atrás los procesos de autorización los cuales se tendrían que presentar para la validación del aeródromo. El proyecto que se desarrolla estaría entre medias de la fase 3 y 4 expuestas en el capítulo anterior, Autorización de establecimiento y autorización de apertura al tráfico.

Es por ello que el documento base de esta sección, será el cuarto de la sección anterior, **Requisitos de diseño de aeródromos de uso restringido y medios aceptables de cumplimiento**. Se estructura en base a:

- Datos sobre el aeródromo.
- Características físicas del aeródromo.
- Restricción y eliminación de obstáculos.
- Ayudas visuales para la navegación.
- Sistemas eléctricos.
- Procedimientos del aeródromo.

3.1. Diseño del Aeródromo en El Purche

El emplazamiento del proyecto se va a desarrollar en una plenitud que existe a medio camino entre Granada y Sierra Nevada, el cual se considera un lugar único para deportes aeronáuticos como el paramante. A su vez, se practican deportes como la bicicleta de montaña y montañismo o deportes de invierno en la estación de esquí.

Es por ello que se cree que este lugar es idóneo para el emplazamiento de no solo un aeródromo, si no de un multiservicio llevando acabo la escuela de vuelo, vuelos turísticos y el estacionamiento de Aviación General.

Colindante al emplazamiento donde se quiere establecer el aeródromo, ya existe un restaurante con camping que puede ser de gran utilidad para la viabilidad de este proyecto, ya que el servicio de restaurante y alojamiento ya esta cubierto sin la necesidad de una inversión extra en el proyecto.

En este caso, el Titular y Gestor que ostenta y gestiona la propiedad y operaciones del mismo queda sin definir debido al planteamiento teórico del proyecto, aunque en caso de realizarse, se debería aportar dicha información a las autoridades como se ha explicado en el Capítulo 2.



Figura 3.1: Ubicación de “El Purche”.



Figura 3.2: Inmediaciones de “El Purche”.

3.1.1. Datos sobre el aeródromo

Como expuesto anteriormente, la autorización de la construcción y explotación de aeródromos de uso restringido exige precisar los requisitos de diseño y operación de forma que el gestor de la infraestructura cuente con una referencia que le permita garantizar en todo momento el cumplimiento de los estándares de seguridad operacional exigidos para la aviación civil.

Las aeronaves autorizadas a utilizar el aeródromo serán aquellas con características similares a la aeronave de diseño y con autorización previa del gestor del aeródromo.

- **Clave de referencia:** La intención de la clave de referencia es proporcionar un método simple para relacionar entre sí las múltiples especificaciones referidas a las características de los aeródromos con el fin de conocer los aviones a los cuales están destinadas dichas instalaciones.

Partiendo del hecho que se quiere aprovechar el aeródromo para estacionar Aviación General, dando mejores tarifas que en el propio aeropuerto de Granada, para aviación ejecutiva y aprovechar la proximidad con la estación de esquí, para jets privados que vayan a hacer uso del cónclave único como es la estación de Sierra Nevada, la clave de referencia será **2B**, considerándose esta lo suficientemente amplia para cualquier jet privado que quiera hacer uso de la pista.

Siendo el avión de referencia el **Pilatus PC-24**, que cuenta con una longitud del campo de referencia de 793 metros (MTOW, ISA, sea level, dry paved runway) y con la corrección, **1118 metros** (MTOW, ISA +15°C, 5000 ft, dry paved runway), el cual entra dentro de los límites establecidos para la clave del aeródromo.



Figura 3.3: Pilatus PC-24.

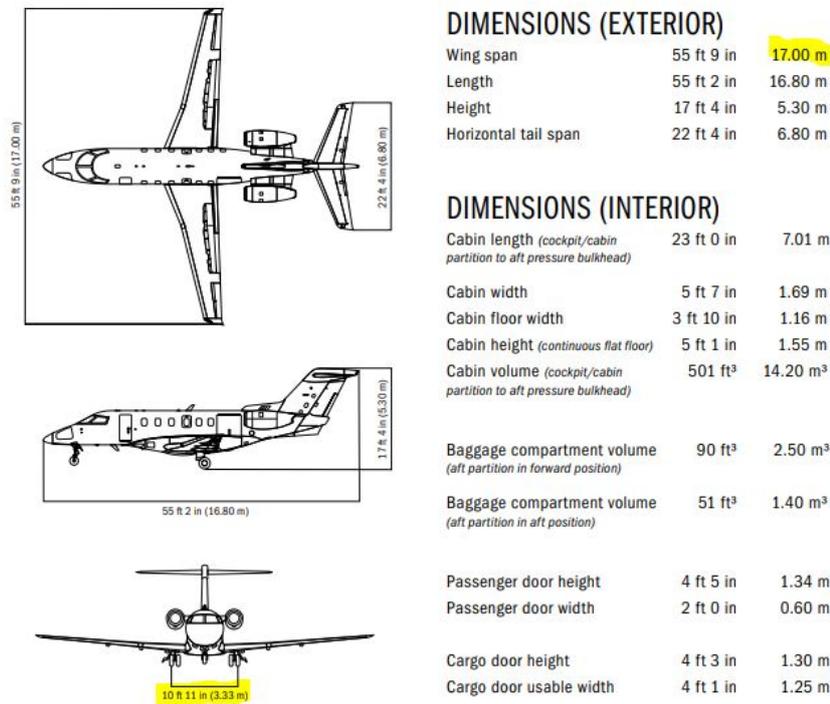


Figura 3.4: Dimensiones del Pilatus PC-24.

- **Punto de referencia:** El punto de referencia del aeródromo queda definido como: **37°08'03.85''N 3°28'48''O**.
- **Elevación del aeródromo:** La elevación del aeródromo es de **1450 metros** o 4760 ft, por lo que la corrección dada por el fabricante es muy próxima a la elevación real de El Purche y entra dentro de la longitud de la pista.
- **Temperatura de referencia del aeródromo:** Una vez establecida la media mensual de las temperaturas máximas diarias correspondientes al mes más caluroso del año durante los 10 últimos años, habiendo obtenido los datos del Servicio del Banco de Datos Nacional de Climatología a través de la AEMET se llega a una temperatura de referencia del aeródromo de **28.6° Celsius**. Ha sido imposible obtener los datos del emplazamiento real del aeródromo ya que no existe una estación meteorológica cerca de este, es por ello que se ha hecho la aproximación con los datos de la estación meteorológica del aeropuerto de Granada.

3.1.2. Dimensiones del aeródromo

Esta sección se incluirán planos del terreno y esquemas del aeródromo para mayor comprensión. En cuanto al terreno, se puede observar que existe una planitud bastante amplia la cual vamos a utilizar para construir el aeródromo. A su vez existe una cantera a menos de 300 metros de la cual vamos a obtener materiales de construcción necesarios

para nivelar aún más el terreno y así hacer que la pista cumpla los límites de pendiente requeridos.

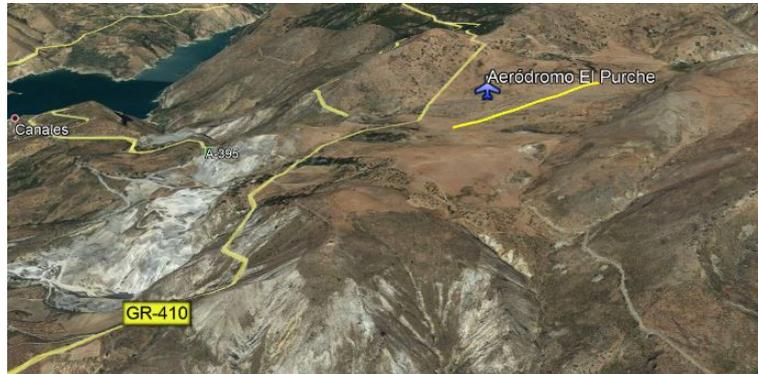


Figura 3.5: Ubicación de la cantera y pendiente del terreno.

El plano topográfico de la zona se ha obtenido a través del Instituto Geográfico Nacional. Esta herramienta permite medir las dimensiones donde se quiere emplazar el aeródromo lo cual resulta útil para obtener una aproximación teniendo en cuenta que no se ha podido realizar mediciones reales.



Figura 3.6: Dimensiones del aeródromo.

Una vez ubicado el terreno del aeródromo, se definen las diferentes partes de este. Al igual que con la temperatura de referencia, al no tener un equipo de medición en el emplazamiento, ha resultado imposible obtener datos de la dirección, intensidad y frecuencia del viento para así hacer un estudio de los vientos predominantes. Las aeronaves deben despegar y aterrizar en contra del viento, por lo que en principio, la pista debe orientarse en la dirección del viento predominante. No obstante se plantea de forma teórica los pasos para realizar el proceso. En primer lugar, una vez obtenidos los datos se pasaría a analizarlos. Existen varios métodos de análisis, pero se escoge el Método Rosa de los Vientos. Es un método gráfico definido en los manuales de OACI, que permite sacar manualmente, dibujando en el tamaño del círculo la velocidad del viento y la dirección y con una regla paralela a la pista, ir buscando la mayor cantidad de vientos.

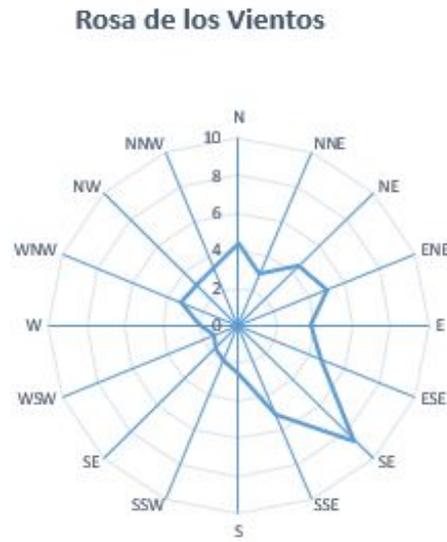


Figura 3.7: Método Rosa de los Vientos.

Cogiendo como modelo de referencia de diseño el aeródromo de Santa Cilia, se pasa a definir los diferentes elementos del aeródromo de El Purche. Se adjunta el diseño de este aeródromo situado en Jaca Figura 3.8, ya que se considera interesante la organización de espacios de este, encaja bien para los espacios disponibles en El Purche.



Figura 3.8: Aerodromo de Santa Cilia, Jaca.

Una vez planificado el aeródromo de **El Purche**, diseñándolo con la herramienta Autocad, dimensionándolo a través del Instituto Nacional Geográfico, quedaría tal y como se muestra en la Figura 3.9, delimitado por la carreteras circundantes y un vallado que se ha utilizado para perimetrar la zona sur del aeródromo.

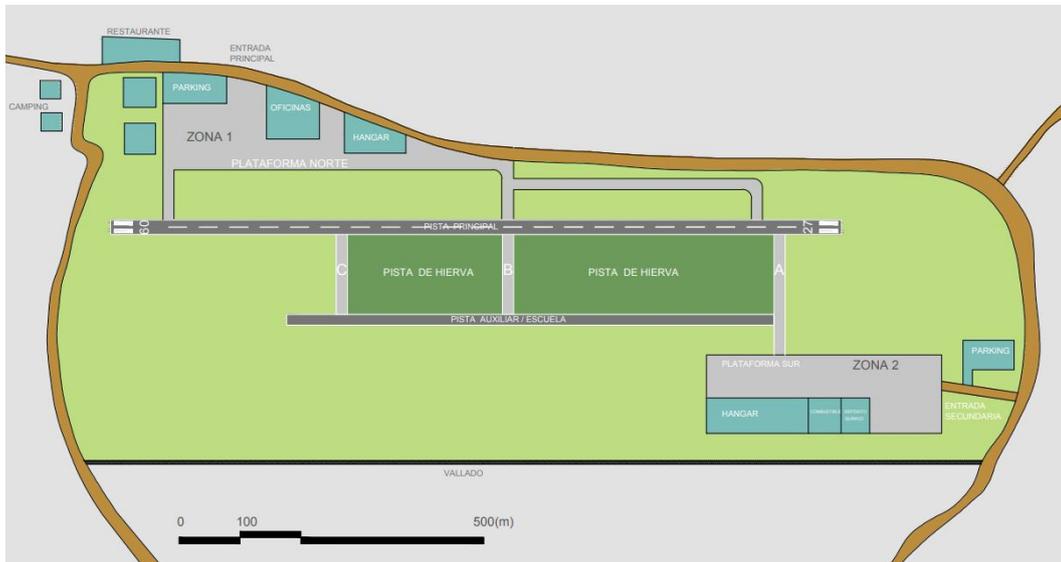


Figura 3.9: Aerodromo El Purche, Granada.

- **Pista:** se define, marcación verdadera, número de designación, longitud, anchura, emplazamiento del umbral, pendiente, tipo de superficie, tipo de pista.

Tal y como se ha explicado previamente, la pendiente longitudinal de la pista será entre 0 y 1 % gracias al trabajo de nivelación que se va a hacer previamente en el emplazamiento para que así entre dentro de los márgenes permitidos por OACI.

La pendiente transversal será del 2 % tal y como se requiere.

Los materiales necesarios para esta nivelación se obtendrán de la cantera situada a menos de 300 metros lo que **facilitará y abaratará** la obtención de recursos de materiales de obra.

Al haber definido la pista principal con una clave de referencia 2B, esta tiene que tener una longitud entre 800 a 1200 metros. El diseño de la pista será de 1200 metros ya que al estar a una altitud elevada, podría ser necesario esos metros de más en algunas condiciones.

La pista auxiliar tendrá una longitud de 800 metros, a esta se le dará uso para la escuela de vuelo y remolques de vuelo sin motor.

La anchura de la pista sera de 24 metros, siendo 23 el mínimo requerido por la OACI.

Al tener una pista auxiliar las pistas han de estar separadas 150 metros entre sí.

La resistencia de la pista ha de soportar el tránsito de los aviones para lo que esté prevista, siendo el avión de referencia el Pilatus PC-24 con un MTOW (Peso Máximo en el despegue) de 8300 kg. Acorde a esto, se elige un pavimento flexible, el cual tiene buena resistencia a la deformación.

A su vez, haciendo uso del método ACN-PCN, aceptado por OACI, para aviones de 5700kg o más. El ACN es el esfuerzo transmitido por el avión, el PCN es el esfuerzo soportable por la pista o calle de rodaje, por lo que si el ACN es menor que el PCN, el avión podrá hacer uso de esta.

Finalmente se obtiene un pavimento para la pista de vuelo **PCN 40/F/B/W/U**

F: Flexible (Tipo del pavimento).

B: Resistencia mediana (Resistencia del terreno de fundación).

W: Alta, sin límite de presión (Presión máxima de neumáticos).

U: Experiencia (Método de evaluación).

Para la plataforma **PCN 40/F/B/W/U**.

Para las calles de rodaje **PCN 40/F/B/W/U**.

- **Franja:** se extenderá antes del umbral y más allá del extremo de la pista **60 metros** por ser de clave 2.

Por otra parte su anchura será de **40 metros**.

La franja estará nivelada con la pista teniendo esta la misma pendiente.

- **Calle de rodaje:** El diseño de esta ha de cumplir que la distancia libre entre la rueda exterior del tren principal del avión y el borde de la calle de rodaje no sea inferior a 2.25 metros, por lo que siendo el avión de referencia el Pilatus PC-24 la anchura de esta será de **12 metros**.

Se establecerán **3 puntos de espera**, entre la calle de rodaje y la pista. La distancia de estos será de 40 metros antes de entrar en la pista.

- **Plataforma:** En el diseño del aeródromo se sitúan dos plataformas, una al norte y otra al sur, con suficiente capacidad para el tránsito previsto.
- **Vallas:** Todo el perímetro del aeródromo estará provisto de vallado para evitar la intrusión de animales o personas no autorizadas. Las vallas las delimitarán las carreteras y menos por el sur que se realizará un vallado horizontal.
- **Distancias declaradas:** Estas serán:
 - **TORA:** 1200 metros.
 - **TODA:** 1200 metros.
 - **ASDA:** 1200 metros.

- **LDA:**1200 metros.

Todas serán las mismas ya que no se ha diseñado con zona libre de obstáculos, zona de parada ni umbral desplazado.

- **Emplazamiento para verificación del altímetro:** Se colocarán dos emplazamientos en el aeródromo, uno en cada plataforma, para la verificación del altímetro antes del vuelo.

3.1.3. Restricción y eliminación de obstáculos

No se ha definido esta sección debido a la falta de datos del entorno circundante.

Como se ha explicado en el Capítulo 2, al tener el número de clave 2, necesitará cumplir las especificaciones referidas en la Tabla 2.15

3.1.4. Ayudas visuales para la navegación

- **Indicador de la dirección del viento:** El aeródromo estará dotado de dos indicadores de viento situados entre las dos pistas principal y auxiliar.
- **Señales:**
 - **Interrupción de las señales de pista:** Se interrumpirán las señales de calle de rodaje amarillas con las de la pista, que serán blancas y predominarán ante todas.
 - **Señal designadora de pista:** Aplicada en el umbral de la pista principal a 48 metros del umbral de pista. Consistirá en el número 09 y 27.
 - **Señal eje de pista:** Aplicada en la pista principal, consistirá en una línea a trazos de 0,5 metros de grosor de una longitud de 30 metros separadas entre si 20 metros.
 - **Fajas de señal del umbral:** Aplicadas en la pista principal, comenzarán a 6 metros del umbral y se extenderán simétricamente con respecto al eje de la pista. Constará de 6 fajas de 30 metros de longitud y 1,8 metros de ancho.
 - **Señal de faja lateral de pista:** Contará con dos fajas dispuestas una a cada lado a lo largo del borde de la pista, con una anchura de 0,6 metros.
 - **Señal de eje calle de rodaje:** Se dispondrá en las rutas normalizadas para el rodaje, situadas sobre el eje. Tendrá 0,15 metros de ancho y será de trazo continuo excepto en cuando corte los puntos de espera.
 - **Señal de punto de espera de calle de rodaje:** Se dispondrá de puntos de espera en todas las intersecciones de las calles de rodaje con la pista

principal y auxiliar tal y como se muestra en la Figura 2.11.

- **Señal de punto de espera en la vía de vehículos:** Se dispondrá de 3 puntos de espera de vehículos para que puedan comunicarse entre la Plataforma Norte y Sur, la señal será en forma de STOP tal y como rige los reglamentos de tráfico.
- **Señal de borde de plataforma:** Se dispondrá en ambas plataformas, consistiendo en un par de líneas de trazo continuo de 0,15 metros de ancho con una separación entre sí de 0,15 metros de color amarillo.
- **Luces:**
 - **Luces peligrosas para la seguridad de las aeronaves:** No se a podido estudiar si existen luces peligrosas situadas cerca del aeródromo, por lo que se expondrá en puntos de mejora. Un posible punto sería el camping cercano o el restaurante. Se debería hacer un estudio con el objeto de determinar la necesidad de extinguir o apantallar las posibles luces peligrosas.
 - **Luces que puedan causar confusión:** Se realizará el estudio similar que al de las luces peligrosas.
 - **Luces elevadas:** Se dispondrán en ambas plataformas, respetando la altura de guarda de las hélices o barquillas de los motores a reacción.
 - **Luces empotradas:** Se dispondrá de luces empotradas en la pista principal, calles de rodaje y plataformas. Estarán diseñadas para que soporten el paso de las aeronaves sin que se produzcan daños y con una intensidad adecuada para las condiciones de visibilidad mínima.
 - **Iluminación de emergencia:** No será necesaria su instalación ya que se dispondrá de una fuente secundaria de energía eléctrica.
 - **Faros aeronáuticos** Al no estar previsto que se use el aeródromo por la noche, no se instalará ni faro de aeródromo ni faro de identificación.
 - **Luces de borde de pista:** de igual forma, no será necesaria la instalación de luce de borde de pista.
 - **Luces de umbral de pista y de barra de ala:** no será necesario ya que el umbral no queda desplazado.
 - **Luces de extremo de extremo de pista:** Se instalarán seis luces perpendiculares al eje de pista a 1 metro del extremo de la pista. Serán lujes fijas unidireccionales de color rojo, visibles en la dirección de la pista.
 - **Luces de borde de calle de rodaje:** No será necesaria su instalación ya que el aeródromo no está previsto a usarse de noche.
- **Balizas:**
 - **Balizas de borde de calle de rodaje:** Se dispondrá de balizas de calle

de rodaje de color azul retro-reflectante y frangibles, con un area mínima visible de 150 cm²

3.1.5. Sistemas eléctricos

- **Sistemas de suministro de energía eléctrica:** Para el funcionamiento seguro del aeródromo se dispondrá de una fuente primaria de energía y una secundaria en caso de que esta falle. Esta instalación ha de hacerse de forma que en caso de que falle la fuente primaria, se conmute automáticamente la fuente secundaria. La red de energía secundaria se obtendrá por medio de una red independiente del servicio público, desde una subestación distinta de la subestación normal, mediante un circuito secundario.

3.1.6. Procedimientos del aeródromo

- Salvamento y extinción de incendios: Se dispondrá como mínimo de los medios reflejado en la Tabla 3.1.

Tipo de aeródromo	Agentes extintores	Vehículo	Personal	Equipo de salvamento
Aeródromo El Purche, aeródromo de uso restringido	24 kg de polvo ABC y 10 kg de CO ₂	Ninguno	Ninguno	Guantes y manta resistentes al fuego y la temperatura, herramienta de corte para cables y arneses, hacha, y palanca.

Tabla 3.1: Medios de Extinción de incendios en El Purche.

Capítulo 4

Conclusiones y desarrollos futuros

En este capítulo se hace una revisión de los objetivos cumplidos en ese proyecto. A su vez se revisarán los puntos de mejora y desarrollo que el proyecto tiene debido a su extensión y tiempo limitado, adjuntando así una idea de como seguir con el proyecto adelante.

Es por ello que esta sección se estructurará en base a:

- **Conclusiones**
- **Desarrollos futuros**

4.1. Conclusiones

- El principal objetivo del proyecto se definió en el Capítulo 1 donde se planteaba la creación de un nuevo concepto de pista de vuelo en las inmediaciones del paraje natural de Sierra Nevada, ofreciendo una serie de servicios que garantizaran la segura y correcta operación de las aeronaves.
- Para definir el aeródromo de uso restringido, se estudia toda la normativa vigente para la construcción de este. En consecuencia, se elabora una guía la cual recoge todos los procedimientos a realizar, definida en el Capítulo 2 y Anexos, con los pasos a seguir en cada momento.
- El aeródromo surge con la idea de dar un servicio que no está cubierto en la provincia, aprender a volar en planeador y el alquiler o guarda de estos. Aprovechando la construcción de las instalaciones y para dar viabilidad al proyecto, se proyecta un aeródromo donde tenga cabida vuelos turísticos y estacionamiento de aviación general, por ello se define el aeródromo de clase 2B, escogiendo como aeronave de referencia el Pilatus PC-24.
- Se ha llevado a cabo el diseño de las infraestructuras terrestres de un aeródromo de uso restringido planteado en el Capítulo 3, asumiendo datos del Aeropuerto

de Granada, el cual es el más cercano y del que se considera una aproximación correcta.

- La extensión de todos los procedimientos y documentación a presentar, a supuesto que el alumno se centre exclusivamente en el diseño de este y no en seguir todos los pasos.
- Los datos aproximados han sido, la temperatura de referencia y vientos predominantes. De la misma forma, el alumno no ha podido obtener los obstáculos que habría que restringir o eliminar una vez realizada la nivelación de la superficie.
- Se ha conseguido definir el aeródromo de manera correcta, no obstante, quedarían por definir ciertos elementos para cubrir el principal objetivo y que se garantizase la segura y correcta operación de las aeronaves. Dichos elementos se plasman en el siguiente apartado, donde se definirán los desarrollos futuros para completar el proyecto.
- Quedan cubiertos los objetivos de:
 - Constitución de una guía de la normativa vigente para el desarrollo de un aeródromo de uso restringido en España.
 - Diseño de las infraestructuras terrestres, con las posibles mejoras a tener en cuenta.

4.2. Desarrollos futuros

Habiendo cumplido los objetivos expuestos previamente y sabiendo que estos son una pequeña parte del trabajo a desarrollar para conseguir que dicho aeródromo cumpliera con cada elemento definido en la normativa, se desarrollan las posibles mejoras y desarrollos futuros en los siguientes puntos:

- Desarrollo de todos los procedimientos, desde el primero hasta el último, explicado en el Marco Teórico del proyecto.
- Datos reales del emplazamiento del aeródromo, para que el diseño hubiese sido mucho más realista.
- Presupuesto completo de la obra a realizar.
- Planos detallados de todo el aeródromo y sus alrededores.

Parte II

PRESUPUESTO

Capítulo 1

Presupuesto

En este capítulo se muestran los costes que ha supuesto el desarrollo del proyecto realizado por el alumno. Los gastos están calculados conforme a las tarifas legales vigentes, de forma que se han realizado estimaciones coherentes en los casos en los que ha sido necesario. El presupuesto será mostrado de forma que incluya los gastos generales, el beneficio económico y el IVA.

Se estructura en base a :

- **Costes a tener en cuenta**
- **Desglose de costes unitarios**
- **Costes de material y software unitario**
- **Costes de personal cualificado unitario**
- **Costes de material de oficina unitario**
- **Presupuesto total**

El coste de amortización se define como:

$$a = \frac{VC - VR}{n} \quad (1.1)$$

$$t_h = \frac{a}{h} \quad (1.2)$$

donde,

a : amortización (euros/año)

VC : valor de compra (euros)

VR : valor residual al cabo del periodo de amortización (euros)

n : período de amortización (años)

t_h : tasa horaria, en euros/hora

h : horas trabajadas al año

Los precios unitarios de personal se definen como:

$$\frac{\text{horas trabajadas}}{\text{año}} = \left(\frac{\text{sem}}{\text{año}} - \frac{\text{sem}_{\text{vacaciones/festivos}}}{\text{año}} \right) \frac{\text{horas trabajadas}}{\text{sem}} \quad (1.3)$$

1.1. Costes a tener en cuenta

Se definen los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto:

- Equipo informático y software

Descripción	Unidades
Ordenador portátil HP Pavilion	1
Ratón convencional	1
Licencia AutoCAD	1
Licencia Microsoft Office 2016	1

Tabla 1.1: *Equipo informático y software*

- Instalación del software específico

Descripción	Unidades
AutoCAD	1
Microsoft Office 2016	1
Texmaker	1

Tabla 1.2: *Equipo informático y software*

- Personal cualificado para el desarrollo del proyecto

Descripción	Unidades
Ingeniero	1
Doctor de la Universidad	1

Tabla 1.3: Personal cualificado

- Alquiler de una oficina para la ubicación de los elementos y desarrollo del proyecto

Descripción	Unidades
Oficina	1
Permisos de oficina	1
Seguro de oficina	1

Tabla 1.4: Alquiler de oficina

- Material de oficina

Descripción	Unidades
Ratón convencional	1
Libreta de apuntes	1
Lápices y bolígrafos	1
Folios	1

Tabla 1.5: Material de oficina

1.2. Desglose de costes unitarios

1.2.1. Coste de material y software unitario

- Equipo informático
 - Portátil. Se ha estimado un valor residual del 20% y un periodo de amortización de 5 años.

$$a = \frac{1000 - 200}{5} = 160 \quad (1.4)$$

$$t_h = \frac{160}{1840} = 0,0869 \frac{\text{euros}}{\text{hora}} \quad (1.5)$$

- Ratón convencional. Se ha estimado un valor de 10 euros por unidad.

- Software. El coste anual del software se considera amortizado en ese año de licencia y sin valor residual:
 - Licencia Microsoft Office. El valor de una licencia estándar anual es de 115 euros.

$$t_h = \frac{115}{1840} = 0,0625 \frac{\text{euros}}{\text{hora}} \quad (1.6)$$

- Licencia AutoCAD. El valor de una licencia estándar anual es de 2116 euros.

$$t_h = \frac{2116}{1840} = 1,15 \frac{\text{euros}}{\text{hora}} \quad (1.7)$$

1.2.2. Coste de personal cualificado unitario

- Coste asociado al Ingeniero.

$$\text{Salario bruto mensual} = 1750 \frac{\text{euros}}{\text{mes}} \quad (1.8)$$

$$\text{Coste horario} = \frac{21000}{1840} = 11,41 \frac{\text{euros}}{\text{hora}} \quad (1.9)$$

- Coste asociado al Doctor de la Universidad. Estimado en base al estudio realizado por la Universidad Politécnica de Valencia sobre complementos retributivos autonómicos y a los méritos de investigación.

$$\text{Salario bruto mensual} = 2667 \frac{\text{euros}}{\text{mes}} \quad (1.10)$$

$$\text{Coste horario} = \frac{32000}{1840} = 17,39 \frac{\text{euros}}{\text{hora}} \quad (1.11)$$

1.2.3. Coste de oficina unitario

El proyecto se ha desarrollado en la casa de alquiler del ingeniero lo cual supone un gasto. El coste del alquiler de la oficina se ha estimado en 1000 euros, en base al alquiler de otras oficinas de la ciudad. Este coste se divide entre 3 personas más que no participan en el proyecto.

$$\text{Coste mensual oficina} = \frac{1000}{4} = 250 \frac{\text{euros}}{\text{mes}} \quad (1.12)$$

$$\text{Coste total} = 250 \frac{\text{euros}}{\text{mes}} * 5 \text{ meses} = 1250 \text{ euros} \quad (1.13)$$

Los costes incluyen permisos, gastos de luz, agua, Internet, calefacción y seguro correspondiente.

1.2.4. Coste de material de oficina

Se incluyen materiales de oficina necesarios para la realización del estudio.

- Libreta para apuntes (3 euros)
- Lápices y bolígrafos (5 euros)
- Paquete de folios (3 euros)

1.3. Presupuesto total

Este presupuesto se divide en las siguientes partes: precios simples, precios descompuestos, resumen de presupuesto y presupuesto final.

<i>Descripción del recurso</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Importe</i>
Mano de obra			
Ingeniero Superior	200	11.41	2282
Doctor	50	17.391	869.55
		Total	3151.55 €
Maquinaria			
Ordenador portátil	300	0.0869	26.07
		Total	26.07 €
Material			
Material de oficina	1	21	21
Licencia AutoCAD	40	1.15	46
Licencia Microsoft Office	100	0.0625	6.25
		Total	73.25 €
Medio auxiliar			
Alquiler oficina	250	5	1250
		Total	1250 €
Total recursos			4500.87 €

Tabla 1.6: Presupuesto desglosado.

El coste total del presupuesto con el I.V.A aplicado es:

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	4500.87 €
13% Gastos Generales	585.11
20% Beneficio Industrial	900.17
TOTAL EJECUCIÓN POR CONTRATA	5985,15 €
21% I.V.A	1256.88
TOTAL PRESUPUESTO C/IVA	7242,03 €

Tabla 1.7: Presupuesto total con I.V.A

El presupuesto proyectado asciende a:

SIETE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y DOS €

Parte III

ANEXOS

Capítulo 1

Anexos

1.1. Anexo 1. Estudio de compatibilidad del espacio aéreo

Documentación administrativa:

- Datos del peticionario:
 - Si el peticionario es una persona física, nombre, apellidos y DNI.
 - Si el peticionario es persona jurídica, nombre de la empresa y nombre, apellidos y DNI y condición que ostenta la persona física que presenta la solicitud.
- Datos de contacto: dirección postal, teléfono y correo electrónico.
- Nombre de la infraestructura y uso al que se destinará.
- Coordenadas geográficas del punto de referencia de la instalación (longitud y latitud en el sistema de referencia WGS84).
- En el caso de los aeródromos, orientación de la pista y designación. En el caso de los helipuertos, orientación de las trayectorias de vuelo. Si no están definidas, pueden presentarse varias orientaciones para su estudio.
- Plano topográfico del emplazamiento de la instalación en el que se puedan verificar las coordenadas facilitadas en el apartado anterior. Debe aparecer representada la pista o FATO, las trayectorias de aterrizaje y despegue, y el entorno en un radio de al menos 5 km (escala orientativa 1:25.000).

Estudio de compatibilidad del espacio aéreo:

- Tabla resumen de datos de la instalación. Ejemplo en la Tabla 1.1.
- Uso y emplazamiento de la instalación: breve descripción del tipo de tráfico y uso al que se va a destinar la instalación, con mención específica al número y tipo de

Nombre de la instalación	Indicando el tipo (Aeródromo, helipuerto...)
Término municipal	
Provincia	
Coordenadas del punto de referencia (WGS84)	Coordenadas geográficas (latitud, longitud.)
Elevación del punto de referencia (AMSL)	Elevación sobre el nivel del mar en metros.
Orientación de las pistas/trayectorias de vuelo	Con relación al norte geográfico.
Uso de la instalación	Uso privado, sanitario, contraincendios, etc.
Horario de operación	Indicar si será de uso diurno o nocturno.
Condiciones	Indicar si es necesario establecer coordinación con alguna dependencia ATS.
Observaciones	Indicar si existen otras instalaciones aeronáuticas en un radio de 10 km.

Tabla 1.1: Resumen de datos de la instalación

operaciones previstas.

- Análisis del espacio aéreo circundante: Se debe indicar, y analizar en su caso, la posible incidencia de la instalación con aeropuertos de interés general o aeródromos de uso público en cuanto a sus servidumbres aeronáuticas o la estructuración de su espacio aéreo circundante.

Se deberá analizar la situación de la instalación en relación al espacio aéreo circundante. La información necesaria se puede encontrar en AIP España. Se deberán contemplar en el estudio los siguientes puntos:

- Espacio aéreo ATS.
- Aeródromos, helipuertos y campos de ultraligeros próximos.
- Zonas prohibidas, restringidas y peligrosas cercanas a la instalación.
- Planos: Se incluirá un plano topográfico de emplazamiento que debe contener la siguiente información:
 - Circunferencia de al menos 25 km de radio alrededor de la instalación.
 - Zonas de fauna sensibles y zonas de protección medioambiental próximas.
 - Zonas LEP, LER, LED próximas.
 - Instalaciones aeronáuticas próximas.

1.2. Anexo 2. Documentación administrativa

PARA LA FASE 3:

Acreditacion del peticionario.

- Si el peticionario es una persona física, DNI.
- Si el peticionario es persona jurídica, Actas de constitución y/o estatutos, Número de inscripción en el registro correspondiente según el tipo de asociación, Nombre de la persona que firma la solicitud, copia de su documento nacional de identidad (DNI) y acreditación de la capacidad para obrar en nombre de la persona jurídica.

Acreditación de la libre disponibilidad para el uso de los terrenos:

- En el caso de que el terreno donde se ubica la instalación sea propiedad del peticionario, se presentará copia simple del correspondiente Registro de la Propiedad.
- Si el terreno donde se pretende establecer la infraestructura es arrendado, cedido en uso, o bien se dispone del mismo por cualquier otro título válido en derecho, se presentará el documento original contractual por el cual se dispone del terreno, o una copia compulsada del mismo, junto con copia simple del correspondiente Registro de la Propiedad, en la que conste, como en el apartado anterior, la propiedad del terreno.

PARA LA FASE 4:

Personalidad jurídica del gestor.

- Si el peticionario es una persona física, DNI.
- Si el peticionario es persona jurídica, Actas de constitución y/o estatutos, Número de inscripción en el registro correspondiente según el tipo de asociación, Nombre de la persona que firma la solicitud, copia de su documento nacional de identidad (DNI) y acreditación de la capacidad para obrar en nombre de la persona jurídica.

Relación entre el gestor y el peticionario: Aportación del documento jurídico en el que quede acreditado el nombramiento como gestor de la instalación por parte del propietario/titular de la misma.

Datos de las aeronaves y los usuarios de la infraestructura y medios de comunicación:

- Tipo y matricula de las aeronaves a utilizar, con especificación de la propiedad de los mismos.
- Relación de los pilotos por los que será utilizada la infraestructura.
- Medio de comunicación que va a emplearse para dar cuenta de las entradas y salidas. Indicar el medio de comunicación disponible en la instalación detallando su indicativo telefónico, frecuencia, etc.

1.3. Anexo 3. Estudio técnico de aeródromos

El estudio técnico consistirá en un documento que acredite que el diseño del aeródromo cumple con las normas técnicas establecidas en el Real Decreto 1070/2015. Deberá estar firmado por un facultativo aeronáutico acreditado y contendrá la siguiente información:

Características físicas del aeródromo

Se realizará un estudio detallado de las características físicas de las pistas de vuelo, franjas, calles de rodaje y plataformas de estacionamiento. Se definirá, calculará y justificará:

■ **Típo y uso del aeródromo:**

- Número y letra de clave en función de las características de la aeronave de referencia.
- Uso: diurno o nocturno.
- Actividad: Aeródromo de uso privado o especializado.
- Actividades para las que se solicita autorización: escuela de vuelo, mantenimiento en base, vuelos turísticos, lucha contra incendios.

■ **Pistas de vuelo:**

- Número y orientación.
- Dimensiones: Longitud y anchura.
- Distancias declaradas.
- Pendientes y pavimentos.

■ **Franjas de las pistas de vuelo:**

- Longitud y anchura.
- Pendientes y pavimentos.
- Objetos en las franjas de pista.

■ **Calles de rodaje y sus franjas:**

- Geometría de las calles de rodaje del aeródromo.
- Anchura, pendientes y pavimentos de las calles de rodaje.
- Anchura, pendientes y pavimentos de las franjas de calles de rodaje.
- Objetos en las franjas de calles de rodaje.

■ **Puntos de espera:**

- Ubicación de los puntos de espera de entrada en pista y de los puntos de espera en las vías de vehículos.
- **Plataformas de estacionamiento:**
 - Geometría y dimensiones.
 - Pendientes y pavimentos.
- **Plataformas de viraje:**
 - Dimensiones, pendientes y tipo de pavimento de las plataformas de viraje en pista.
- **Vallas:**
 - Justificación de la instalación del vallado y, en su caso, ubicación y características.

Estudio de obstáculos El estudio de obstáculos se realizará usando planos topográficos con el suficiente nivel de detalle. Se realizará un levantamiento topográfico específico de los elementos prominentes sobre el terreno dentro de las trazas de las superficies limitadoras de obstáculos. Para determinar la posición de los elementos que se consideren en el estudio, se usará un sistema de coordenadas planas basado en los sistemas de referencia ETRS89.

■ **Superficies limitadoras de obstáculos:**

Se determinarán las dimensiones y elevaciones de las superficies limitadoras de obstáculos aplicables a los aeródromos de uso restringido:

- Superficie horizontal interna.
 - Superficie de aproximación de cada una de las pistas.
 - Superficie de ascenso en el despegue de cada una de las pistas.
 - Superficie de transición.
- **Análisis de obstáculos. Requisitos de limitación de obstáculos:**

Se indicarán los requisitos de limitación de obstáculos que se han considerado en el estudio de obstáculos. Se efectuará un análisis particular de todos aquellos elementos que constituyen obstáculo y de aquellos otros que, sin serlo, puedan constituir un riesgo para la operación. En este sentido, se prestará especial atención a líneas eléctricas, torres de antena, arbolado, gálivos (camino, carreteras y ferrocarriles) y, en general, a otros objetos singulares del entorno, así como las edificaciones e instalaciones del aeródromo que por su proximidad o altura pudieran tener algún efecto en las operaciones.

Se incluirá un cuadro con todos los objetos analizados, que deberá contener al menos la siguiente información:

Id	Tipo objeto	Posición objeto	Elevación AMSL (m)	SLO afectada	Vulner.	Medida correctora	Vulner. tras la medida	Comentarios

Tabla 1.2: *Obstáculos*

■ **Planos de obstáculos:**

El estudio de obstáculos debe contener los siguientes planos que se incluirán en el apartado de planos del estudio técnico:

- Planta general de las superficies limitadoras de obstáculos, indicando las cotas de las mismas con relación al nivel del mar, señalando los elementos y áreas del terreno que perforan las superficies. Escala orientativa 1:10.000.
- Superficies de aproximación y ascenso en el despegue en planta y alzado para cada una de las pistas:
 - Tanto en planta como en alzado se representará el perfil de alturas máximas bajo las superficies, no la línea central de las mismas. Se incluirán todos los objetos considerados en el análisis e incluidos en el cuadro de obstáculos, usando el mismo identificador del objeto en el cuadro y en el plano.
 - El plano en planta incluirá las líneas de nivel, tanto del terreno como de las superficies limitadoras.
 - La planta y alzado deberán estar alineados y contendrán reglas o cuadrículas que permitan medir y comparar planta con alzado. Escalas orientativas, 1:5.000 para la planta y 1:250 para el alzado.
- Plano adicional de detalle. En los casos en que la orografía, la configuración o el elevado número de objetos dificulte la lectura de los planos de planta y alzado, se añadirá un plano adicional de detalle con una escala ampliada que clarifique la zona afectada, especialmente en las proximidades de las cabeceras de las pistas.

Ayudas visuales a la navegación

Consistirá en un estudio de la señalización, luces y/o balizamiento con que estará dotado el aeródromo. Se incluirá la descripción de las características y dimensiones de cada una de las ayudas y señales previstas:

- Indicador de la dirección del viento: emplazamiento, características y señalización.
- Señales de pista: designadoras, umbrales y umbrales desplazados, ejes de pista y

de calle de rodaje, puntos de espera, etc.

- Luces: faros aeronáuticos, luces de borde de pista, umbral y extremo de pista, borde de calle de rodaje, sistemas indicadores de pendiente de aproximación, etc.
- Balizas: ubicación y características de las balizas.
- Ayudas visuales indicadoras de obstáculos: señales, luces y/o balizas.
- Ayudas visuales indicadoras de zonas de uso restringido: pistas cerradas, etc.

Sistemas eléctricos

En caso de que el aeródromo disponga de luces para uso nocturno, se incluirá un estudio de los sistemas de suministro de energía eléctrica, incluyendo las características de las fuentes primarias y secundarias de alimentación.

Servicios y procedimientos del aeródromo

Los procedimientos que se requieren en esta parte pueden aportarse durante la fase 3 si se dispone de ellos. En caso contrario deberá indicarse así en el estudio técnico, se aportarán durante la fase 4 y se verificarán durante la inspección in situ.

- **Procedimientos del aeródromo:**
- **Medios de extinción de incendios con que va a estar dotado el aeródromo y ubicación de los mismos:**
- **Uso ocasional del aeródromo por aeronaves de clave superior:**

Ficha de aeródromo

Se proporcionará un cuadro resumen con los datos principales del aeródromo, debiendo figurar al menos los siguientes:

Planos

La documentación técnica contendrá los planos necesarios para comprobar las características del proyecto. Se incluirán al menos los siguientes planos:

- Plano de configuración del aeródromo, en el que estén representados y acotados los siguientes elementos:
 - Pistas de vuelo, con sus franjas, zonas libres de obstáculos y zonas de parada.
 - Calles de rodaje.
 - Plataformas de estacionamiento.
 - Emplazamiento de la manga de viento y del equipo de salvamento y extinción de incendios.
 - Hangares y edificaciones.
 - Límite de propiedad de la finca o terreno.

Nombre del aeródromo y datos e contacto	
Clave de referencia del aeródromo	
Coordenadas (geográficas y UTM) y elevación del ARP y de los umbrales de cada una de las pistas	
Orientación de las pistas de vuelo respecto de los Nortes Geográfico y Magnético	
Números de designación, longitud, anchura, emplazamiento de umbrales desplazados, pendientes, tipo y resistencia del pavimento, zonas libres de obstáculos, zonas de parada y distancias declaradas de cada una de las pistas de vuelo	
Longitud, anchura, pendientes y tipo de pavimento de las franjas de las pistas de vuelo	
Designación, anchura, pendientes y tipo de pavimento de las calles de rodaje	
Dimensiones, pavimento y posiciones de estacionamiento de las plataformas	
Ayudas visuales	
Salvamento y extinción de incendios	
Procedimientos del aeródromo	

Tabla 1.3: Ficha del aeródromo

- ARP y Nortes Geográfico y Magnético.
- Ayudas visuales para la navegación (señalización, luces y balizamiento) . Deberá incluir una planta general y detalles de cada una de las ayudas visuales.
- Planos de obstáculos: los indicados en el apartado correspondiente.

1.4. Anexo 4. Contenido de los estudios de seguridad

Los estudios de seguridad contendrán los siguientes puntos:

- Objeto del estudio de seguridad.
- Identificación de peligros y evaluación de riesgos.
- Medidas mitigadoras.
- Estimación del riesgo tras la aplicación de las medidas mitigadoras.

- Anexo: acta firmada de la sesión de expertos.

Los estudios se completarán con la realización de una sesión de expertos, en la que se discutirán las identificaciones de peligros y evaluaciones de riesgos y las medidas mitigadoras adecuadas para conseguir un nivel de riesgo tolerable. Se anejará al estudio un acta de la sesión firmada por los participantes.

Bibliografía

- [1] OACI, *Manual de diseño de Aeródromos, Parte 1, Pistas*, Doc 9157, AN/901, Tercera edición, 2006.
- [2] OACI, *Manual de diseño de Aeródromos, Parte 2, Calles de rodaje, plataformas y apartaderos de espera*, Doc 9157, AN/901, Cuarta edición, 2005.
- [3] OACI, *Anexo 14, Volumen I, Diseño y operaciones de Aeródromos*, Quinta edición, 2009.
- [4] FAA, *Aircraft Database*, 2018.
- [5] AESA, *Guía para requisitos de diseño de aeródromos de uso restringido y medios aceptables de cumplimiento*, ADNG-11-GUI-026-1.1, 07/11/2011.
- [6] AESA, *Autorización de aeródromos y helipuertos de uso restringido que no han sido transferidos a las CC.AA.*, ADUR-16-GUI-110, Edición 2.0.
- [7] AESA, *Elaboración de procedimientos de aeródromos de uso restringido según el RD 1070/2015*, ADUR-16-GUI-112, Edición 1.0.
- [8] AESA, *Tramitación ambiental de proyectos de aeródromos y helipuertos*, ADUR-17-PES-140-A01, Edición 2.0.
- [9] AESA, *Guía para la redacción de estudios de seguridad para aeródromos de uso restringido, de acuerdo con el RD 1070/2015*, F-DEA-CDO-01, Edición 1.0.
- [10] INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, <https://www.ign.es/iberpix2/visor/>.
- [11] AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, <http://www.aemet.es/>.
- [12] ATERRIZA.ORG, <https://www.ateriza.org/>.
- [13] PILATUS.COM, <https://www.pilatus-aircraft.com/en/fly/pc-24>.
- [14] AERÓDROMO DE SANTA CILIA, JACA, <https://ateriza.org/santa-cilia-de-jaca/>.
- [15] APUNTES DE INGENIERÍA AEROPORTUARIA DE LA UPV .