



Titulació:

Grado en Ingeniería en Tecnologías Aeroespaciales

Alumno (*nombre y apellidos*):

Didac Royuela Domingo

Título del TFG:

Proyecto de diseño de un aeropuerto corporativo para Cataluña

Director del TFG:

Luis Manuel Pérez Llera

Convocatoria de entrega del TFG:

Junio del 2015

Contenido de este volumen:

DOCUMENTO 2.- ANEXOS

Lista de contenido

Lista de tablas	3
Lista de figuras	3
A.1.- Objetivo.....	5
A.2.- Alcance del proyecto	5
A.3.- Requerimientos	8
A.4.- Justificación.....	8
A.5.- Calendario previsto	9
A.6.- Calendario realizado	15
B.1.- Introducción.....	22
B.2.- Prognosis de operaciones	22
B.2.1.- Datos de la distribución anual de operaciones del aeropuerto de referencia	22
B.2.2.- Datos de la previsión de la distribución anual de operaciones del aeropuerto de referencia	23
B.2.3.- Datos de la previsión de la distribución anual de operaciones para el aeropuerto diseñado	24
B.2.4.- Datos de la previsión de la distribución mensual de operaciones en el año de diseño para el aeropuerto diseñado	25
B.3.- Prognosis de pasajeros.....	27
B.3.1.- Datos de la distribución anual de pasajeros del aeropuerto de referencia....	27
B.3.2.- Datos de la previsión de la distribución anual de pasajeros del aeropuerto de referencia	28
B.3.3.- Datos de la previsión de la distribución anual de pasajeros para el aeropuerto diseñado	28
B.3.4.- Datos de la previsión de la distribución mensual de pasajeros en el año de diseño para el aeropuerto diseñado	29
C.1.- Introducción	32
C.2.- Proceso de elaboración de la curva de absorción de la componente transversal del viento	32
C.3.- Procedimiento de cálculo del índice de mezcla	35
Bibliografía.....	37

Lista de tablas

<i>Tabla 1.- Codificación de tareas previstas y su correspondiente duración y tarea predecesora.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2.- Codificación de tareas realizadas y su correspondiente duración y tarea predecesora.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 3.- Datos de la distribución anual de operaciones del aeropuerto de referencia (1999-2014).....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 4.- Datos de la previsión de la distribución anual de operaciones en el aeropuerto de referencia (2015-2029)</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 5.- Datos de la previsión de la distribución anual de operaciones en el aeropuerto diseñado (2014-2029).....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 6.- Datos de la previsión de la distribución mensual de operaciones hasta el año de diseño para el aeropuerto diseñado.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 7.- Datos de la distribución anual de pasajeros del aeropuerto de referencia (1999-2014).....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 8.- Datos de la previsión de la distribución anual de pasajeros en el aeropuerto de referencia (2015-2029)</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 9.- Datos de la previsión de la distribución anual de pasajeros en el aeropuerto diseñado (2014-2029).....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 10.- Datos de la previsión de la distribución mensual de pasajeros en el aeropuerto diseñado hasta el año de diseño</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 11.- Frecuencia y velocidad de cada dirección del viento.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 12.- Coeficientes de utilización de las diferentes direcciones del viento a diferentes rangos de velocidades.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 13.- Clasificación de las aeronaves de mayor envergadura de la flota usuaria según su envergadura</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 14.- Aeronaves restantes de la flota usuaria agrupadas por compañías aéreas</i>	<i>36</i>

Lista de figuras

<i>Figura 1.- Curva de absorción de la componente transversal del viento según las direcciones del viento presentes en la zona de emplazamiento del aeropuerto</i>	<i>34</i>
--	-----------



ANEXO A: PROJECT CHARTER

A.1.- Objetivo

El objetivo principal del trabajo es determinar correctamente las magnitudes de los elementos que formarán un posible aeropuerto corporativo situado en Santa Agnès de Malanyanes (Cataluña).

A.2.- Alcance del proyecto

Los contenidos que formarán el proyecto son los siguientes:

- Introducción y justificación del emplazamiento: se realizará una justificación sobre la necesidad de llevar a cabo la construcción de un aeropuerto corporativo en Catalunya y sobre el emplazamiento elegido.
- Prognosis de tráfico.
 - Tráfico anual estimado y distribución mensual de tráfico del aeropuerto de referencia: se realizará una prognosis del tráfico anual y mensual del aeropuerto de referencia (Terminal Corporativa del Prat) para así después hacer una extrapolación del tráfico que deberá tener el nuevo aeropuerto corporativo diseñado.
 - Determinación de la flota usuaria y de las aeronaves características: se determinará el tipo de aeronaves que operan en el aeropuerto diseñado y, posteriormente, se especificará cual es la aeronave o aeronaves características.
- Diseño y desarrollo del área de movimiento.
 - Pistas.
 - Orientación geográfica de la pista: según las características del viento presente en la zona de emplazamiento y las características geográficas, se elige la orientación de la pista.
 - Configuración: según las necesidades del aeropuerto, se debe establecer el número de pistas y su disposición entre ellas (en el caso de que haya más de una).
 - Capacidad: según la normativa del Anexo 14, se establece la

- capacidad de la pista.
- Dimensionado: según la normativa del Anexo 14, se determinan las dimensiones de la pista y la señalización horizontal.
- Ayudas visuales y radioayudas: características de la señalización horizontal y del sistema de guiado. Inclusión de un ILS por umbral y un VOR/DME, de los que se deberá decir las características principales.
- Rodadura.
 - Configuración de las diferentes calles de rodadura existentes en el aeropuerto: determinar el número de calles de rodadura presentes en el aeropuerto.
 - Dimensionado de las calles de rodadura: determinar las dimensiones de las calles de rodadura siguiendo la normativa referente al Anexo 14.
 - Ayudas visuales: especificar las características de las ayudas visuales presentes en rodadura.
- Plataforma.
 - Configuración: determinar las características principales de la plataforma, en especial de los puestos de estacionamiento.
 - Dimensionado: determinar las dimensiones de la plataforma y de los puestos de estacionamiento, según la normativa presente en el Anexo 14.
 - Ayudas visuales: especificar las características principales de las ayudas visuales presentes en la plataforma.
- Servidumbres físicas.
 - Determinación de las superficies libres de obstáculos: determinación de las dimensiones de las superficies libres de obstáculos.
 - Determinación de las superficies de seguridad: determinación de las dimensiones de las superficies de seguridad.
- Descripción del área terminal: caracterización interior de la terminal.

- Determinación de las instalaciones aeroportuarias adicionales.
 - Torre de control.
 - Características: determinar las características principales de la torre de control (dimensiones, ángulo de visión...)
 - Ubicación: decidir la situación de la torre de control en el aeropuerto.
 - Equipamiento de extinción de incendios.
 - Características: determinar las características principales del equipamiento de extinción de incendios (número de vehículos anti-incendios, distancia a cabecera de pista,...)
 - Ubicación: decidir la ubicación del equipamiento de extinción de incendios en el aeropuerto.
 - Instalaciones de suministros.
 - Características de las instalaciones suministradoras de combustible, energía eléctrica, así como reservas de agua y agentes extintores: determinar los equipamientos necesarios en un aeropuerto según la normativa vigente.
 - Ubicación: decidir la ubicación de las instalaciones de suministros en el aeropuerto
 - Hangares.
 - Características: determinar el número de hangares, dimensiones y capacidad.
 - Ubicación: determinar la ubicación de los hangares en el interior del aeropuerto.
- Estudio presupuestario: determinar los costes principales de la construcción del aeropuerto.
- Revisión de documentos escritos: revisar los documentos escritos del proyecto.

Los documentos entregables del proyecto deberán ser:

- Documento de la memoria del proyecto.
- Anexos de la memoria del proyecto.
- Documento del presupuesto.
- Documento de los planos del aeródromo.
- Documento de Pliego de Condiciones.

A.3.- Requerimientos

Los requerimientos iniciales que debe satisfacer el proyecto son los siguientes:

-Aeropuerto corporativo: el principal requerimiento que se ha fijado es que el aeropuerto a diseñar ha de ser de aviación corporativa, es decir, que en sus instalaciones se realicen vuelos de negocio, de transporte corporativo o turísticos.

-Emplazamiento: otro requerimiento que ha sido prefijado es el emplazamiento del aeródromo. Concretamente se ha decidido que debe estar situado en la localidad catalana de Santa Agnès de Malanyanes.

-Especificaciones legales: el posible aeropuerto corporativo que va a ser diseñado debe satisfacer los requisitos de limitación de obstáculos y demás requisitos técnicos aplicables a esta tipología de aeródromo. Dichos requisitos técnicos a cumplir durante el diseño del aeropuerto vienen determinados por el marco legislativo aeroportuario, formado por la Organización de Aviación Civil Internacional, las Directivas y Reglamentos Europeos, la Legislación Española y la “Llei d’Aeroports de Catalunya”.

A.4- Justificación

En la actualidad, el sector correspondiente a la aviación corporativa está en alza con un aumento de un 4% el año pasado, destacando especialmente el auge de los vuelos internacionales. Por este motivo, se evaluará la construcción de un aeropuerto corporativo situado cerca de una zona con importante presencia empresarial y que podría absorber clientes de la terminal corporativa del Prat ofreciendo tasas más económicas para los mismos.

Una de las consideraciones más importantes a la hora de realizar el diseño del aeródromo es que, debido a la crisis, los vuelos nacionales en la aviación corporativa han descendido mientras que los vuelos internacionales han incrementado

considerablemente, por lo que la intención es captar compañías que realicen mayoritariamente vuelos internacionales, ya que es la tipología de vuelos con más demanda.

Una desventaja importante es la gran competencia que existe actualmente debido a que en Catalunya existe ya una terminal corporativa como es la Terminal Corporativa del Prat. No obstante, con el auge de los vuelos internacionales en este sector comentados anteriormente y la mejora económica que se avecina, todo indica que será necesaria la construcción de otro aeropuerto destinado a la aviación corporativa, como el que se propone en este proyecto.

Por otra parte, realizar este tipo de proyecto será de gran utilidad para tener un mayor conocimiento sobre la actual situación socioeconómica de la aviación corporativa en Cataluña, así como ampliar los conocimientos adquiridos en la asignatura de Ingeniería Aeroportuaria en lo que concierne a la realización de pronósticos de tráfico y diseño de aeródromos.

Si se analizan los elementos críticos de este proyecto, se llega a la conclusión de que uno de los más importantes es la dificultad que se tendrá a la hora de realizar la pronóstico de tráfico del aeropuerto corporativo a diseñar, ya que para ello se debe buscar datos acerca de las operaciones anuales, mensuales y diarias de las terminales corporativas de referencia, con la dificultad que ello conlleva al ser gestionadas por empresas de ámbito privado.

Por último, cabe destacar que tengo cierta experiencia previa en este tipo de proyectos ya que he participado en la elaboración de un anteproyecto de un aeropuerto comercial ubicado en la India, correspondiente a un trabajo de la asignatura de Ingeniería Aeroportuaria.

A.5.- Calendario previsto

A continuación se muestra una breve descripción de las diferentes tareas que se deben realizar en el proyecto:

- *Introducción y justificación del emplazamiento (EA)*: Inicialmente se debe realizar una introducción sobre la necesidad de realizar un aeropuerto corporativo en Cataluña y, posteriormente, justificar la idoneidad del lugar elegido para su posterior emplazamiento.

- *Prognosis de tráfico (PT):* Se debe realizar una previsión del tráfico anual estimado, así como la distribución de tráfico mensual del aeropuerto de referencia para luego traspasarlo al aeropuerto de diseño y calcular el tráfico en escenarios punta y en el año de diseño. Posteriormente, se debe seleccionar la flota usuaria y las aeronaves características. Las tareas que se deben realizar son:
 - *Tráfico anual estimado, distribución mensual de tráfico, así como tráfico en escenario punta y en año de diseño:* Determinar el tráfico anual estimado del aeropuerto diseñado mediante un análisis del tráfico del aeropuerto de referencia. Análogamente también se estudiará la distribución mensual del aeropuerto a construir, con la finalidad de determinar el tráfico en escenario punta y en año de diseño.
 - *Determinación de la flota usuaria y de las aeronaves características:* Una vez realizado un minucioso estudio sobre la prognosis de tráfico, se procederá a determinar la flota usuaria que operará en el aeródromo, así como las aeronaves características.
- *Diseño y desarrollo del área de movimiento (AM): diseñar las instalaciones correspondientes al área de movimiento.*
 - *Pistas:* Tal y como se indica a continuación, en el diseño de la pista se debe precisar cuál será su orientación geográfica, así como su configuración, capacidad y dimensionado y decidir la tipología de ayudas visuales que incorporará dicha pista.
 - *Orientación geográfica de la pista.*
 - *Configuración.*
 - *Capacidad.*
 - *Dimensionado.*
 - *Ayudas visuales y radioayudas:* características de la señalización horizontal y del sistema de guiado. Inclusión de un ILS por umbral y un VOR/DME.
 - *Rodadura:* Determinar la configuración y el dimensionado de las calles de rodadura, así como las ayudas visuales.
 - *Configuración de las diferentes calles de rodadura existentes en el aeropuerto.*

- *Dimensionado de las calles de rodadura.*
- *Ayudas visuales: diseño de la señalización horizontal y del sistema de guiado.*
- *Plataforma:* Determinar la configuración y el dimensionado de la plataforma del aeródromo, así como las ayudas visuales.
 - *Configuración.*
 - *Dimensionado.*
 - *Ayudas visuales: diseño de la señalización horizontal y del sistema de guiado.*
- *Servidumbres físicas:* Determinar las diferentes superficies libres de obstáculos y de seguridad del aeropuerto.
 - *Determinación de las superficies libres de obstáculos.*
 - *Determinación de las superficies de seguridad.*
- *Descripción del área terminal (AT):* Caracterizar interiormente el edificio terminal.
- *Determinación de las instalaciones aeroportuarias adicionales (IA):* determinación de las características y ubicación de la torre de control, del equipamiento de extinción de incendios, de las instalaciones de suministros, así como de los hangares.
 - *Torre de control:* Determinar las características funcionales y la ubicación de la torre de control.
 - *Características.*
 - *Ubicación.*
 - *Equipamiento de extinción de incendios:* Determinar las características del equipamiento de extinción de incendios, así como su ubicación en el aeródromo.
 - *Características.*
 - *Ubicación.*

- *Instalaciones de suministros*: Determinar las características y ubicación de las instalaciones suministradoras de combustible, de energía eléctrica, así como de reservas de agua y agentes extintores.
 - *Características de las instalaciones suministradoras de combustible, energía eléctrica, así como reservas de agua y agentes extintores.*
 - *Ubicación.*
- *Hangares*: Estudio de las características de los hangares, así como su ubicación.
 - *Características.*
 - *Ubicación.*
- *Estudio presupuestario (EP)*: realización del presupuesto sobre la construcción del aeródromo.
- *Revisión de documentos escritos (RD)*: revisar detenidamente los diferentes documentos que forman el entregable preliminar del proyecto.

En la siguiente tabla se detalla la codificación de las tareas que se realizarán durante el proyecto. Esta codificación es la usada en la elaboración del diagrama de Gantt.

CÓDIGO	TAREA/SUBTAREA	DURACIÓN (HORAS)	TAREA PREDECESORA
EA	Introducción y justificación del emplazamiento	36	
PT	Prognosis de tráfico	40	
PT1	Tráfico anual estimado, distribución mensual de tráfico, así como tráfico en escenario punta y en año de diseño	29	
PT2	Determinación de la flota usuaria y de las aeronaves características	11	PT1
AM	Diseño y desarrollo del área de movimiento	100	PT

AM1	Pistas	25	
AM11	<i>Orientación geográfica de la pista</i>	5	
AM12	<i>Configuración</i>	5	AM11
AM13	<i>Capacidad</i>	5	AM12
AM14	<i>Dimensionado</i>	5	AM13
AM15	<i>Ayudas visuales y radioayudas</i>	5	AM14
AM2	Rodadura	25	AM1
AM21	<i>Configuración de las diferentes calles de rodadura existentes en el aeropuerto</i>	9	
AM22	<i>Dimensionado de las calles de rodadura</i>	8	AM21
AM23	<i>Ayudas visuales</i>	8	AM22
AM3	Plataforma	25	AM2
AM31	<i>Configuración</i>	9	
AM32	<i>Dimensionado</i>	8	AM31
AM33	<i>Ayudas visuales</i>	8	AM32
AM4	Servidumbres físicas	25	AM3
AM41	<i>Determinación de las superficies libres de obstáculos</i>	12	
AM42	<i>Determinación de las superficies de seguridad</i>	13	AM41
AT	Descripción del área terminal	25	AM
IA	Determinación de las instalaciones aeroportuarias adicionales	60	AT
IA1	Torre de control	15	
IA11	<i>Características</i>	10	
IA12	<i>Ubicación</i>	5	IA11
IA2	Equipamiento de extinción de incendios	15	IA1
IA21	<i>Características</i>	10	
IA22	<i>Ubicación</i>	5	IA21
IA3	Instalaciones de suministros	15	IA2
IA31	<i>Características</i>	10	
IA32	<i>Ubicación</i>	5	IA31
IA4	Hangares	15	IA3
IA41	<i>Características</i>	10	
IA42	<i>Ubicación</i>	5	IA41
EP	Estudio presupuestario	29	IA
RD	Revisión de documentos escritos	22	

Tabla 1.- Codificación de tareas previstas y su correspondiente duración y tarea predecesora

Finalmente, en la siguiente ilustración se muestra el diagrama de Gantt del proyecto realizado:

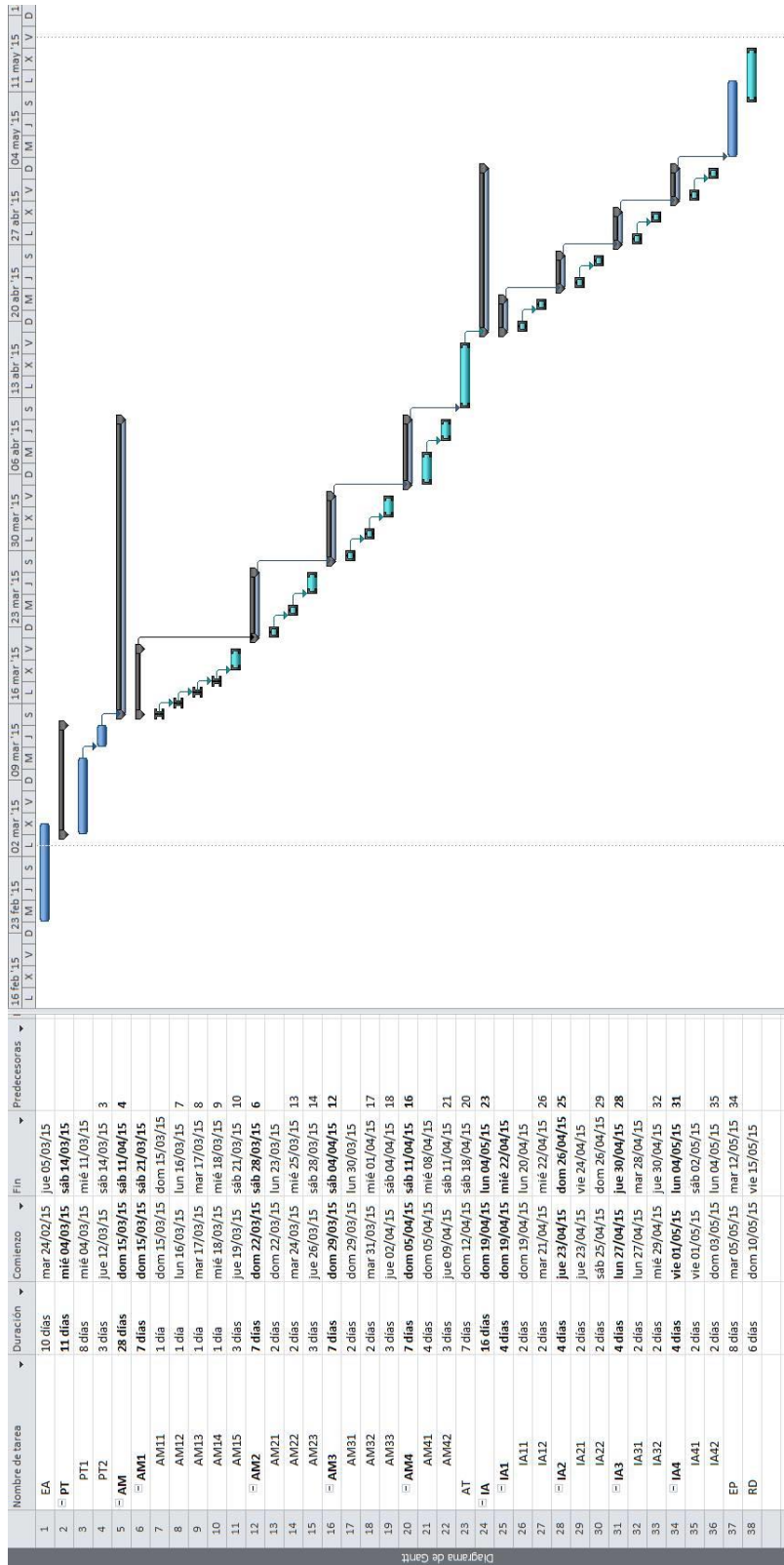


Figura 1.- Diagrama de Gantt previsto

A.6.- Calendario realizado

A continuación se muestra una breve descripción de las diferentes tareas que se han realizado durante en el proyecto:

- *Introducción y justificación del emplazamiento (EA)*: Realización de una introducción sobre la necesidad de realizar un aeropuerto corporativo en Cataluña y, posteriormente, justificar la idoneidad del lugar elegido para su posterior emplazamiento.
- *Prognosis de tráfico (PT)*: Se ha realizado una previsión del tráfico anual estimado, así como la distribución de tráfico mensual del aeropuerto de referencia para luego traspasarlo al aeropuerto de diseño y calcular el tráfico en escenarios punta y en el año de diseño. Posteriormente, se ha seleccionado la flota usuaria y las aeronaves características. Las tareas que se han incluido dentro de la prognosis de tráfico son las siguientes:
 - *Tráfico anual estimado, distribución mensual de tráfico, así como tráfico en escenario punta y en año de diseño*: Determinación del tráfico anual estimado del aeropuerto diseñado mediante un análisis del tráfico del aeropuerto de referencia. Análogamente también se ha estudiado la distribución mensual del aeropuerto a construir, con la finalidad de determinar el tráfico en escenario punta y en año de diseño.
 - *Determinación de la flota usuaria y de las aeronaves características*: Una vez realizado un minucioso estudio sobre la prognosis de tráfico, se ha determinado la flota usuaria que operará en el aeródromo, así como las aeronaves características.
- *Diseño y desarrollo del área de movimiento (AM)*: diseñar las instalaciones correspondientes al área de movimiento.
 - *Pistas*: Tal y como se indica a continuación, en el diseño de la pista se ha precisado cuál será su orientación geográfica, así como su configuración, capacidad y dimensionado y decidir la tipología de ayudas visuales que incorporará dicha pista.
 - *Orientación geográfica de la pista.*
 - *Configuración.*
 - *Capacidad.*

- *Dimensionado.*
 - *Ayudas visuales y radioayudas:* características de la señalización horizontal y del sistema de guiado. Inclusión de un ILS por umbral y un VOR/DME.
- *Rodadura:* Determinación de la configuración y el dimensionado de las calles de rodadura, así como las ayudas visuales.
 - *Configuración de las diferentes calles de rodadura existentes en el aeropuerto.*
 - *Dimensionado de las calles de rodadura.*
 - *Ayudas visuales: diseño de la señalización horizontal y del sistema de guiado.*
- *Plataforma:* Determinación de la configuración y el dimensionado de la plataforma del aeródromo, así como las ayudas visuales.
 - *Configuración.*
 - *Dimensionado.*
 - *Ayudas visuales: diseño de la señalización horizontal y del sistema de guiado.*
- *Servidumbres físicas:* Determinación de las diferentes superficies libres de obstáculos y de seguridad del aeropuerto.
 - *Determinación de las superficies libres de obstáculos.*
 - *Determinación de las superficies de seguridad.*
- *Descripción del área terminal (AT):* Caracterización interior del edificio terminal.
- *Determinación de las instalaciones aeroportuarias adicionales (IA):* determinación de las características y ubicación de la torre de control, del equipamiento de extinción de incendios, de las instalaciones de suministros, así como de los hangares.
 - *Torre de control:* Determinación de las características funcionales y la ubicación de la torre de control.
 - *Características.*

- *Ubicació.*
 - *Equipamiento de extinció de incendios:* Determinació de las características del equipamiento de extinció de incendios, así como su ubicación en el aeródromo.
 - *Características.*
 - *Ubicación.*
 - *Instalaciones de suministros:* Determinación de las características y ubicación de las instalaciones suministradoras de combustible, de energía eléctrica, así como de reservas de agua y agentes extintores.
 - *Características de las instalaciones suministradoras de combustible, energía eléctrica, así como reservas de agua y agentes extintores.*
 - *Ubicación.*
 - *Hangares:* Estudio de las características de los hangares, así como su ubicación.
 - *Características.*
 - *Ubicación.*
- *Estudio presupuestario (EP):* Realización del presupuesto sobre la construcción del aeródromo.
- *Revisión de documentos escritos (RD):* Revisar detenidamente los diferentes documentos que forman el entregable preliminar del proyecto.
- *Modelización del aeropuerto (PL):* Realización de los planos, incluyendo texturas y pinturas de señalización horizontal.

En la siguiente tabla se detalla la codificación de las tareas que se realizarán durante el proyecto. Esta codificación es la usada en la elaboración del diagrama de Gantt.

CÓDIGO	TAREA/SUBTAREA	DURACIÓN (HORAS)	TAREA PREDECESORA
EA	Introducción y justificación del emplazamiento	36	
PT	Prognosis de tráfico	40	
PT1	Tráfico anual estimado, distribución mensual de tráfico, así como tráfico en escenario punta y en año de diseño	29	
PT2	Determinación de la flota usuaria y de las aeronaves características	11	PT1
AM	Diseño y desarrollo del área de movimiento	100	PT
AM1	Pistas	25	
AM11	<i>Orientación geográfica de la pista</i>	5	
AM12	<i>Configuración</i>	5	AM11
AM13	<i>Capacidad</i>	5	AM12
AM14	<i>Dimensionado</i>	5	AM13
AM15	<i>Ayudas visuales y radioayudas</i>	5	AM14
AM2	Rodadura	25	AM1
AM21	<i>Configuración de las diferentes calles de rodadura existentes en el aeropuerto</i>	9	
AM22	<i>Dimensionado de las calles de rodadura</i>	8	AM21
AM23	<i>Ayudas visuales</i>	8	AM22
AM3	Plataforma	25	AM2
AM31	<i>Configuración</i>	9	
AM32	<i>Dimensionado</i>	8	AM31
AM33	<i>Ayudas visuales</i>	8	AM32
AM4	Servidumbres físicas	25	AM3
AM41	<i>Determinación de las superficies libres de obstáculos</i>	12	
AM42	<i>Determinación de las superficies de seguridad</i>	13	AM41
AT	Descripción del área terminal	25	AM
IA	Determinación de las instalaciones aeroportuarias adicionales	60	AT

IA1	Torre de control	15	
IA11	<i>Característiques</i>	10	
IA12	<i>Ubicació</i>	5	IA11
IA2	Equipamiento de extinció de incendios	15	IA1
IA21	<i>Característiques</i>	10	
IA22	<i>Ubicació</i>	5	IA21
IA3	Instalaciones de suministros	15	IA2
IA31	<i>Característiques</i>	10	
IA32	<i>Ubicació</i>	5	IA31
IA4	Hangares	15	IA3
IA41	<i>Característiques</i>	10	
IA42	<i>Ubicació</i>	5	IA41
EP	Estudio presupuestario	29	IA
RD	Revisión de documentos escritos	22	
PL	Modelización del aeropuerto	75	IA

Tabla 2.- Codificación de tareas realizadas y su correspondiente duración y tarea predecesora

Finalmente, en la siguiente ilustración se muestra el diagrama de Gantt del proyecto realizado:

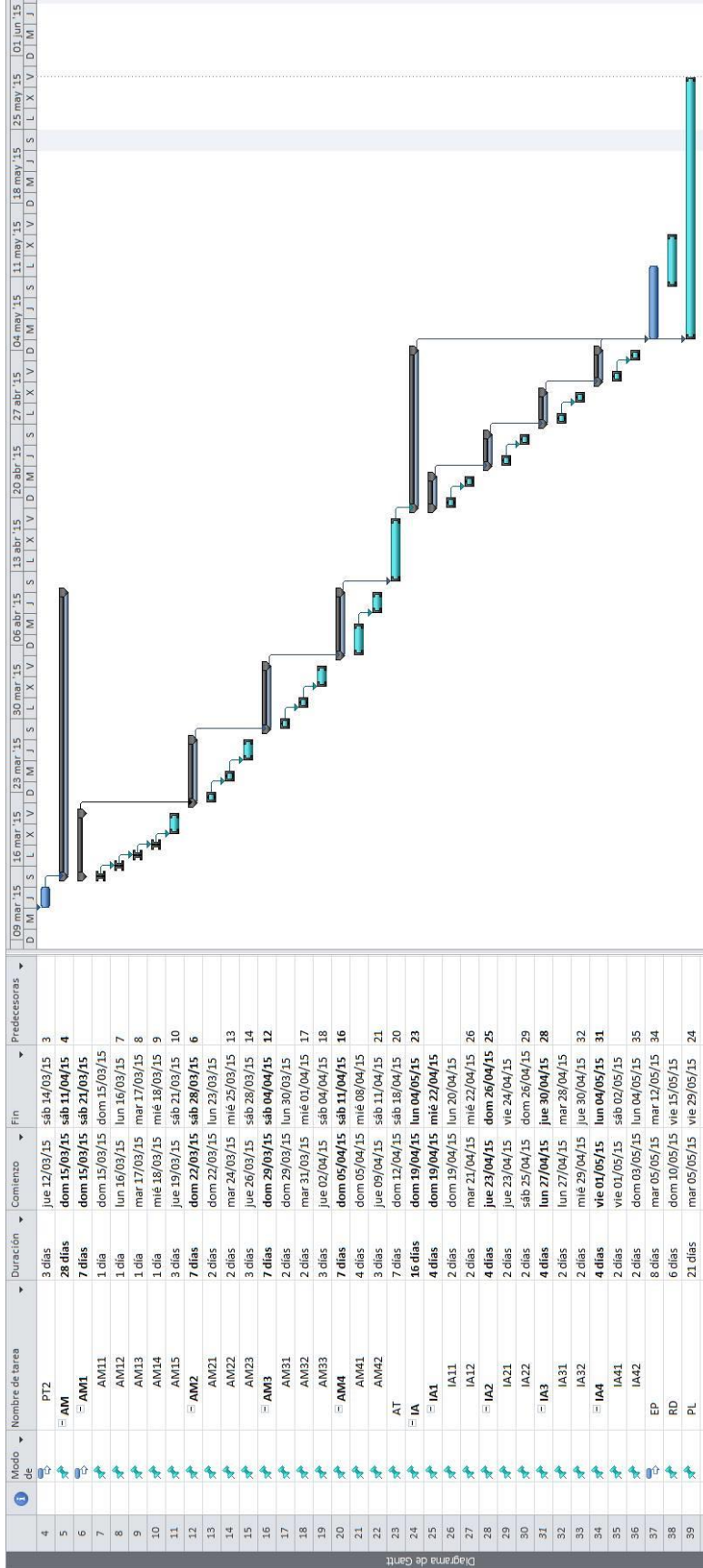


Figura 2.- Diagrama de Gantt realizado



ANEXO B: PROGNOSIS DE TRÁFICO

B.1.- Introducció

Este documento recoge los datos utilizados para la construcción de los gráficos presentes en la sección “3.- Prognosis de tráfico” de la memoria del proyecto en los que se muestra la distribución anual de operaciones y pasajeros del aeropuerto de referencia (terminal corporativa de El Prat) desde el 1999 hasta el 2014, la previsión de la distribución anual de operaciones y pasajeros del mismo aeropuerto del 2015 al 2029, así como la previsión de la distribución anual de operaciones y pasajeros del aeropuerto diseñado en el mismo periodo de tiempo (2015-2029) y la previsión de la distribución mensual de operaciones y pasajeros del aeropuerto diseñado en el año de diseño (2029).

Las explicaciones referentes a la elaboración de cada uno de estos gráficos también se recogen en la memoria del proyecto, en la sección “3.- Prognosis de tráfico”.

B.2.- Prognosis de operaciones

En esta sección se muestran los datos referentes a la distribución anual de operaciones de la terminal corporativa de El Prat desde el 1999 hasta el 2014, la previsión de la distribución anual de operaciones del mismo aeropuerto del 2015 al 2029, así como la previsión de la distribución anual de operaciones del aeropuerto corporativo de Santa Agnès de Malanyanes en el mismo periodo de tiempo (2015-2029) y la previsión de la distribución mensual de operaciones del aeropuerto diseñado en el año de diseño (2029).

B.2.1.- Datos de la distribución anual de operaciones del aeropuerto de referencia

En la siguiente tabla [Tabla 3], se muestran los datos utilizados para la realización del gráfico correspondiente al histórico de operaciones de la terminal corporativa de El Prat desde el 1999 hasta el 2014, correspondiente con la Figura 4 del Documento 1: Memoria.

Año	Operaciones domésticas	Operaciones internacionales	Operaciones totales
1999	1112	1872	2984
2000	1296	1758	3054
2001	1243	1520	2763
2002	1422	1719	3141
2003	1422	1731	3153
2004	1518	1893	3411
2005	1427	1802	3229
2006	1405	2141	3546
2007	1410	1625	3035
2008	1378	1579	2957
2009	1243	1274	2517
2010	1166	1617	2783
2011	1134	1317	2451
2012	1008	1506	2514
2013	1060	1648	2708
2014	1118	1755	2873

Tabla 3.- Datos de la distribución anual de operaciones del aeropuerto de referencia (1999-2014)¹

B.2.2.- Datos de la previsión de la distribución anual de operaciones del aeropuerto de referencia

En esta sección se recogen los datos utilizados para la realización del gráfico correspondiente a la previsión de la distribución anual de operaciones que tendrá lugar en el aeropuerto de referencia desde el 2015 hasta el 2029, correspondiente con la Figura 5 del Documento 1: Memoria (véase *Tabla 4*).

¹ Datos extraídos de Estadísticas de Tráfico de Aena

Año	Operaciones domésticas	Operaciones internacionales	Operaciones totales
2015	1113	1931	3044
2016	1107	2125	3233
2017	1102	2339	3441
2018	1097	2574	3671
2019	1092	2832	3924
2020	1087	3116	4203
2021	1082	3429	4511
2022	1076	3774	4850
2023	1071	4153	5224
2024	1066	4570	5636
2025	1061	5029	6090
2026	1056	5534	6590
2027	1051	6090	7141
2028	1046	6701	7748
2029	1041	7375	8416

Tabla 4.- Datos de la previsión de la distribución anual de operaciones en el aeropuerto de referencia (2015-2029)

B.2.3.- Datos de la previsión de la distribución anual de operaciones para el aeropuerto diseñado

En este capítulo se muestran los datos utilizados para la realización del gráfico correspondiente a la previsión de la distribución anual de operaciones que tendrá lugar en el aeropuerto diseñado en Santa Agnès de Malanyanes desde el 2015 hasta el 2029, correspondiente con la Figura 6 del Documento 1: Memoria (véase *Tabla 5*).

Año	Operaciones domésticas	Operaciones internacionales	Operaciones totales
2014	1051	1622	2673
2015	1046	1785	2831
2016	1041	1964	3005
2017	1036	2161	3198
2018	1031	2379	3410
2019	1026	2617	3644
2020	1022	2880	3902
2021	1017	3170	4186
2022	1012	3488	4500
2023	1007	3838	4845
2024	1002	4224	5226
2025	998	4648	5645
2026	993	5115	6108
2027	988	5628	6617
2028	984	6194	7177
2029	979	6816	7795

Tabla 5.- Datos de la previsión de la distribución anual de operaciones en el aeropuerto diseñado (2014-2029)

B.2.4.- Datos de la previsión de la distribución mensual de operaciones en el año de diseño para el aeropuerto diseñado

En este capítulo se muestran los datos utilizados para la realización del gráfico correspondiente a la previsión de la distribución mensual de operaciones que tendrá lugar en el aeropuerto diseñado en Santa Agnès de Malanyanes en el año de diseño (2029), correspondiente con la Figura 7 del Documento 1: Memoria (véase *Tabla 6*).

Año	C l a s e 2	Mes											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	D	53	81	90	94	100	121	129	78	82	105	68	64
	I	76	134	157	115	138	193	140	104	184	184	88	109
2015	D	53	81	90	94	100	120	128	78	82	105	68	64
	I	84	147	173	127	152	212	154	114	202	202	97	120
2016	D	53	80	89	93	99	120	128	77	81	104	67	63
	I	92	162	190	139	167	234	170	126	223	223	107	132
2017	D	52	80	89	93	99	119	127	77	81	104	67	63
	I	101	179	209	153	184	257	187	139	245	245	117	145
2018	D	52	79	88	92	98	119	127	77	80	103	67	63
	I	111	196	230	169	202	283	205	153	270	270	129	160
2019	D	52	79	88	92	98	118	126	76	80	103	66	63
	I	123	216	253	186	223	311	226	168	297	297	142	176
2020	D	52	79	87	91	97	118	125	76	80	102	66	62
	I	135	238	279	204	245	343	249	185	327	327	156	194
2021	D	51	78	87	91	97	117	125	75	79	102	66	62
	I	149	262	307	225	270	377	274	203	360	360	172	213
2022	D	51	78	87	91	96	117	124	75	79	101	65	62
	I	163	288	338	247	297	415	301	224	396	396	189	234
2023	D	51	78	86	90	96	116	124	75	79	101	65	61
	I	180	317	372	272	327	457	331	246	435	435	208	258
2024	D	51	77	86	90	95	115	123	74	78	100	65	61
	I	198	349	409	299	359	503	365	271	479	479	229	284
2025	D	50	77	85	89	95	115	122	74	78	100	65	61
	I	218	384	450	330	395	553	401	298	527	527	252	312
2026	D	50	77	85	89	94	114	122	74	77	99	64	60
	I	240	423	495	363	435	609	441	328	580	580	277	344
2027	D	50	76	85	88	94	114	121	73	77	99	64	60
	I	264	465	545	399	479	670	486	361	638	638	305	378
2028	D	50	76	84	88	94	113	121	73	77	98	64	60
	I	290	512	600	439	527	737	535	397	703	703	336	416
2029	D	49	75	84	88	93	113	120	73	76	98	63	60
	I	319	563	660	483	580	811	588	437	773	773	370	458

Tabla 6.- Datos de la previsión de la distribución mensual de operaciones hasta el año de diseño para el aeropuerto diseñado

² La abreviatura I hace referencia al sector internacional y D al sector doméstico, respectivamente.

B.3.- Prognosis de pasajeros

En esta sección se muestran los datos referentes a la distribución anual de pasajeros que han transitado la terminal corporativa de El Prat desde el 1999 hasta el 2014, la previsión de la distribución anual de pasajeros del mismo aeropuerto del 2015 al 2029, así como la previsión de la distribución anual de pasajeros del aeropuerto corporativo de Santa Agnès de Malanyanes en el mismo periodo de tiempo (2015-2029) y la previsión de la distribución mensual de pasajeros que tendrá el aeropuerto diseñado en el año de diseño (2029).

B.3.1.- Datos de la distribución anual de pasajeros del aeropuerto de referencia

Seguidamente se muestran los datos utilizados para la realización del gráfico correspondiente al histórico de pasajeros de la terminal corporativa de El Prat desde el 1999 hasta el 2014, correspondiente con la Figura 8 del Documento 1: Memoria (véase *Tabla 7*).

Año	Pasajeros domésticos	Pasajeros internacionales	Pasajeros totales
1999	269	310	579
2000	853	300	1153
2001	621	614	1235
2002	1542	1579	3121
2003	2379	1556	3935
2004	2756	4431	7187
2005	2967	6639	9606
2006	3486	4065	7551
2007	3553	2432	5985
2008	5396	6852	12248
2009	2939	7187	10126
2010	2853	8930	11783
2011	3561	7370	10931
2012	3674	9198	12872
2013	4563	8990	13553
2014	7656	11059	18715

*Tabla 7.- Datos de la distribución anual de pasajeros del aeropuerto de referencia (1999-2014)*³

³ Datos extraídos de Estadísticas de Tráfico de Aena

B.3.2.- Datos de la previsión de la distribución anual de pasajeros del aeropuerto de referencia

En esta sección se recogen los datos utilizados para la realización del gráfico correspondiente a la previsión de la distribución anual de pasajeros que tendrá lugar en el aeropuerto de referencia desde el 2015 hasta el 2029, correspondiente con la Figura 9 del Documento 1: Memoria (véase *Tabla 8*).

Año	Pasajeros domésticos	Pasajeros internacionales	Pasajeros totales
2015	9881	12661	22542
2016	12753	14495	27248
2017	16460	16595	33055
2018	21244	18998	40243
2019	27419	21750	49169
2020	35388	24901	60289
2021	45674	28508	74182
2022	58950	32637	91587
2023	76084	37365	113448
2024	98198	42777	140975
2025	126739	48973	175713
2026	163577	56067	219644
2027	211121	64189	275310
2028	272484	73487	345971
2029	351683	84131	435815

Tabla 8.- Datos de la previsión de la distribución anual de pasajeros en el aeropuerto de referencia (2015-2029)

B.3.3.- Datos de la previsión de la distribución anual de pasajeros para el aeropuerto diseñado

En este capítulo se muestran los datos utilizados para la realización del gráfico correspondiente a la previsión de la distribución anual de pasajeros que transitarán el aeropuerto diseñado en Santa Agnès de Malanyanes desde el 2015 hasta el 2029, correspondiente con la Figura 10 del Documento 1: Memoria (véase *Tabla 9*).

Año	Pasajeros domésticos	Pasajeros internacionales	Pasajeros totales
2014	1316	4455	5771
2015	1699	5100	6799
2016	2192	5839	8031
2017	2829	6685	9514
2018	3652	7653	11305
2019	4713	8762	13475
2020	6083	10031	16114
2021	7851	11484	19335
2022	10133	13148	23280
2023	13078	15052	28130
2024	16879	17232	34112
2025	21785	19728	41514
2026	28117	22586	50704
2027	36290	25858	62148
2028	46838	29603	76441
2029	60451	33891	94343

Tabla 9.- Datos de la previsión de la distribución anual de pasajeros en el aeropuerto diseñado (2014-2029)

B.3.4.- Datos de la previsión de la distribución mensual de pasajeros en el año de diseño para el aeropuerto diseñado

En este capítulo se muestran los datos utilizados para la realización del gráfico correspondiente a la previsión de la distribución mensual de pasajeros que transitarán el aeropuerto diseñado en Santa Agnès de Malanyanes en el año de diseño (2029), correspondiente con la Figura 11 del Documento 1: Memoria (véase *Tabla 10*).

Año	C l a s e	Mes											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	D	88	87	66	76	107	203	123	58	132	93	189	95
	I	222	436	350	295	405	556	304	422	388	687	154	244
2015	D	114	112	85	98	138	262	159	75	170	120	244	123
	I	254	499	401	338	464	637	348	483	444	787	176	279
2016	D	147	145	110	127	178	338	205	97	220	155	315	158
	I	291	571	459	387	531	729	398	553	509	900	202	320
2017	D	189	187	142	163	230	436	264	125	284	200	406	204
	I	333	654	525	443	608	834	456	633	582	1031	231	366
2018	D	244	241	183	211	297	563	341	161	366	258	524	264
	I	381	749	601	507	696	955	522	725	667	1180	265	419
2019	D	315	312	236	272	383	727	441	208	473	333	677	340
	I	437	857	688	580	797	1094	598	830	763	1351	303	480
2020	D	407	402	305	351	495	938	569	268	610	430	874	439
	I	500	982	788	664	912	1252	684	950	874	1547	347	549
2021	D	525	519	394	453	638	1211	734	346	787	555	1128	567
	I	572	1124	902	760	1044	1433	784	1088	1000	1771	397	629
2022	D	678	670	508	585	824	1563	947	447	1016	716	1455	731
	I	655	1287	1033	871	1195	1641	897	1245	1145	2027	454	720
2023	D	875	865	656	755	1063	2017	1222	576	1312	924	1878	944
	I	750	1473	1183	997	1368	1879	1027	1426	1311	2321	520	824
2024	D	1129	1116	847	975	1372	2604	1578	744	1693	1193	2424	1218
	I	859	1686	1354	1141	1567	2151	1176	1632	1501	2657	596	944
2025	D	1457	1440	1093	1258	1771	3361	2036	960	2185	1540	3129	1573
	I	983	1931	1550	1306	1793	2462	1346	1869	1718	3042	682	1081
2026	D	1880	1859	1410	1624	2286	4337	2628	1239	2820	1987	4038	2030
	I	1126	2210	1774	1496	2053	2819	1541	2139	1967	3483	781	1237
2027	D	2427	2399	1820	2096	2951	5598	3392	1599	3640	2565	5212	2620
	I	1289	2531	2031	1712	2351	3227	1764	2449	2252	3987	894	1416
2028	D	3132	3096	2349	2705	3808	7225	4378	2064	4698	3310	6727	3381
	I	1475	2897	2326	1960	2691	3695	2020	2804	2578	4565	1023	1621
2029	D	4042	3996	3032	3491	4915	9325	5650	2664	6064	4272	8682	4364
	I	1689	3317	2663	2244	3081	4230	2313	3210	2952	5226	1172	1856

Tabla 10.- Datos de la previsión de la distribución mensual de pasajeros en el aeropuerto diseñado hasta el año de diseño



ANEXO C: DISEÑO Y DESARROLLO DEL ÁREA DE MOVIMIENTO

C.1.- Introducció

En este documento se recoge el proceso de elaboración de la curva de absorción de la componente transversal del viento, que es un parámetro importante para determinar la orientación geográfica de la pista ubicada en el aeropuerto de Santa Agnès de Malanyanes.

Por otro lado, también se recoge el procedimiento de cálculo del índice de mezcla, usado en el Documento 1.- Memoria para determinar la capacidad de la pista.

C.2.- Proceso de elaboración de la curva de absorción de la componente transversal del viento

Como se ha dicho anteriormente, la realización de la curva de absorción de la componente transversal del viento sirve para determinar los coeficientes de utilización del viento y, por consiguiente, es un indicador claro de cuál debe ser la orientación geográfica de la pista.

Para la realización de la curva de absorción de la componente transversal del viento (correspondiente a la Figura 12 del Documento 1.- Memoria), se parte inicialmente de la siguiente tabla de datos de los vientos (véase *Tabla 11*).

Direcció	Velocidad (m/s)	Velocidad (kt)	Intensidad
N	1,6	3,11	2,5
NNE	3	5,83	4,4
NE	3,8	7,39	6,1
ENE	2,6	5,05	2,1
E	2,2	4,28	1,1
ESE	2,1	4,08	0,9
SE	1,8	3,50	1,7
SSE	2,2	4,28	6,1
S	2,7	5,25	16,4
SSW	2,4	4,67	11
SW	1,8	3,50	1,5
WSW	1,8	3,50	0,9
W	1,7	3,30	1
WNW	1,2	2,33	0,9
NW	1,1	2,14	1,8
NNW	1,3	2,53	2,1

Tabla 11.- Frecuencia y velocidad de cada direcció del viento⁴

A continuació, se realitza el següent procés:

1. Se separan los días de calma de los días de viento.
2. De los días de viento, se calcula el porcentaje de días con viento igual o inferior a 10kts en una direcció respecto los días con viento en la misma direcció.
3. Se calcula que porcentaje de viento suponen los vientos menores a 10 kts en una direcció sobre todas las direcciones y finalmente se añaden los días de calma.
4. Se repite para cada una de las direcciones.
5. Se repite para vientos inferiores a 20 kts.

⁴ Los datos de la velocidad y direcció de los vientos han sido extraídos del Servei Meteorològic de Catalunya, correspondientes a la informaci3 de vientos de Montmeló desde 2001 a 2005. Se ha asumido la hip3tesis de que la direcció y velocidad de los vientos ser3n iguales en la zona de emplazamiento del aeropuerto, debido a su proximidad.

Se obtiene entonces la siguiente tabla con los coeficientes de utilización de cada dirección de viento a diferentes rangos de velocidades [Tabla 12].

	<10 kts	<20 kts	Orientación (º)
N	100%	100%	0
NNE	100%	100%	22,5
NE	100%	100%	45
ENE	100%	100%	67,5
E	100%	100%	90
ESE	100%	100%	112,5
SE	100%	100%	135
SSE	100%	100%	157,5
S	100%	100%	180
SSW	100%	100%	202,5
SW	100%	100%	225
WSW	100%	100%	247,5
W	100%	100%	270
WNW	100%	100%	292,5
NW	100%	100%	315
NNW	100%	100%	337,5
N	100%	100%	360

Tabla 12.- Coeficientes de utilización de las diferentes direcciones del viento a diferentes rangos de velocidades.

Finalmente, se representa la curva de absorción de la componente transversal del viento a partir de los datos recogidos en la Tabla 12 (véase Figura 3).

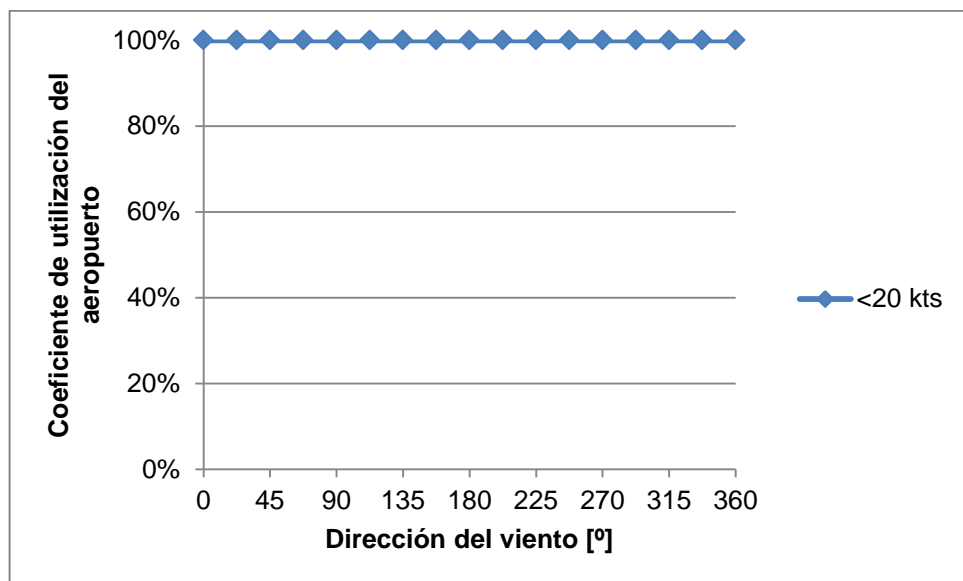


Figura 3.- Curva de absorción de la componente transversal del viento según las direcciones del viento presentes en la zona de emplazamiento del aeropuerto

Por lo tanto, tal y como se expone en el apartado “4.1.1.- Orientación geográfica de la pista” presente en el Documento 1.- Memoria, al no existir ningún coeficiente de utilización menor de 95 % para vientos con una velocidad menor o igual a 20 kts, se concluye que no existe ninguna limitación en la orientación geográfica de la pista debida a las componentes de los vientos presentes en la zona de emplazamiento del aeropuerto.

C.3.- Procedimiento de cálculo del índice de mezcla

El cálculo del índice de mezcla (C+3D) es muy importante para determinar la capacidad horaria de la pista., tal y como se ha realizado en el apartado “4.1.3.- Capacidad de pista” del Documento 1.- Memoria.

Así pues, para calcular el valor del índice de mezcla es necesario saber el porcentaje de aeronaves tipo C y tipo D que conforman la flota usuaria del aeropuerto. Para ello, en la siguiente tabla [Tabla 13], se recogen las aeronaves de mayor envergadura presentes en la flota usuaria.

Tipo	Aeronave	Envergadura
B	Gulfstream G450	23,72
C	Dassault Falcon 7X	26,21
B	Embraer Legacy 600	21,17
B	Embraer Legacy 650	21,17
B	Dassault Falcon 2000	19,33
B	Bombardier Challenger 601	19,61
B	Dassault Falcon 900LX	21,38
B	Dassault Falcon 900	19,33
B	Bombardier Challenger 300	19,46
B	Dassault Falcon 900DX EASY	19,33

Tabla 13.- Clasificación de las aeronaves de mayor envergadura de la flota usuaria según su envergadura

Por otro lado, en la siguiente tabla [Tabla 14], se recogen las aeronaves restantes de la flota usuaria, clasificadas según la compañía aérea. No se han incluido en la anterior tabla ya que la envergadura es menor, es decir, quedan descartadas para el cálculo del índice de mezcla ya que no son ni tipo C ni D.

Tipo	Aeronave
Medium Range Gestair	Cessna Sovereign
	Hawker 900XP
	Cessna Citation XLS+
	Embraer Phenom 300
Short Range Gestair	Hawker 400XP
	Cessna Citation CJ2+
	Piaggio Avanti II
	Cessna Citation Mustang
Midsize jet ExecuJet	Hawker 4000
	Learjet 60
	Learjet 60XR
	Falcon 2000S
Light jet ExecuJet	Citation CJ3
	Learjet 45
	Learjet 45XR
Turboprop ExecuJet	King Air 350I
	King Air B200
	Pilatus PC-12
Executive Airlines	Gulfstream G200
	Gulfstream G150
	Citation Ultra
	Citation Bravo
	Citation Jet CJ1

Tabla 14.- Aeronaves restantes de la flota usuaria agrupadas por compañías aéreas

Por lo tanto, teniendo en cuenta que hay 33 modelos diferentes de aeronaves en la flota usuaria y que hay una de tipo C y ninguna del tipo D, se obtiene el siguiente índice de mezcla:

$$\text{Índice de mezcla} = \%C + 3 \cdot (\%D) = \frac{1 \cdot 100}{33} + 0 = 3,03\% \approx 3\%$$

Bibliografía

- [1] Aena. (n.d.). Estadísticas de tráfico aéreo. Recuperado de <http://www.aena.es/csee/Satellite?c=Page&cid=1113582476715&pagename=Estadisticas%2FEstadisticas>
- [2] Investopedia. (n.d.). Compound Annual Growth Rate- CAGR. Recuperado de <http://www.investopedia.com/terms/c/cagr.asp>
- [3] Catalunya, S. M. de. (2011). *Estudi de vents a la zona de la Roca del Vallès* (p. 2). Barcelona.
- [4] OACI. (2004). *Anexo 14. Volumen I: Diseño y operaciones de aeródromos* (p. 240).